

*На правах рукопису*

**ВОРОБЕЦЬ ОЛЬГА ВОЛОДИМИРІВНА**

УДК 006.015.5; 631:147

**Нормативно-технічне забезпечення системи контролю  
органічного виробництва**

*05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення*

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Науковий керівник –  
доктор технічних наук, доцент  
Бубела Т.З.

*Ідентичність всіх примірників дисертації*

**ЗАСВІДЧУЮ:**

*В.о. ученого секретаря спеціалізованої  
вченої ради*

*/ Яцук В. О./*

Львів-2017

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....</b>	<b>4</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМАТИКИ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Основні засади органічного виробництва.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Стан та перспективи розвитку органічного виробництва ....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1 Маркування органічної продукції .....</b>	<b>23</b>
<b>1.2.2 Соціологічне дослідження щодо визначення ступеня важливості органічної продукції .....</b>	<b>25</b>
<b>1.3. Аналіз міжнародного досвіду у сфері органічного виробництва.....</b>	<b>28</b>
<b>1.4 Формування задач подальших досліджень .....</b>	<b>41</b>
<b>Висновки до розділу 1 .....</b>	<b>42</b>
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗВИТОК НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....</b>	<b>43</b>
<b>2.1. Класифікація органічної продукції, номенклатури її показників якості та методів їх визначення .....</b>	<b>43</b>
<b>2.2. Особливості сертифікації органічної продукції в Україні....</b>	<b>54</b>
<b>2.3. Нормування еколого-токсикологічних показників органічної продукції .....</b>	<b>60</b>
<b>2.3.1 Дослідження органічної продукції на предмет забруднення важкими металами .....</b>	<b>60</b>
<b>2.3.2 Дослідження еколого-токсикологічних показників органічних соків .....</b>	<b>64</b>
<b>Висновки до розділу 2 .....</b>	<b>67</b>
<b>РОЗДІЛ 3 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА.....</b>	<b>69</b>
<b>3.1. Дослідження показників якості ґрунтів для потреб органічного виробництва.....</b>	<b>69</b>

3.2. Адмітансне картографування органічних земель .....	75
3.3. Математичне моделювання сигналів електричних систем моніторингу органічних земель .....	78
Висновки до розділу 3 .....	99
<b>РОЗДІЛ 4 ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА .....</b>	<b>101</b>
4.1.Формування вимог для створення електрохімічних пристроїв моніторингу органічних земель .....	101
4.2.Методика встановлення придатності земель для органічної сертифікації.....	115
4.3. Рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу органічного виробництва .....	120
Висновки до розділу 4 .....	129
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>130</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>132</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>145</b>
<b>ДОДАТОК Б.....</b>	<b>150</b>
<b>ДОДАТОК В.....</b>	<b>164</b>
<b>ДОДАТОК Г .....</b>	<b>172</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ГДК – гранично -допустима концентрація

ГМО – генномодифікована продукція

ЕДК - екологічно-допустима концентрація

ЄС – Європейський Союз

НД – нормативний документ

СКВОП - система контролю виробництва органічної продукції

IFOAM - Міжнародна федерація з розвитку органічного землеробства

ISO – Міжнародна організація зі стандартизації

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Увага світової громадськості до органічної продукції неухильно зростає. Таке ставлення зумовлено не лише турботою про навколишнє середовище, а й піклуванням про власне здоров'я. Україна не стоїть осторонь цієї тенденції, тому виробництво органічної продукції є актуальним для нашої держави. Вітчизняний споживач стає обережнішим та вимогливішим при виборі продуктів харчування. Як наслідок, зростає кількість виробників продуктів органічного походження.

За визначенням Міжнародної федерації з розвитку органічного землеробства (IFOAM) органічне землеробство об'єднує всі системи, які підтримують екологічно -, соціально - та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції. Органічне землеробство суттєво зменшує використання зовнішніх факторів виробництва (ресурсів) шляхом обмеження застосування синтезованих хімічних шляхом добрив, пестицидів і фармпрепаратів. Замість цього для підвищення врожаїв і для захисту рослин використовуються агротехнологічні заходи природного характеру. Отже, органічна - це продукція агропромислового комплексу яка вирощується, переробляється, транспортується, зберігається та реалізується з врахуванням законів природи. В наш час ці закони повинні доповнюватись ще й нормативно – правовими національними документами. Так, у країнах Західної та Східної Європи, США, а також у деяких країнах із перехідною економікою розроблено законодавчу базу й впроваджено у виробництво різні напрями альтернативного сільського господарства, які підлягають державному контролю та нагляду. Існуюча в Україні система контролю органічного виробництва є недосконалою і не спонукає до результативного та ефективного функціонування таких господарств. Причини наступні:

- відсутня національна система сертифікації органічного виробництва, тому українські виробники змушені звертатись до закордонних організацій з оцінювання відповідності;

- не розроблені національні нормативні документи щодо органічного виробництва, внаслідок чого відносини в сфері виробництва, переробки та реалізації органічної продукції залишаються досі не врегульованими;

- відсутні, або формально існують технічні складові системи контролю органічного виробництва, прийнятої в країнах Європейського Союзу (ЄС).

Отже, особливо актуальним для розвитку вітчизняної системи контролю органічного виробництва є вдосконалення вимог до органічної продукції, визначення національних особливостей та засад моніторингу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри метрології, стандартизації та сертифікації Національного університету «Львівська політехніка» а також тематиці науково-дослідних робіт кафедри: держбюджетної науково-дослідної роботи «Формування теоретичних і нормативних засад, розробка нетрадиційних методик та засобів оцінювання рівня якості продукції» (реєстраційний №0107U001110), держбюджетної науково-дослідної роботи «Розроблення та дослідження нових методів і засобів експрес-контролю характеристик якості та безпечності продукції (речовин)» (реєстраційний №0110U001097), кафедральної науково-дослідної роботи «Розвиток нормативно-технічного забезпечення системи органічного виробництва» (реєстраційний № 0116U006724).

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є вдосконалення нормативного та технічного забезпечення виробництва органічної продукції. Для досягнення поставленої в роботі мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати проблематику в сфері виробництва органічної продукції в Україні та сформулювати основні аспекти вдосконалення системи його контролю з врахуванням міжнародного досвіду та світових тенденцій;
- здійснити класифікацію органічної продукції, її показників якості і методів їх контролю та визначити умови їх використання;

- на основі експериментальних досліджень сформулювати рекомендації щодо нормування основних характеристик органічної продукції;
- експериментально дослідити залежність фізико-хімічних та електричних властивостей різних типів ґрунту, на основі чого запропонувати метод адмітансного картографування земель, призначених для органічного виробництва, з метою вдосконалення технічної складової функціонування системи його контролю;
- на основі моделювання сигналів електрохімічних систем, дослідити особливості створення електрохімічних пристроїв для оперативного моніторингу земель органічного призначення.

**Об’єкт досліджень:** процес нормування технічного забезпечення системи органічного виробництва.

**Предмет досліджень:** вдосконалення системи нормативно-технічного забезпечення виробництва та контролю органічної продукції.

**Методи дослідження.** Завдання, поставлені в роботі, вирішували за допомогою теоретичних та експериментальних методів досліджень. Під час теоретичних досліджень використовувалися методи статистичного аналізу, системного аналізу, кореляційного аналізу та теорії кваліметрії. Експериментальні дослідження виконувались з використанням електричних та оптичних методів вимірювань, а їх результати опрацьовувались із застосуванням прикладних програмних пакетів, а саме: «Microsoft Office Excel», «Mathcad 14», «OriginPro 9.1», «Visio».

**Наукова новизна одержаних результатів.** У роботі отримані наступні наукові результати:

1. Розроблено систему класифікаційних критеріїв для об’єктів органічного виробництва, їх показників якості та методів їх визначення, що дає можливість здійснити оптимальний вибір методів контролю цих показників якості для конкретної органічної продукції за встановлених умов.

2. Запропоновано принципи нормування значень показників якості готової органічної продукції на основі запровадження екологічно допустимої концентрації шкідливих речовин, використання яких дозволяє формалізувати процес її контролю.
3. Вперше розроблено за результатами експериментальних досліджень математичні моделі для контролю різних типів ґрунтів за електричними параметрами адмітансу, аргументами яких є основні фізико-хімічні показники ґрунтів, застосування яких сприяє підвищенню ефективності функціонування інформаційної системи моніторингу органічного виробництва на основі здійснення адмітансного картографування.
4. Виявлено на основі моделювання сигналів електрохімічних систем низку особливостей, врахування яких дає можливість здійснити відповідні коригувальні дії щодо мінімізації впливу несприятливих явищ у системі первинний перетворювач - об'єкт під час контролю показників якості ґрунтів електрохімічними приладами, та правильно підбирати конструктивні параметри приладів в залежності від особливостей самого об'єкта та умов проведення контрольних випробувань органічного виробництва.

#### **Практичне значення одержаних результатів.**

1. Розроблені в роботі критерії формування класифікаторів для об'єктів органічного виробництва, їх показників якості та методів їх визначення дають змогу ефективно вибирати методи визначення показників якості.
2. Визначення екологічно-допустимої концентрації (ЕДК), як добутку гранично допустимої концентрації (ГДК) на коефіцієнт  $K$ , який показує у скільки разів фактичне значення (природне) концентрації є меншим за ГДК, дозволяє нормувати значення показників якості готової органічної продукції та порівнювати їх з аналогічною неорганічною продукцією.
3. Встановлені на основі експериментальних досліджень еколого-токсикологічні показники для органічних соків дозволяють вдосконалити процедуру контролю вже за готовою органічною



продукцією, що є важливим для забезпечення задоволеності вимог споживачів. Це дає змогу розробити рекомендації для покращання вітчизняного нормативного забезпечення в галузі органічного виробництва на прикладі готової органічної продукції, запропонувавши проект національного стандарту ХХХХ:2017 «Соки органічні. Атомно абсорбційний метод визначення токсичних елементів».

4. Отримані математичні моделі залежності електричних параметрів ґрунтів від умов проведення вимірювань дозволяють описати необхідний діапазон змін параметрів контрольованого об'єкта під час здійснення адмітансного картографування земель для потреб органічного виробництва.

Отримані в роботі результати можуть бути апробовані в межах підприємств, які займаються виготовленням органічної продукції. Наукові положення та висновки дисертації використовуються у ТзОВ «Яблуневий дар». Окрім того, результати наукової роботи застосовуються у навчальному процесі кафедри метрології, стандартизації та сертифікації Національного університету «Львівська політехніка» при викладанні дисциплін «Прилади та методи вимірювань в окремих галузях промисловості», «Метрологія, стандартизація та сертифікація», «Фізико-хімічні вимірювання» та знайшли відображення у курсовому та дипломному проектуванні.

#### **Особистий внесок здобувача.**

Усі основні наукові результати отримано автором самостійно. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, дисертанту належать: [26] - проведення експериментальних досліджень визначення важких металів в органічній продукції та формування пропозиції щодо створення способу нормування показників якості органічної продукції, [29] – розроблення пропозиції щодо сертифікації органічної продукції в Україні, [30] – проведення експериментальних досліджень методів визначення фальсифікації продукції з використанням адмітансного методу вимірювань, [72] – проведення експериментальних досліджень по визначенню кислотності ґрунтів за

електричними параметрами, [79] – здійснення синтезу еквівалентних схем електрохімічних систем типу первинний перетворювач - низькоомний об'єкт неелектричної природи на основі аналізу імпедансних спектрів в різних частотних діапазонах та для різних концентрацій цих об'єктів, [80] – проведення оптимізації процедури картографування ґрунтів за адмітансом.

### **Апробація результатів роботи.**

Основні теоретичні положення і результати дисертаційної роботи висвітлено і обговорено на 11 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях і семінарах:

- 67-мій студентській науково-технічній конференції, 2009, Львів Україна;
- 68-мій студентській науково-технічній конференції, 2010, Львів Україна;
- 69-тій студентській науково-технічній конференції, 2011, Львів Україна;
- VII Міжнародній конференції “Стратегія якості в промисловості і освіті”, том 2, 2011р., Варна, Болгарія;
- I Всеукраїнській науково-практичній та студентській конференції “Проблеми розвитку та впровадження систем управління, стандартизації, сертифікації, метрології в регіонах України” 2011р., Донецьк, Україна, ДНТУ;
- 2-гій науково-практичній конференції “Інформаційно-вимірювальні технології, технічне регулювання та менеджмент якості”, 2011р., Одеса, Україна;
- Міжнародній науково – технічній конференції «Системи-2013. Термографія і термометрія, метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань», 2013р., Львів, Україна;
- Міжнародній науково-практичній конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека», 2014 р., м. Житомир, Україна;

- Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених у царині метрології «Technical Using of Measurement – 2015», м. Славське, Україна;
- II Міжнародній науково-практичній конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 2015р., Львів, Україна;
- Всеукраїнській науково-практичній конференції «Промислова автоматизація в Україні. Просвіта та підготовка кадрів», 2016р., Львів, Україна

### **Публікації.**

Основні результати наукової роботи опубліковані в 17 друкованих працях, з них 6 статей, з яких 5 статей - у фахових виданнях України та 2 статті у наукометричних виданнях.

### **Структура та обсяг дисертації**

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та 4 додатків, містить 172 сторінки друкованого тексту, 52 рисунки, 27 таблиць та список використаних джерел з 107 найменувань.

## **РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМАТИКИ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ**

У даному розділі аналізуються засади органічного виробництва, тенденції його розвитку в світі та в Україні, а також міжнародний досвід щодо формування системи контролю органічного виробництва. В розділі представлено результати дослідження попиту на органічну продукцію в Західному регіоні України. Окреслено задачі подальших досліджень в роботі.

### **1.1. Основні засади органічного виробництва**

У процесі становлення й розвитку світового органічного виробництва сформувались різні підходи до визначення цього поняття, сутність яких зводиться до того, що органічне землеробство ґрунтується на обмеженні застосування добрив, пестицидів і фармпрепаратів, синтезованих хімічним шляхом. Для підвищення урожайності та захисту рослин передбачається використання агротехнологічних заходів й різноманітних природних чинників [1]. Українськими вченими запропоновано визначення органічного землеробства як системи сільськогосподарського менеджменту агроєкосистем, що ґрунтується на максимальному використанні біологічних факторів підвищення родючості ґрунтів, агротехнологічних заходів захисту рослин, а також на виконанні комплексу інших заходів, які забезпечують екологічно-, соціально- та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції й сировини [2, 3].

Дискусія з приводу доцільності вживання того чи іншого терміну продовжується й досі, хоча у 2014 році Верховною Радою України був прийнятий Закон «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», згідно з яким «виробництво органічної продукції (сировини) - виробнича діяльність фізичних або юридичних осіб (у тому числі з вирощування та переробки), де під час такого виробництва виключається застосування хімічних добрив, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), консервантів тощо, та на всіх етапах виробництва (вирощування, переробки)

застосовуються методи, принципи та правила, визначені цим Законом для отримання натуральної (екологічно чистої) продукції, а також збереження та відновлення природних ресурсів» [4] .

В роботі пропонується таке визначення поняття «органічне виробництво» - це система методів ведення сільського господарства та промислового харчового виробництва, які виключають використання будь-яких хімічних добрив та кормів, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), які не порушують екологічну систему навколишнього середовища на всіх етапах виробництва. Дані методи повинні обов'язково підлягати під контроль з боку спеціально уповноваженого незалежного органу сертифікації, який би гарантував відповідність до того чи іншого стандарту про органічне виробництво.

Також, варто наголосити на тому, що органічна продукція – це не тільки продукти харчування, але і косметика, одяг, засоби гігієни тощо. Ці групи товарів не можуть відповідати стандартам, розробленим в основному для харчової промисловості, тому для них розробляються окремі органічні стандарти.

Отже, органічна продукція - це продукція сільського виробництва і харчової промисловості, яка виробляється, вирощується у відповідності до затверджених стандартів, які передбачають відмову від використання пестицидів, синтетичних мінеральних добрив, регуляторів росту, штучних харчових домішок, а також забороняється використання генетично-модифікованих продуктів (ГМО). Наприклад в сільському господарстві на полях не застосовують мінеральні швидкорозчинні добрива, а для боротьби з різноманітними шкідниками застосовують фізичні і біологічні методи: ультразвук, шум, світло, пастки, температурні режими. Відносно готової продукції - заборонено рафінування, мінералізація та інші методи, які зменшують поживні властивості продукту, а також додавання штучних ароматизаторів, барвників.

Органічні продукти – це такі продукти, при виробництві яких:

- у рослинництві заборонено використовувати отрутохімікати для боротьби

з бур'янами, шкідниками й хворобами рослин, а також мінеральні добрива синтетичного походження, при цьому захист рослин здійснюється переважно препаратами натурального походження, а для живлення ґрунту й рослин використовуються органічні добрива;

- категорично заборонене використання генетично модифікованих організмів;

- у тваринництві не дозволяється застосовувати стимулятори росту, гормони й антибіотики, а для лікування тварин використовуються профілактичні засоби й гомеопатичні препарати.

Органічними можуть бути тільки ті продукти, які вироблені відповідно до затверджених правил (стандартів), а виробництво пройшло процедуру сертифікації у встановленому порядку. При цьому органічна продукція повинна належним чином маркуватися. На етикетці повинен бути нанесений відповідний логотип, а також інформація про відповідний орган сертифікації.

Варто зазначити наступні **переваги органічних продуктів**, які становлять основні відмінності від звичайних продуктів:

- Відмінні смакові якості, відсутність шкідливих домішок, високі стандарти якості органічної продукції, мають позитивний вплив на ваш організм, охороняють ваше здоров'я.

- Органічні продукти безпечні для людини й навколишнього середовища, вони не забруднені нітратами, важкими металами, залишками пестицидів, гербіцидів й інших речовин хімічного синтезу.

- Органічні продукти не містять хвороботворних мікроорганізмів, паразитів і алергенних компонентів.

- Органічні продукти не містять генетично модифікованих організмів і речовин, зроблених на їхній основі.

- Органічні продукти зберігають живильні властивості, якість, безпечність й натуральний склад при переробці, оскільки використовуються тільки натуральні методи переробки й традиційні рецепти, природні речовини й матеріали для пакування, заборонене використання синтетичних ароматизаторів,

консервантів, добавок і т.д.

- Вживання органічних продуктів опосередковано сприяє збереженню навколишнього середовища, а саме позитивно впливає на відтворення природної родючості ґрунтів, сприяє збільшенню природного біорізноманіття;

- Поліпшують здоров'я тварин та їх популяцій, оскільки застосовуються такі методи їхнього утримання, які узгоджуються з їх природними потребами й не заподіюють страждання тваринам.

Основа розвитку органічного виробництва – відповідні принципи, які відбивають можливості та шляхи поліпшення ведення сільського господарства в глобальному масштабі й охоплюють методи догляду за землею, водою, рослинами і тваринами задля виробництва, переробки й розподілу харчових продуктів та інших товарів [5].

Принципи органічного виробництва прийняла Генеральна Асамблея IFOAM в Аделаїді (Австралія) в 2005 році. Вони слугують для спонукання органічного руху в усій його різноманітності та регулюють розвиток основ, програм і органічних стандартів IFOAM. Принципи представлені з урахуванням застосування їх в усьому світі (рис.1.1).

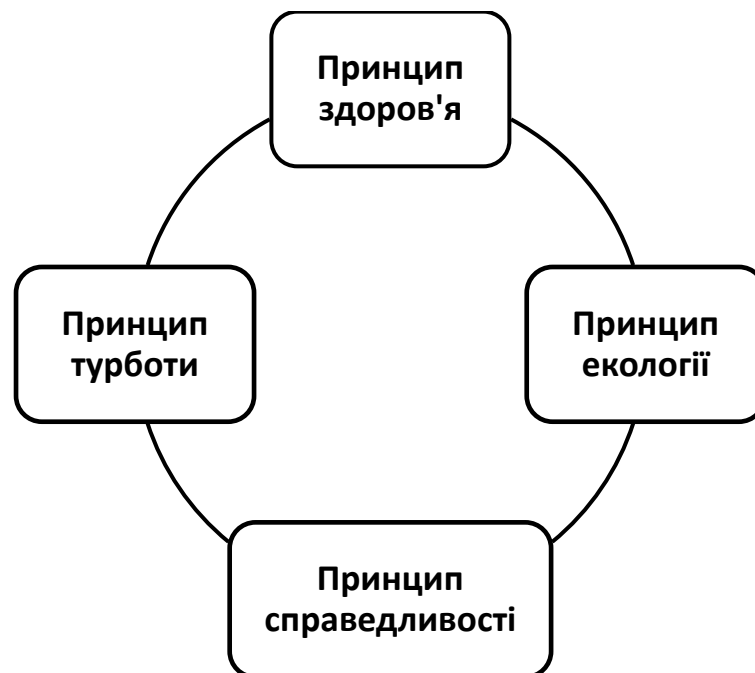


Рисунок 1.1 - Принципи органічного виробництва

Для реалізації вищенаведених принципів було узагальнено заходи, яких

необхідно вживати на практиці як на загальному рівні, так і на рівні окремих господарств (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Заходи щодо реалізації принципів органічного виробництва

<b>Заходи на загальному рівні:</b>
Покращення та підтримання природного ландшафту та сільськогосподарської екосистеми
Запобігання надлишковій експлуатації та забрудненню природних ресурсів
Мінімізація потреби у невідновних видах енергії та ресурсів
Виробництво достатньої кількості корисного та високоякісного продовольства
Забезпечення відновлення нормального, безпечного та здорового робочого навколишнього простору
Використання місцевих знань та традиційних систем ведення сільського господарства
<b>Заходи на рівні господарства:</b>
Підтримання та підвищення довгострокової родючості ґрунтів
Підвищення біологічної циркуляції в межах господарства, особливо, циркуляції поживних речовин
Забезпечення азотом при допомозі вирощування азотофіксуючих рослин
Біологічний захист рослин, заснований на профілактиці, а не лікуванні
Різноманітність сортів рослин та порід тварин, пристосованих до місцевих умов
Ведення тваринництва відповідно до потреб тварин
Заборона хімічно-синтезованих добрив, засобів захисту рослин, гормонів та регуляторів росту
Заборона генної інженерії та її продуктів

Натомість в Україні вже прийнятий Закон “Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини” (редакція від 05.04.2015). Відповідно до даного Закону в Україні діють наступні принципи виробництва, зберігання, перевезення та реалізації органічної продукції (сировини):

Загальними принципами виробництва, зберігання, перевезення та реалізації органічної продукції (сировини) є принципи:

- 1) добровільності;
- 2) рівності прав суб’єктів господарювання, які здійснюють виробництво, зберігання, перевезення та реалізацію органічної продукції (сировини);



- 3) раціонального використання природних ресурсів, забезпечення їх належного використання та відтворення;
- 4) відмови від використання генетично модифікованих організмів та продукції з них;
- 5) відмови від використання хімічно синтезованих зовнішніх ресурсів, за винятком виключних випадків, встановлених цим Законом;
- 6) довгострокового підтримання родючості ґрунту;
- 7) використання живих організмів та методів механічного виробництва;
- 8) забезпечення високого рівня біологічного розмаїття;
- 9) використання у виробництві процесів, що не завдають шкоди навколишньому природному середовищу, здоров'ю людей, рослинам, здоров'ю та благополуччю тварин [4].

Для забезпечення вище наведених принципів ведення органічного виробництва необхідний моніторинг на усіх етапах створення органічного продукту. Сьогодні з цією метою використовують традиційні методи контролю (зазвичай трудомісткі методи, які реалізуються виключно в лабораторних умовах), починаючи з аналізу ґрунту і завершуючи випробуваннями готової органічної продукції. Слід наголосити, що в органічному виробництві є важливим встановлення чітких земельних зон для такого виду господарювання, що потребує розроблення методів оперативного контролю ґрунтів з врахуванням сучасних наукових тенденцій, зокрема, створення кіберфізичних систем моніторингу.

## **1.2. Стан та перспективи розвитку органічного виробництва**

Провідні організації з питань органічної продукції (IFOAM, FiBL, The Datamonitor Group) оцінили ринок органічної продукції у світі на рівні \$60 млрд. Екологічним виробництвом сільськогосподарської продукції та продовольства займаються близько 1,8 млн господарств, які використовують 37,2 млн га. При цьому понад третина виробників знаходяться в Азії, Африці та Латинській Америці. За прогнозами, до 2014 року світове споживання органічної продукції

збільшиться на 61% та досягне \$97 млрд [6-8].

Результати останнього дослідження сертифікованого органічного сільського господарства в світі показали (дані 2013 р.), що:

- 35 млн. га землі сільськогосподарського призначення обробляються органічно 1,4 мільйоном виробників.

- Регіони з найбільшими площами сільськогосподарської землі, що обробляється органічно – Океанія (12,1 млн. га), Європа (8,2 млн. га) та Латинська Америка (8,1 млн. га). Країни з найбільшими площами органічної сільськогосподарської землі - Австралія, Аргентина та Китай.

- Найбільші частки сільськогосподарської землі, що обробляється органічно, знаходяться на Фолклендських островах (36,9%), у Ліхтенштейні (29,8%) та Австрії (15,9 %).

- Країни з найбільшою кількістю виробників – Індія (340 000 виробників), Уганда (180 000) та Мексика (130 000). Більше третини органічних виробників знаходиться в Африці.

- Загалом, на світовому рівні площа органічної сільськогосподарської землі збільшилась у всіх регіонах майже на три мільйони га чи 9% порівняно з 2007 р.. На 26% (чи 1,65 млн. га) більше землі, що обробляється органічно, зареєстровано в Латинській Америці, в основному, завдяки потужному росту в Аргентині. В Європі площа органічної землі збільшилась більш ніж на 0,5 млн. га, в Азії – на 0,4 млн.

- Близько третини органічної землі у світі – 12 млн. га – знаходиться в країнах, що розвиваються. Більшість такої землі знаходиться в Латинській Америці, Азія та Африка посідають друге та третє місце відповідно. Країни з найбільшою площею землі, що обробляється органічно, - Аргентина, Китай та Бразилія.

- 31 млн. га складають площі органічних дикоросів та площі для бджільництва. Більша частина цих площ знаходиться в країнах, що розвиваються, що значним чином відрізняється від показника для сільськогосподарських земель, з яких дві третини знаходиться в країнах, що

розвиваються. Інші органічні землі включають площі аквакультури (0,43 млн. га), ліси (0,01 млн. га) та несільськогосподарські землі під пасовища (0,32 млн. га).

•Майже дві третини сільськогосподарської землі, що обробляється органічно, займають площу 22 млн. га. Посівні площі (паші та багаторічні культури) складають 8,2 млн. га (збільшились на 10,4% порівняно з 2007 р.), що складає четверту частину органічної сільськогосподарської землі [7, 8, 9].

Світовий ринок згідно оцінок Organic Monitor, в 2008 р. продажі в світі досягли 50,9 млрд. дол. США, що вдвічі більше за 25 млрд. дол. США в 2007 р. Споживчий попит на органічну продукцію сконцентрований в Північній Америці та Європі – ці два регіони приносять 97% світового прибутку. Азія, Латинська Америка та Австралазія є важливими виробниками та експортерами органічних продуктів харчування. Фінансова криза негативно вплинула на світовий ринок органічної продукції, однак, згідно попередніх досліджень, ринок продовжував зростати в 2009 р., незважаючи на несприятливу економічну ситуацію [1].

Основними тенденціями світового ринку стало збільшення попиту на органічні продукти в більшості країн. Ситуація на світовому ринку органічної продукції характеризується концентрацією попиту в розвинених країнах, підвищенням попиту в країнах, що розвиваються, консолідацією учасників ринку та розвитком дистрибуції органічної продукції.

Органічні продукти давно знайшли споживачів і стали популярними в США та Західній Європі. Лідером за органічним споживанням є Німеччина, яка почала впроваджувати політику здорового харчування ще у 80-х роках. Незважаючи на перевищення вартості екологічних продуктів на 40-50% порівняно з традиційними, італійці щорічно витрачають на придбання органічних продуктів в середньому €25 на одну особу, швейцарці - €105, датчани - €51, шведи - €47.

Більшість господарств, які займаються виробництвом органічної продукції в Україні, розташовані на півдні країни (Одеська, Херсонська області), у західній Україні (Чернівецька, Львівська, Тернопільська області), а також Полтавській області. Як зазначають дослідники [9-11], досить часто ці господарства є учасниками міжнародних проектів (зокрема, зі Швейцарією й Німеччиною) щодо

впровадження органічного землеробства в Україні та співпрацюють з іноземними компаніями. Близько 60% посівів зайняті такими культурами як пшениця, ячмінь, соняшник і кукурудза. Саме ці культури складають основу експортної пропозиції української органічної продукції. Крім того, частина посівних площ відведена під горох, ріпак, гречку, сою, жито, овес, сорго, просо, гірчицю, цукрові буряки тощо.

В Україні сформована достатньо розгалужена система громадських організацій та асоціацій, які докладають чималих зусиль для популяризації та розвитку органічного виробництва. Успішно функціонують Федерація органічного руху України (створена у 2005 р.), Спілка учасників органічного сільського господарства «Натурпродукт», Асоціація органічного землеробства та садівництва. У 2002 році було створено Асоціацію «БіоЛан Україна», яка об'єднує зусилля виробників, переробників, науковців, усіх зацікавлених осіб, і слугує національною платформою для обміну інформацією. З метою проведення досліджень, пропаганди виробництва та споживання органічної продукції в усіх регіонах країни планується створення Центрів органічного землеробства. Сьогодні такі центри активно працюють у Дніпропетровській, Полтавській, Запорізькій областях.

Перспективи розвитку органічного виробництва в Україні визначаються наступними факторами:

- антропогенне забруднення території в Україні має не суцільний характер, залишилась частка земель відносно «чистих», рівень забрудненості яких є значно нижчим, ніж в країнах Західної Європи;
- в Україні найбільша в Європі зайнятість населення в сільськогосподарському виробництві (18% працюючих), відносно низький рівень оплати праці, що можна віднести до конкурентних переваг новоствореної галузі;
- переваги органічного виробництва (незалежність від промислових хімікатів, зменшення енергоємності агровиробництва, запобігання деградації ґрунтів).

У перспективі органічне виробництво повинно дозволити узгодити й допомогти розв'язати економічні, екологічні та соціальні проблеми сільських

територій.

Отже, прискорення розвитку цього перспективного напрямку сільськогосподарського виробництва можливе за умов формування відповідної нормативно-правової бази, впровадження стандартизації, сертифікації та маркування органічної продукції, забезпечення надання інформаційно-дорадницьких послуг населенню, реалізації заходів державної підтримки органічного агровиробництва, в першу чергу для малих та середніх підприємств аграрного сектору [12-15].

Однак, повільний розвиток органічного виробництва в нашій країні спричинений все ще недосконалістю законодавчої та відсутністю нормативної бази, яка б чітко окреслила державну політику у сфері органічного виробництва, створила умови для законодавчого визнання та захисту органічних продуктів, формування національної системи сертифікації, затвердження правил, стандартів і чіткої, ефективної системи державної підтримки та стимулювання розвитку органічного виробництва.

Та все ж потрібно зазначити, що 09.01.2014р. набув чинності Закон “Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини”, який визначає правові та економічні основи виробництва та обігу органічної сільськогосподарської продукції та сировини, заходи контролю та нагляду за такою діяльністю. Варто зазначити, що в Україні поки що не існує жодного вітчизняного офіційного нормативного акту, який би регулював контроль органічного виробництва. Відповідно, вітчизняні виробники проходять процедуру органічної сертифікації свого виробництва за діючими міжнародними стандартами, частіше за все - це норми ЄС.

Наявність нормативних прогалин, неоднозначність положень щодо визначення органічного виробництва, як системи господарювання, суб'єкта господарської діяльності, що займається органічним виробництвом, Правил органічного виробництва та обігу органічної продукції, порядку сертифікації органічного виробництва, здійснення державного нагляду (контролю) за діяльністю операторів органічного ринку, вимог до ведення органічного

виробництва та обігу органічної продукції не дають змоги сільськогосподарським товаровиробникам, які вирішили провадити виробництво за органічними принципами господарювання, його ефективно здійснювати.

Однак, можна виділити такі основні чинники [2, 3], що сприяють розвитку органічного виробництва в Україні, які можна зобразити на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Чинники, що сприяють розвитку органічного виробництва в Україні

На рисунку 1.3 зображена динаміка розвитку органічного виробництва в Україні. Протягом 12 років можна побачити впевнений розвиток даної галузі, що зумовлено в основному родючими чорноземними ґрунтами, які займають 60% загальної площі орних земель, із них близько 8 млн гектарів відносно чистих ґрунтів [13, 14].

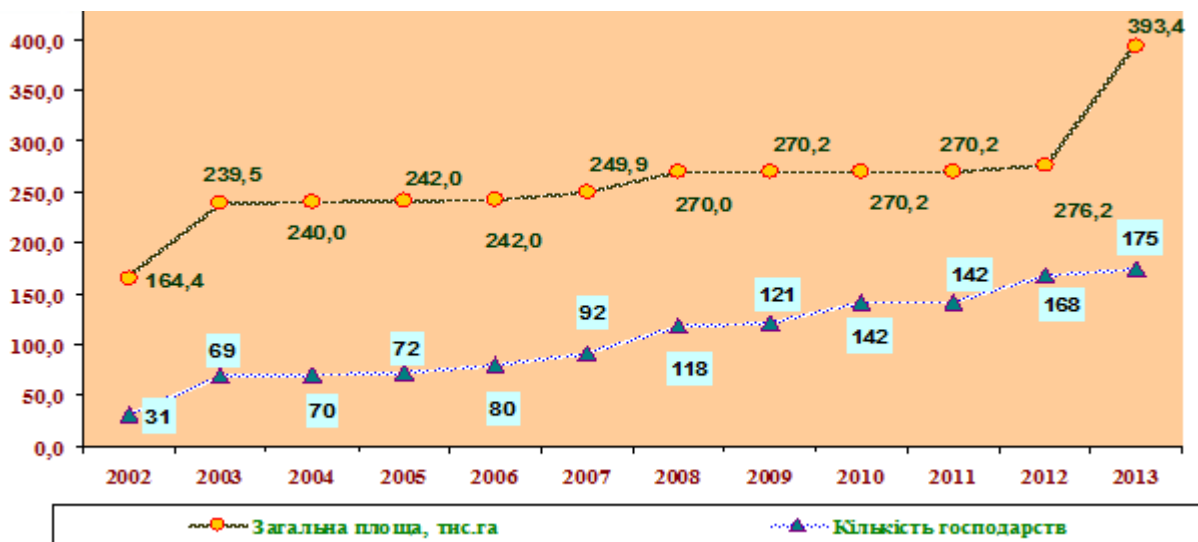


Рисунок 1.3 – Динаміка розвитку органічного виробництва в Україні

Більшість українських органічних господарств розташовані в Вінницькій, Житомирській, Закарпатській, Львівській, Полтавській, Тернопільській,

Одеській, Херсонській областях (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Розподіл операторів органічного виробництва в Україні станом на 01.06.2016 р.

Варто зазначити, що в Україні станом на 01.01.2016 р. працює 16 сертифікаційних компаній-нерезидентів, які здійснюють сертифікацію сільськогосподарського виробництва за правилами органічного виробництва, прийнятими відповідно до Постанови ЄС № 834/2007. Тобто вітчизняні органи оцінки відповідності відсутні, тож органічна продукція здебільшого експортується з України в Європу, а також Швейцарію, США, Канаду.

### 1.2.1 Маркування органічної продукції

Маркування - це основний елемент довіри споживачів до органічної продукції, оскільки це основне джерело інформації для споживачів. Маркування – вирази, особливі позначки, торгові марки, назви виробників, графіка та символи, розміщені на будь-якій упаковці, документах, листівці, етикетці, дошці чи бірці, які вказують на те, що це органічний продукт.

Оскільки в Україні відсутні нормативи чи стандарти, які регулювали б власний органічний ринок, вся вітчизняна органічна продукція виробляється за європейськими стандартами й відповідає вимогам регулювань ЄС, які були затверджені Постановою Ради (ЄС) щодо органічного виробництва та

маркування органічних продуктів, або відповідно до стандартів NOP (США), чи до органічних стандартів будь-якої іншої країни. Загальні принципи маркування органічної продукції описані в ЗУ «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» [4], хоча найчастіше виробники обирають маркування яке описано в стандарті згідно якого проводилась сертифікація.

Відповідно до європейських стандартів під час маркування органічної продукції використовується логотип [21]. Цим логотипом маркуються товари тих виробників, що дотримуються вимог стандартів ЄС про органічне сільське господарство. Логотип наноситися лише на ті товари, що складаються не менш ніж на 95% із органічної сировини. Також при маркуванні органічних продуктів обов'язково вказується орган сертифікації та відповідний номер сертифікату виробника [15,16]. Також, на етикетці органічного продукту вказується назва та номер сертифікаційного органу, що проводив усі роботи по сертифікації.

На території України органічна продукція може мати маркування, окремі типи якого представлені на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 - Види маркування органічної продукції

Зокрема, (рисунок 1.5) 1 - органічний логотип ЄС, що діє на території всіх країн ЄС; 2 - маркування, що вказує на відповідність продукції українським приватним стандартам Асоціації виробників органічної продукції "БІОЛан Україна"; 3 - маркування, що вказує на відповідність продукції стандартам Національної



Органічної Програми США (NOP); 4 - "Евролист" або "біолист", який є новим органічним логотипом ЄС, що набув чинності з 1 липня 2010 року; 5 - маркування, що вказує на відповідність продукції Національним стандартам Японії (JAS); 6 - знак першої і єдиної на сьогоднішній день сертифікаційної організації в Україні "Органік Стандарт" [17].

Також, маркування органічної продукції може проводитись в залежності від відсоткового співвідношення кількості органічних компонентів використаних у виробництві того чи іншого продукту [18]. Якщо органічна продукція містить 95 % інгредієнтів органічного виробництва, то решта 5% повинні входити до «Списку дозволених речовин» (даний список обумовлюється вимогами того чи іншого органічного стандарту). За інших умов, у складі продукту наводяться інгредієнти, що мають органічне походження. Усі складники вказуються з обов'язковим зазначенням їх ваги (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Категорії органічної продукції відповідно до вмісту органічних компонентів

Категорії	Вимоги	Маркування
100% органічна	100 % органічних компонентів	100% органічний продукт
Органічна	Не менше 95% органічних компонентів	Органічний
Виготовлена із органічних компонентів	Не менше 70% органічних компонентів	Зроблений з органічних...
Містить органічні компоненти	Менше 70% органічних компонентів	Вказується список органічних речовин (у %)

### **1.2.2 Соціологічне дослідження щодо визначення ступеня важливості органічної продукції**

В Україні збільшується попит на продукцію органічного виробництва, завдяки її активній популяризації громадськими організаціями, асоціаціями і самими виробниками. Органічні продукти користуються попитом у багатьох

країнах світу. З метою оцінювання рівня обізнаності та попиту на органічну продукцію в західному регіоні України в роботі було здійснено низку соціологічних досліджень. Було анкетовано 302 студенти вищих навчальних закладів віком 18-24 роки, які проживають у різних містах Західного регіону України. Результати виявилися досить несподіваними, адже існує думка, що споживачі не достатньо обізнані щодо існування і користі властивостей органічної продукції. Дослідження засвідчили: 81 % опитаних ствердно відповіли на запитання "Чи знаєте Ви що таке органічна продукція?". Частині опитаних (17 %) важко було відповісти або ж вони не знайомі (2 %) з таким поняттям. Отже, серед респондентів є зацікавлення в продукції, яка була б органічною. Для 90 % опитаних важливо, щоб продукція була органічною [22]. Отже, виробник та служба маркетингу повинні спрямувати зусилля на дослідження попиту та збільшення обсягу виробництва такої продукції.

Результати незалежного опитування щодо готовності витратитись більше на екологічно чисту продукцію показали, що серед молодих людей віком 18-25 років поширене прагнення купувати екологічно чисту продукцію і вони готові платити за це більшу ціну порівняно з ціною за аналогічні продукти, вироблені за традиційними технологіями, навіть за низького (до 2000 грн/місяць) рівня статків (рисунок 1.6).

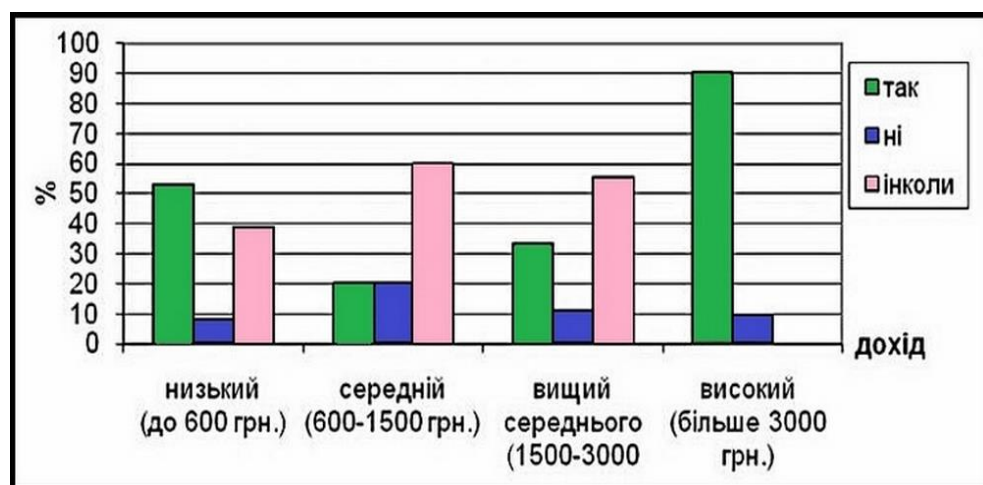


Рисунок 1.6 - Попит на екологічно чисту продукцію залежно від матеріальних статків опитаного населення

Отже, екологічно чиста продукція – невід'ємна складова повсякденного

харчового раціону кожної людини. Потреба у ній підтверджується як на теоретичному, так і на практичному рівнях. 81 % респондентів даного дослідження погоджуються, що населення не достатньо проінформоване щодо переваг вживання екологічно чистої продукції [18, 19]. В межах соціологічного дослідження також було розглянуто питання щодо думки респондентів у процесі перегляду рекламних матеріалів про продукти харчування і на запитання "Які чинники для вас найважливіші при купівлі органічних продуктів?", отримали результати, зображені на рисунку 1.7. Дослідження показують, що у рекламному перегляді споживачі віддають перевагу репутації виробника. Тому для виробників цього виду продукції найголовніше – більше реклами екологічно чистої продукції, облаштування відділів екологічно чистої продукції в торговельній мережі та ін.

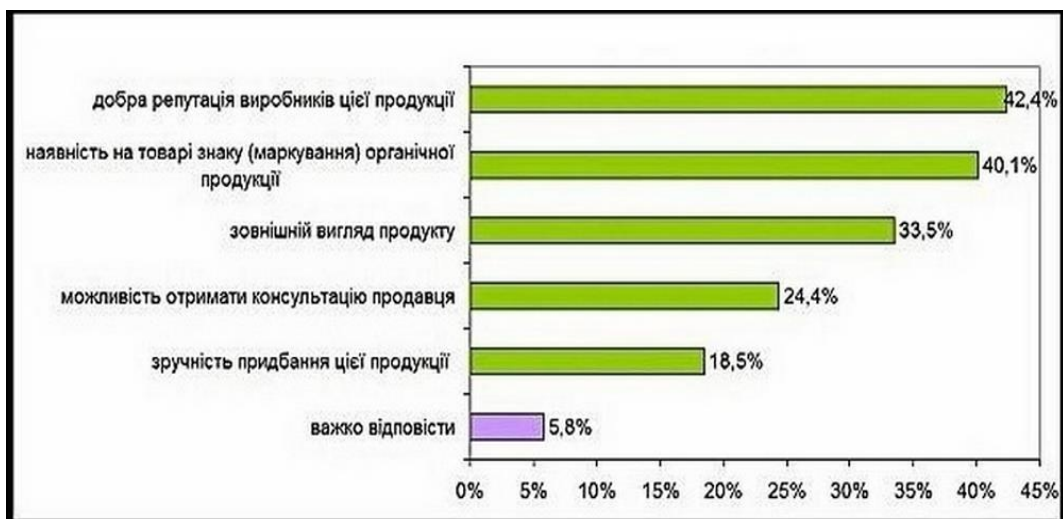


Рисунок 1.7 - Найважливіші чинники під час придбання органічних харчових продуктів

Результати соціологічного опитування свідчать, що на сьогодні лише невеликий відсоток українських споживачів свідомо готовий платити більше за органічну продукцію. Було проведено перший етап соціологічного дослідження, під час якого були опитані молоді люди, жителі Західної України, віком від 18 до 28 років. Серед респондентів 10% взагалі не знають, що таке органічна продукція, 30% зізналися, що не купують органічну продукцію, тому що це надто дорого, і уже роблячи підсумки, 80% респондентів погодилися, що не готові платити на 20-30% більше за органічну продукцію в порівнянні зі звичайною

(рисунок 1.8). В більшості випадків це зумовлено економічною ситуацією в самій Україні та її місцем на світовому ринку. Окрім того, споживач не має впевненості в тому, що купує саме органічну продукцію, тобто не існує процедури контролю саме готової органічної продукції. В результаті вітчизняний виробник органічної продукції змушений орієнтуватися на експорт.

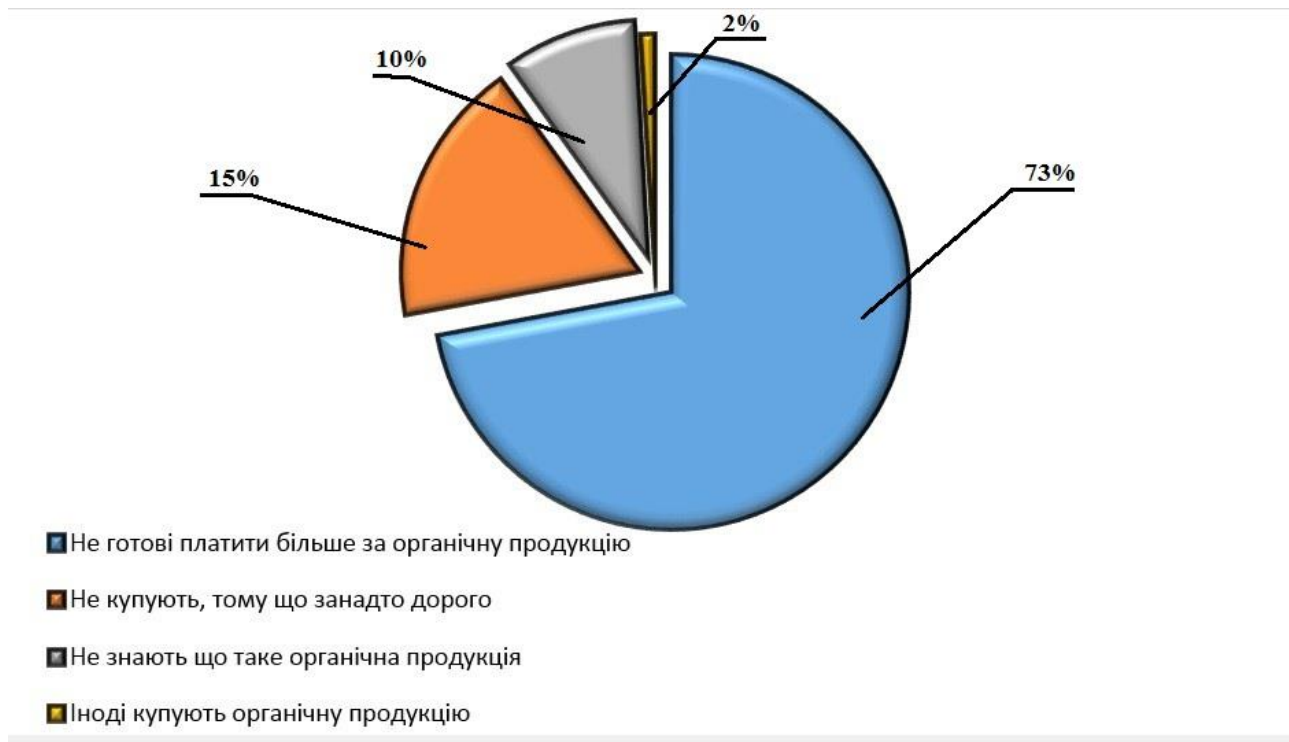


Рисунок 1.8 - Діаграма результатів соціологічного опитування

Це пояснюється тим, що динаміка збільшення попиту в Європі на органічну продукцію вказує на перспективу для українських аграрних виробників швидко інтегруватись до вибагливого, але досить прибуткового і стабільного ринку органічної продукції, що активно розвивається поруч [20].

### 1.3. Аналіз міжнародного досвіду у сфері органічного виробництва

Для функціонування світових ринків органічної продукції та розвитку органічного сільського господарства надзвичайно велику роль відіграє гарантійна система, що включає в себе певні стандарти, а також установи з інспекції та сертифікації.

Ця система забезпечує відповідність органічним стандартам усього процесу аграрного виробництва та переробки сільськогосподарської сировини до

рівня кінцевої продукції, включно з її пакуванням та маркуванням. Таким чином, сертифікація органічної продукції спрямована на методи й засоби як сільськогосподарського виробництва, так і переробки сировини та виготовлення продуктів. В основу тієї чи іншої сертифікації органічної продукції покладаються стандарти та/або правові норми.

Провідну роль у формуванні стандартів та системи акредитації організацій, які займаються сертифікацією органічної продукції на відповідність цим стандартам, відіграє Міжнародна федерація органічного сільськогосподарського руху (IFOAM) – міжнародна неурядова організація, яка об'єднує 700 організацій з 117 країн світу. Ще в 1980 році IFOAM сформулювала перші «Базові стандарти IFOAM щодо органічного виробництва і переробки», які постійно вдосконалюються та широко визнані в світі. IFOAM має власну програму добровільної міжнародної акредитації організацій, які займаються органічною сертифікацією. Акредитація, що побудована на базових стандартах IFOAM, проводиться міжнародним органом акредитації IOAS, заснованим Федерацією.

В Європейському Союзі регулювання в сфері органічної продукції здійснюється за допомогою Постанови Ради ЄС № 834/2007, яка визначає загальні принципи органічного сільського господарства, вимоги до процесу виробництва сільськогосподарської продукції, її переробки та виготовлення харчових продуктів, ознаки і маркування органічної продукції; систему інспекції/контролю органічної продукції, в тому числі при імпорті в країни ЄС [15].

Система інспекції органічної продукції в ЄС є змішаною - державно-приватною. Державні органи в країнах Європейського Союзу уповноважені здійснювати акредитацію приватних органів сертифікації та нагляд за їх діяльністю. В свою чергу, приватні органи сертифікації контролюють фермерські господарства, харчову промисловість й імпортерів з інших країн, а також сертифікують їхню продукцію відповідно до стандартів, які мають відповідати вимогам ЄС. Програма акредитації органів сертифікації, яку здійснює IFOAM, дозволяє досягти міжнародної гармонізації базових вимог до органічної

продукції. Водночас, лише покупці та споживачі органічної продукції можуть визначати, яким конкретним стандартам вони віддають перевагу, і тільки вони можуть приймати рішення, якій саме сертифікації вони довіряють.

**Основні стандарти у сфері органічного виробництва** та переробки розроблені у розвинутих країнах світу:

-Європейський Союз та його постанови щодо органічного виробництва: Постанова Ради ЄС № 834/2007 (колишня Постанова Ради ЄС № 2092/91) та додаткові постанови: Постанова Комісії ЄС № 889/2008; Постанова Комісії ЄС № 1235/2008);

-Сполучені Штати Америки та їх Національна Органічна Програма (NOP);

-Японія та її JAS Стандарти;

-Швейцарія, Ізраїль, Аргентина, Австралія мають органічні постанови еквівалентні Постанові Ради ЄС № 834/2007.

У країнах, що не є членами Європейського Союзу, застосовується стандарт, що є рівнозначним Постанові Ради ЄС 889/2008 та 834/2009.

Для аналізу міжнародного досвіду у сфері органічного виробництва обрано найрозвинутіші країни світу – країни ЄС, США і Японія.

Перш за все, варто відзначити, що першоджерелами міжнародних настанов та практик щодо органічного виробництва є документи, розроблені Комісією Кодекс Аліментаріус, а також стандарти, розроблені міжнародними організаціями такими, як Міжнародна федерація органічного сільськогосподарського руху (IFOAM) та Міжнародна організація зі стандартизації (ISO). Незважаючи на те, що всі ці рекомендації носять добровільний характер, вони характеризуються різним статусом на міжнародній арені і повинні бути достатньо зрозумілими для національних законодавців, політиків і експертів. І тим не менш, всі вони є дуже важливими при формуванні національних законів і стандартів в області органічного сільського господарства.

### **Законодавство в сфері органічного виробництва Європейського союзу.**

З початку 1990-х років, органічне сільське господарство швидко розвивається практично у всіх державах-членах Європейського Союзу (ЄС).

Згідно опитування IFOAM 2013 року, майже 8,3 млн га знаходяться під органічною сертифікацією в ЄС, розподілених по 160000 органічних холдингів і представляють 3,9% від загальної сільськогосподарської площі, в даний час це найвища частка земель в світі, які обробляються органічними методами порівняно з землями, які обробляються традиційно.

У 2007 році ЄС прийняв нову Постанову ЄС 834/2007 щодо органічного виробництва та маркування органічних продуктів. Як показано на рисунку 1.9, основний текст Постанови 834/2007 дуже схожий за структурою до Настанови Кодексу Аліментріусу в тому, що вона містить ряд загальних цілей і принципів, мінімальних правил для виробництва, переробки, маркування, інспекції та сертифікації органічних продуктів, а також окремий пункт на імпорт таких продуктів. Проте, законодавство ЄС в даний час об'єднало детальні технічні положення в основній частині Постанови, на відміну від розміщення їх в додатках.



Рисунок 1.9 - Структура законодавства в сфері органічного виробництва ЄС

### **Законодавство в сфері органічного виробництва Сполучених штатів Америки.**

У 1990 році Конгрес США прийняв Закон про виробництво органічних продуктів харчування (OFPA) (останні зміни внесені в 2005 році). OFPA описує

основні правила, що стосуються виробництва і обробки органічних продуктів, створення системи акредитації та сертифікації і Національної ради органічних стандартів (NOSB). Національна органічна програма (NOP) США містить детальні положення про органічне виробництво, вимоги до обігу і маркування, про акредитацію органів сертифікації і мінімальні вимоги органічних програм сертифікації, а також Національний перелік дозволених і заборонених речовин в органічному сільському господарстві (рисунок 1.10).

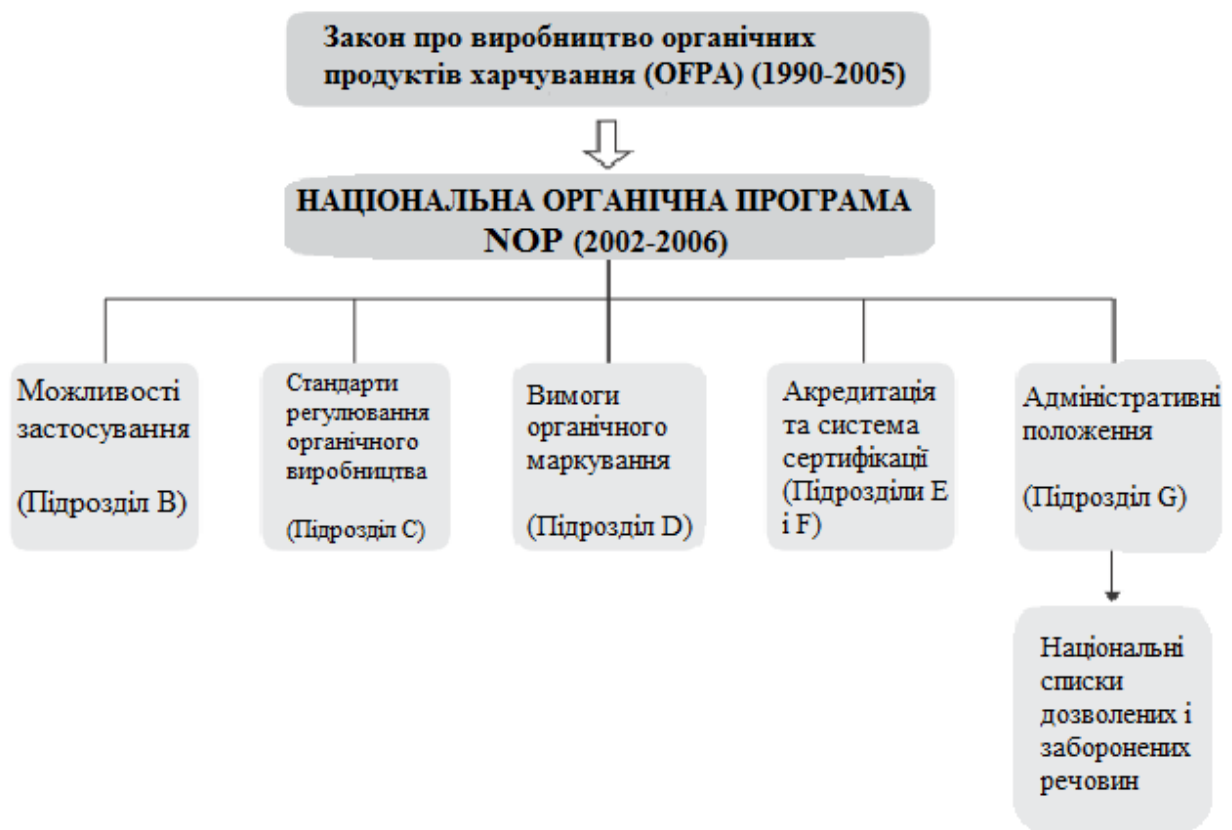


Рисунок 1.10 - Структура законодавства в сфері органічного виробництва США

### **Законодавство в сфері органічного виробництва Японії.**

Японська правова база щодо органічного сільського господарства побудована на основі закону щодо стандартизації і належного маркування сільськогосподарської та лісової продукції. Він встановлює загальні критерії і процедури з акредитації та сертифікації, а також вимоги до маркування та імпорту практично для всіх сільськогосподарських і лісових продуктів (не тільки органічних), як правило, називаються як "JAS System". Згодом відбувся процес



гармонізації японської органічної системи до Настанови Codex Alimentarius і захисту споживачів від несправжньої органічної продукції за допомогою обов'язкового дотримання JAS стандартів і введення незалежної органічної сертифікації.

Таким чином, японська правова база на органічне сільське господарство є дуже фрагментованою: система акредитації / сертифікації та вимоги до маркування та імпорту встановлюються загальним законом, що охоплює всі сільськогосподарські та лісові продукти, в той час як конкретні стандарти з органічного виробництва, обробки і методів обробки розглядаються окремими додатками до MAFF Настанови для різних категорій органічних продуктів [21, 22] (рисунок 1.11).

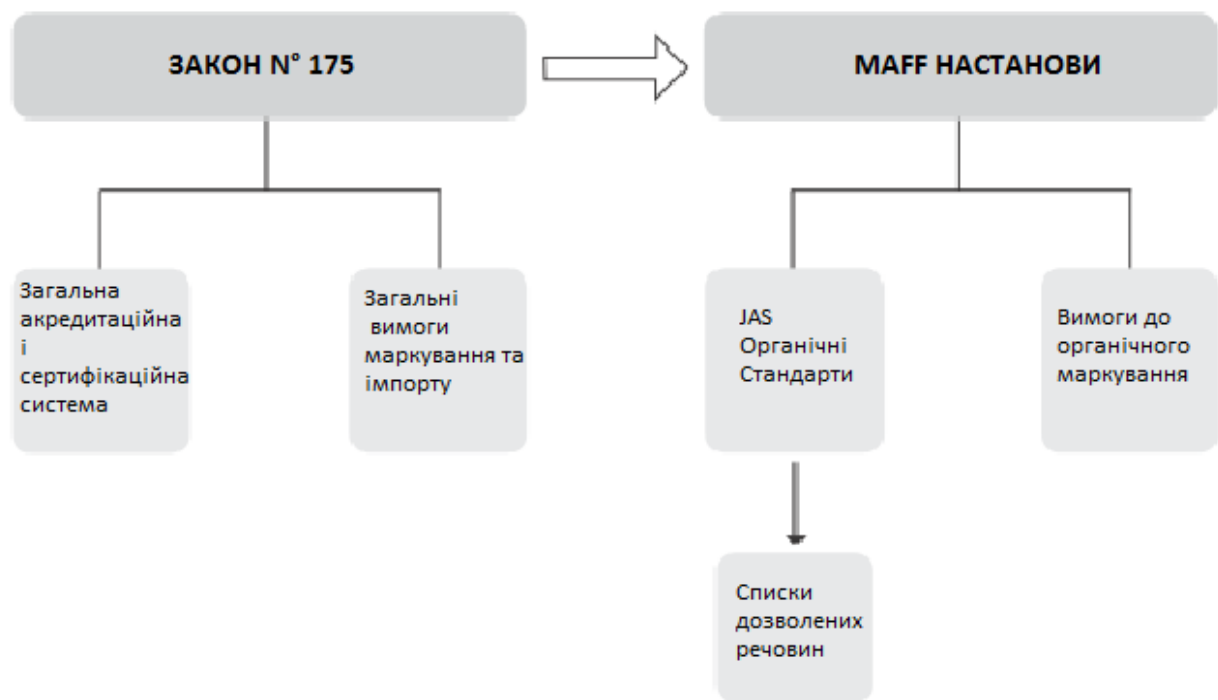


Рисунок 1.11 - Структура законодавства в сфері органічного виробництва Японії

Розглянувши основні аспекти національного законодавства трьох найбільш розвинутих регіонів світу, було здійснено порівняльний аналіз їх системи контролю органічного виробництва за критеріями: нормативне забезпечення, правила органічного маркування, правила органічного виробництва та перероблення, акредитація та сертифікація, вимоги щодо

імпорту. Проведене аналітичне дослідження дає можливість обрати найбільш прийнятний метод нормативно-законодавчого врегулювання в даній галузі на державному рівні, з урахуванням міжнародного досвіду (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 - Порівняльний аналіз системи контролю органічного виробництва в ЄС, США та Японії

ЄС	США	Японія
1	2	3
<b>Нормативне забезпечення</b>		
Постанова Ради ЄС 834/2007 Постанова Комісії (ЄС) 889/2008	Закон про виробництво органічних продуктів харчування (OFPA) Національна Органічна Програма (NOP)	JAS Стандарти
<b>Органічне маркування</b>		
<p>1. Маркування, як «органік» (тільки якщо органічні компоненти складають не менше 95% від повного складу продукції) дозволене тільки після проходження процедури сертифікації;</p> <p>2. На маркуванні повинно вказуватись номер сертифікаційного органу, який видав сертифікат на продукцію;</p> <p>3. Для країн третього світу, на маркуванні додатково вказується назва країни походження органічного продукту;</p> <p>4. Забороняється маркування продукції як «органічна» протягом конверсійного періоду.</p>	<p>1. Для цілей маркування, NOP виділяє чотири категорії продуктів на основі їх органічного складу:</p> <p>1) «100% органічні» – містять в своєму складі 100% органічні інгредієнти (вода і сіль в загальному складі до уваги не беруться);</p> <p>2) «органічні» - органічні компоненти складають не менше 95% від повного складу продукції (решта 5% інгредієнтів можуть бути неорганічного походження, але обов'язково бути дозволеними згідно затвердженого списку);</p> <p>3) «зроблено з органічними» - щонайменше 70% інгредієнтів є органічними (решта 30% повинні бути виготовленими без заборонених речовин);</p> <p>4) «Містять менше ніж 70% органічних інгредієнтів» - решта 30% можуть бути виготовленими без дотримання правил органічного виробництва.</p>	<p>1. Маркування, як «органік» (тільки якщо неорганічні компоненти складають не більше 5% від повного складу продукції, за винятком води, солі і технологічних добавок). Дозволене тільки після проходження процедури сертифікації;</p> <p>2. Використання органічного логотипу JAS є добровільним, але при використанні, воно повинно супроводжуватися цілим рядом обов'язкових ознак, встановлених MAFF. На маркуванні повинно вказуватись номер та назва сертифікаційного органу, який видав сертифікат на продукцію, назва продукції. Відповідно до "Кримінального кодексу" в главі 7 Закону №175, будь-який порушник цих вимог щодо маркування, може отримати штраф, що не перевищує один мільйон ієн або бути засудженим з позбавленням волі на строк не більше одного року.</p>
Правила органічного виробництва та перероблення		

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
<p>1. Конверсійний період починається не від моменту початку ведення господарства органічними методами, а від моменту, коли господарство є зареєстроване в системі сертифікаційного органу і знаходиться під контролем. Триває 3 роки.</p> <p>2. Не забороняється почергове виробництво органічної та традиційної продукції на одних потужностях. Основна вимога – чітке відокремлення одне від іншого і доказу, що не відбувається перехресне забруднення. (Даний пункт не відповідає Настанові Кодексу Аліментаріус).</p> <p>3. Насінневий матеріал повинен бути тільки органічного походження (для багаторічних рослин, насіння вважається органічним після 2 сезонів вирощування органічним методом). Дозволяється використання звичайного насіння, якщо органічне не існує для купівлі, у випадку попереднього погодження цього з сертифікаційним органом. Категорично забороняється використання насіння отримане за допомогою генної інженерії.</p>	<p>1. Конверсійний період-NOP вимагає, щоб 3 роки перед безпосереднім збором органічного врожаю, роботи велися органічними методами без застосування заборонених речовин. На відмінну від Настанови Кодексу Аліментаріус, Закон США прямо не вимагає активного органічного управління протягом 3 років періоду конверсії, ні того, що вона починається тільки після того, як виробнича одиниця була зареєстрована в системі сертифікаційного органу і знаходиться під контролем.</p> <p>2. Не забороняється почергове виробництво органічної та традиційної продукції на одних потужностях. Основна вимога – чітке відокремлення одне від іншого і доказу, що не відбувається перехресне забруднення. (Даний пункт не відповідає Настанові Кодексу Аліментаріус).</p> <p>3. Насінневий матеріал повинен бути тільки органічного походження. Дозволяється використання звичайного насіння, якщо органічне не існує для купівлі, у випадку попереднього погодження цього з Міністерством сільського господарства США.</p>	<p>1. Конверсійний період починається від моменту, коли господарство є зареєстроване в системі сертифікаційного органу і знаходиться під контролем. Триває 2 роки від посіву або посадки органічних культур, або 3 роки від моменту збору першого врожаю (для багаторічних рослин);</p> <p>2. Не забороняється почергове виробництво органічної та традиційної продукції на одних потужностях. Основна вимога – чітке відокремлення одне від іншого і доказу, що не відбувається перехресне забруднення. (Даний пункт не відповідає Настанові Кодексу Аліментаріус).</p> <p>3. Насінневий матеріал повинен бути тільки органічного походження. Дозволяється використання звичайного насіння, якщо органічне не існує для купівлі. При чому, згідно даного стандарту не вимагається попереднього погодження цього з Міністерством MAFF чи відповідальним сертифікаційним органом. Категорично забороняється використання насіння отримане за допомогою генної інженерії.</p>

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
<p>4. Родючість і біологічна активність ґрунту повинна підтримуватись за допомогою оброблення землі та культивуації. Використання добрив тільки органічного походження без хімічної обробки та добавок. Забороняється використання нітратних та мінеральних добрив.</p> <p>5. Передбачається збір диких рослин.</p>	<p>Крім того, насіння, оброблені речовинами, які є в списку заборонених в США, може бути використане в органічному виробництві, оскільки застосування цих речовин вимагається федеральними або державними фітосанітарними правилами.</p> <p>4. Родючість і біологічна активність ґрунту повинна підтримуватись за допомогою оброблення землі та культивуації. Використання добрив тільки органічного походження без хімічної обробки та добавок. Забороняється використання нітратних та мінеральних добрив.</p> <p>5. Передбачається збір диких рослин.</p>	<p>4. Родючість і біологічна активність ґрунту повинна підтримуватись за допомогою оброблення землі та культивуації. Використання добрив тільки органічного походження без хімічної обробки та добавок. Забороняється використання нітратних та мінеральних добрив.</p> <p>5. Не передбачається збір диких рослин.</p>
<b>Акредитація та сертифікація</b>		
<p>1. Дана Постанова містить дуже мінімальні вимоги щодо сертифікації та системи контролю органічної продукції, основна відповідальність за встановлення такої системи на національному рівні покладена на країни-членів ЄС.</p> <p>2. Система контролю органічної продукції перш за все передбачає повну простежуваність кожного етапу виготовлення.</p> <p>3. Вимоги до акредитації органів з сертифікації дана Постанова теж не встановлює.</p>	<p>1. Згідно Настанови Кодексу Аліментаріус, відповідальність за встановлення вимог та правил акредитації несе Міністр сільського господарства. Виконавчим органом в даному випадку виступає Адміністратор Служби сільськогосподарського ринку, який безпосередньо проводить інспекційні та контролюючі роботи.</p> <p>2. На відміну від інших національних законодавств, відповідно до законодавства США, формальна акредитація органів з сертифікації в ISO / IEC Guide 65 не потрібна. Акредитація надається строком до 5 років.</p>	<p>1. Сертифікація здійснюється тільки третьою незалежною стороною, яка є офіційно визнаною Міністерством MAFF.</p> <p>2. Акредитацію надає MAFF строком на 3 роки (відповідно до ISO/IEC Guide 65) як для національних так і для іноземних органів із сертифікації, під час яких орган знаходиться під строгим контролем. 3. Якщо з причини некомпетентності та невідповідності вимогам JAS, сертифікаційний орган є дискредитованим, то він втрачає можливість вести діяльність та бути повторно акредитованим, строком щонайменше 1 рік. ієн або тюремним ув'язненням на термін не</p>

1	2	3
<p>Це на відповідальності національних органів, які вже встановлюють відповідність до європейського стандарту EN 45011 або ISO / IEC Guide 65.</p> <p>4. На відміну від Настанови Кодексу Аліментаріус (додаток3) та іншими національними законодавствами, в новому Регламенті ЄС нічого не говориться про мінімальні вимоги інспекції та запобіжних заходів, які будуть здійснюватися в рамках програм контролю і сертифікації.</p>	<p>У разі виявлення невідповідностей чи порушень, сертифікаційний орган буде позбавлений акредитації строком не менше 3 років.</p> <p>3. Повна фізична інспекція є обов'язковою, принаймні один раз на рік. Додаткові перевірки (оголошено або без попереднього повідомлення) можуть проводитися на розсуд сертифікаційного органу або при необхідності Адміністратором Служби сільськогосподарського ринку.</p> <p>Контроль і випробування органічної продукції, яка є в продажі чи зберіганні, також може здійснюватися Адміністратором або вимагається державним органом.</p>	<p>При порушенні даної вимоги, відповідальні особи можуть притягатись до штрафів що не перевищує один мільйон більше 1 року (тільки на національному рівні), для іноземних порушників, відповідальність не описується.</p> <p>2. В рамках контролю сертифікації Міністерство МАФФ має право, з-за необхідності, потребувати від сертифікаційного органу звіти про проходження сертифікації і провести власну інспекцію проведених сертифікаційних операцій.</p>
<b>Вимоги щодо імпорту</b>		
<p>1. Основні вимоги щодо імпорту органічної продукції стосуються країн третього світу. Продукція повинна відповідати вимогам Постанови ЄС та Настанові Кодексу Аліментаріус, або таким стандартам, що є еквівалентними до вище перелічених.</p> <p>2. Для окремих груп органічної продукції (олія, зернові, бобові...) перед імпортом передусе обов'язковий відбір проб з кожної партії на предмет вмісту пестицидів. Після чого видається імпорт-сертифікат, на основі якого вже здійснюється імпорт.</p>	<p>1. Є 3 способи, щоб органічна продукція, могла бути імпортована до США :</p> <p>1) Пряма акредитація USDA (Міністерстві сільського господарства США»</p> <p>2) Визнання USDA зовнішньої системи акредитації;</p> <p>3) Двостороння угода еквівалентності: органічна сертифікація здійснюється закордонними органами по сертифікації, які акредитовані іноземним державним органом відповідно до угоди еквівалентності зі Сполученими Штатами.</p>	<p>1. Є 2 способи, щоб органічна продукція, могла бути імпортована до Японії :</p> <p>1) Через треті країни, законодавства яких є визнаними та еквівалентними до JAS. Це країни із затвердженого списку, наприклад, Данія, Фінляндія, Франція, Греція, Італія, Великобританія, США;</p> <p>2) Через проходження сертифікації в акредитованому сертифікаційному органі у відповідність до вимог органічних JAS Стандартів.</p>

За результатами проведеного суміжного порівняння міжнародної нормативної бази та української встановлено, що національна база дотримується запозичених правил з тої чи іншої міжнародної системи управління органічним виробництвом (таблиця 1.4) [23-27].

Таблиця 1.4 – Порівняння міжнародної та національної нормативної бази для органічного виробництва

<b>Міжнародна нормативна база для органічного виробництва</b>	<b>Національна нормативна база для органічного виробництва</b>
EU. Постанова Ради (ЄС) 834/2007 від 28 червня 2007 р. щодо органічного виробництва та маркування органічних продуктів.	Закон «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», який набрав чинності 10.01.2014 р.
Регламент комісії (ЄС) № 889/2008 від 5 вересня 2008 року, що встановлює детальні правила для імплементації Постанови Ради (ЄС) 834/2007.	
JAS (Japanese Organic System). Закон Японії щодо стандартизації і правильного маркування сільськогосподарської і лісової продукції № 175 з відповідними вказівками щодо органічного виробництва.	
NOP (National Organic Program). Національна органічна програма Міністерства сільського господарства США.	
BioSuisse. Стандарти Асоціації швейцарських організацій виробників органічної продукції.	
Національні стандарти постанови, програми і правила (директиви, правові норми)	

Оскільки, в Україні поки що немає жодного вітчизняного офіційного нормативного акту, який би регулював органічне виробництво, то одним з найважливіших завдань для країни розроблення та впровадження в дію відповідних нормативних документів. Пропонується для розробки вітчизняних нормативних актів взяти за основу саме Європейські Постанови, адже сьогодні вітчизняні виробники проходять процедуру органічної сертифікації свого виробництва за діючими міжнародними стандартами і частіше за все - це норми Європейського Союзу. Проте при створенні національних нормативних документів слід враховувати національні особливості.

На сьогодні, система управління і контролю органічного сектору виробництва в Україні має структуру, зображену на рис. 1.12.

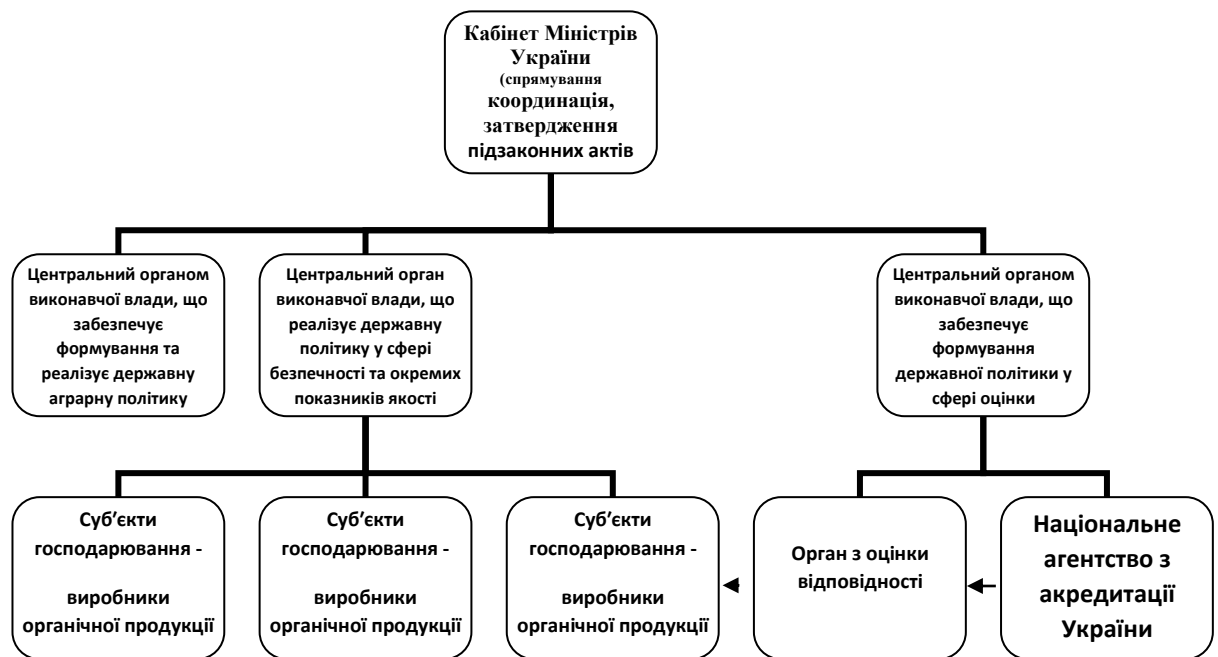


Рисунок 1.12 - Система управління і контролю органічного сектору виробництва в Україні

Відповідно до Закону діюча структура функціонування органічного виробництва в Україні наступна: Кабінет Міністрів України спрямовує, координує та затверджує підзаконні акти; Мінагрополітики України формує державну політику, розробляє детальні правила та критерії якості земель, їх придатності для виробництва органічної продукції, готує пропозиції щодо

призначення органів з оцінки відповідності; Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері безпеності та окремих показників якості харчових продуктів, у сфері виробництва та обігу органічної продукції (сировини) здійснює державний нагляд (контролю) за діяльністю суб'єктів господарювання і органів з оцінки відповідності та веде реєстр виробників органічної продукції; Мінекономрозвитку України призначає органи з оцінки відповідності і веде їх реєстр, організовує підготовку та здійснює атестацію аудиторів з сертифікації, організовує нагляд за призначеними органами з оцінки відповідності, визначає правила процедури підтвердження відповідності; Орган з оцінки відповідності виробництва органічної продукції (сировини) (сертифікаційний орган) здійснює:

- 1) оцінювання (атестований аудитор з сертифікації та/або спеціаліст органу з оцінки відповідності),
- 2) підтвердження відповідності виробництва, оцінку відповідності виробництва органічної продукції (сировини); видача, відмова у видачі, анулювання сертифікату.

Діюча схема сертифікації на відміну від систем контролю органічного сектору в ЄС надто зарегульована, що вимагає від операторів значного часу та енергії щодо розвитку діяльності в цій сфері [26].

Автором пропонується модель системи контролю виробництва органічної продукції (СКВОП), яка базується на чотирьох підсистемах: нормативно-методична, організаційна, інформаційна та технічна підсистеми [34]. Елементи підсистем та їх взаємозв'язок зображені на рисунку 1.13.



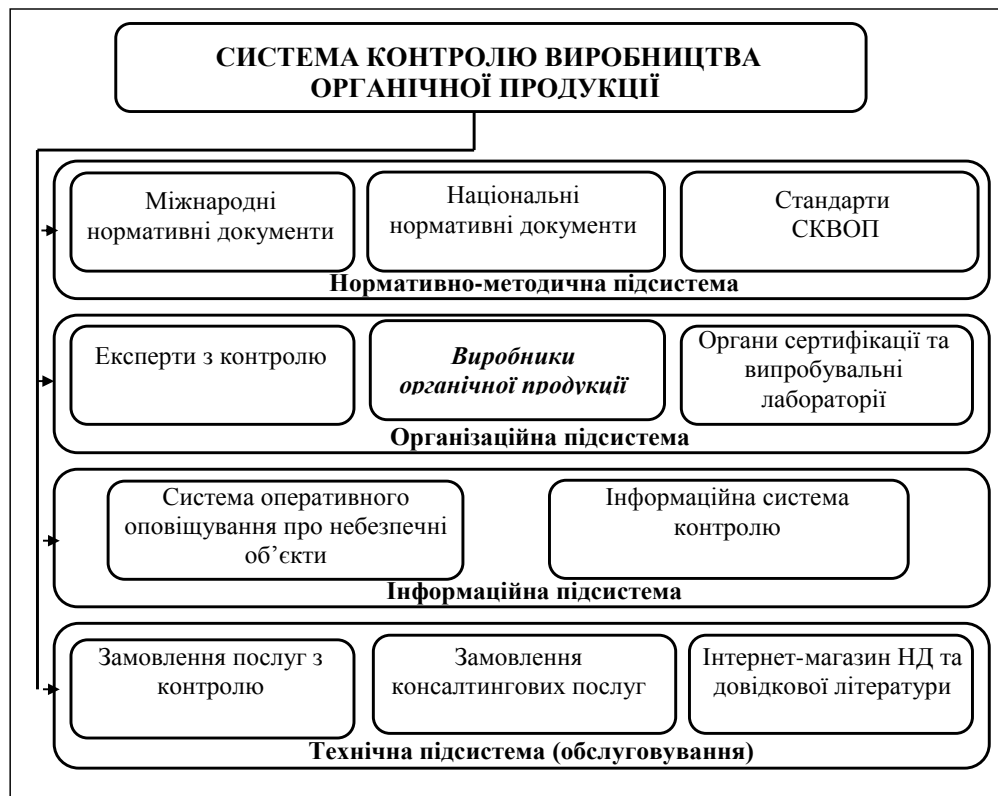


Рисунок 1.13 - Модель системи контролю виробництва органічної продукції

#### 1.4 Формування задач подальших досліджень

Згідно з проведеним аналізом визначено основні завдання подальших досліджень щодо вдосконалення нормативно-технічного забезпечення системи контролю органічного виробництва, а саме:

- розробити систему класифікаторів для об'єктів органічної продукції, показників їх якості та методів їх визначення з метою забезпечення раціонального вибору методів контролю органічної продукції за конкретних умов;
- на основі експериментальних досліджень сформулювати пропозиції щодо шляхів нормування готової органічної продукції у зв'язку з їх відсутністю;
- напрацювати пропозиції щодо створення національної системи сертифікації органічного виробництва;
- розвинути методи оперативного контролю основних показників якості органічних ґрунтів на основі використання адмітансного методу;
- дослідити ґрунти, як електрохімічні системи з метою оптимізації процесу вибору умов контролю ПЯ таких об'єктів;

• для забезпечення оперативного контролю органічного виробництва розробити рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичної системи моніторингу органічного виробництва.

### **Висновки до розділу 1**

1. Проаналізовано сучасний стан нормативного забезпечення виробництва органічної продукції в Україні та встановлено факт відсутності підзаконних нормативних документів. Запропоновано для розробки вітчизняних нормативних документів взяти за основу Європейські Постанови та врахувати національні особливості.
2. На основі аналітичного дослідження розвитку закордонних систем контролю органічного виробництва запропоновано шляхи вдосконалення національної системи управління та контролю органічним виробництвом.
3. За результатами проведеного соціологічного дослідження щодо визначення попиту на органічну продукцію сформовано найважливіші чинники, які впливають на зростання ступеня важливості органічних харчових продуктів в Україні.
4. Здійснено аналіз основних аспектів розвитку органічного виробництва, на основі якого сформовано проблематику та задачі подальших досліджень.

## РОЗДІЛ 2 РОЗВИТОК НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 2.1. Класифікація органічної продукції, номенклатури її показників якості та методів їх визначення

Оцінювання якості органічної продукції, сьогодні є доволі актуальним як для виробника, так і для споживача. А оскільки якість – це ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє вимоги [1], необхідно мати чіткий інструментарій визначення цих характеристик, що є запорукою належного їх нормування, контролювання та забезпечування якості, як складової частини управління якістю органічного виробництва. Крім цього, кінцевим результатом процесу оцінювання якості органічної продукції (а це ступінь, як зазначалось вище) мала би бути кількісна оцінка, для формування якої доцільно використовувати показники якості (ПЯ), бо саме вони є кількісною характеристикою однієї або кількох властивостей органічної продукції за певних умов її створення, експлуатації або споживання. Вважаємо, що запорукою однозначного трактування оцінки якості та функціонування системи надання достовірної інформації про якість органічних продуктів є забезпечення єдності оцінювання якості, яка повинна досягатись на основі функціонування підсистеми методик оцінювання якості, що передбачає впорядкування та систематизацію об'єктів та методів оцінювання ПЯ органічних продуктів.

Структурувати методи оцінювання показників якості органічної продукції (МОПЯ) можна за різними критеріями, що пропонуються в роботі (рисунок 2.1.)



Рисунок 2.1- Класифікація методів оцінювання показників якості органічної продукції за різними критеріями

Цілі та умови оцінювання якості органічної продукції можуть впливати на вибір того чи іншого методу оцінювання ПЯ, в зв'язку з чим останні можна поділити за часом реалізації на оперативні та традиційні. До оперативних методів слід віднести новітні прогресивні методи (наприклад, експрес визначення твердості води за параметрами імітансу (фізичний метод) в порівнянні з традиційними хімічними методами).

З точки зору забезпечення необхідного ступеня об'єктивності інформації про значення ПЯ, методи слід класифікувати як об'єктивні та суб'єктивні.

Важливим класифікаційним критерієм є суть реалізації самого методу оцінювання, згідно з яким МОПЯ можна структурувати так, як це запропоновано автором на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 - Класифікація методів оцінювання показників якості органічної продукції за критерієм сутності їх реалізації

Автором пропонується встановити ще одну класифікаційну ознаку для МОПЯ, а саме – спосіб отримання кількісного значення ПЯ, відповідно до якого поділити всі методи на прямі та непрямі. До прямих віднесемо експериментальний, органолептичний, реєстраційний, комбінаторний методи, до непрямих – експертний, соціологічний, розрахунковий та текстологічний методи, реалізація яких може здійснюватись на основі знань, отриманих раніше та зафіксованих у пам'яті чи документально [28-30].

Експериментальний метод є найпоширенішим у всіх галузях господарства. Особливо він має широке застосування в промисловості. В літературі його ще називають інструментальний метод, тобто такий, який, зазвичай, реалізується з використанням технічних засобів (інструментів). Переваги такого методу полягають в тому, що він усуває суб'єктивні похибки, дає можливість автоматизувати процес контролю, забезпечує високу продуктивність та точність визначення показників якості. Експериментальний метод реалізується шляхом

проведення вимірювальних операцій (реалізація вимірювальних методів), або проведення хімічного чи біологічного експерименту.

Розрахунковий метод ґрунтується на використанні інформації, яку одержують за допомогою теоретичних або емпіричних залежностей. Цей метод використовують здебільшого при проектуванні продукції, коли остання ще не може бути об'єктом експериментальних досліджень або випробувань, а також для визначення продуктивності, довговічності, ремонтпридатності об'єктів оцінювання.

Експертний метод оцінювання рівня якості органічної продукції використовується в тих випадках, коли неможливо або дуже важко застосувати методи об'єктивного визначення числових значень показників якості такими методами як вимірювальний, реєстраційний або розрахунковий. Експертний метод базується на використанні узагальненого досвіду й інтуїції фахівців-експертів. Результати загальної експертної оцінки такого складного комплексу властивостей, яким є якість продукції, мають елементи невизначеності й необґрунтованості. Тому експертна оцінка якості органічної продукції в цілому є попередньою, ненасиченою інформаційно і тільки в першому наближенні, орієнтовно характеризує якість оцінюваного об'єкта. На основі такої експертної оцінки якості, мабуть, немає можливості приймати важливі інженерно-технічні рішення. Однак, слід зазначити, що експертний метод для оцінювання багатьох показників якості технічної й іншої продукції часто є єдино можливим, і застосовується досить широко відповідно до розроблених методик. В свою чергу, всі експертні методи поділяються на дві групи – індивідуальні і колективні – та підгрупи. Індивідуальні експертні методи – це використання думок експертів, які сформульовані особисто кожним із них самостійно без врахування думок інших експертів. До індивідуальних експертних методів належать: інтерв'ю та анкетування. Сутність методу інтерв'ю полягає в організації співбесіди аналітика з експертом, в ході якої експерт дає відповіді на запитання аналітика. Метод анкетування (аналітичного експертного оцінювання) полягає в наданні експертом письмових відповідей на запитання анкети. Проте цей метод

має певні недоліки, зокрема експерт може не зрозуміти запитання анкети та виявити суб'єктивізм. Основними перевагами індивідуальних методів експертних оцінок є простота організації обстеження, зрозумілість, врахування і використання набутих знань і досвіду кожного експерта. Недоліком застосування цих методів виступає обмеженість знань, інформації експертів з суміжних сфер діяльності. Виходячи з цього, більшого поширення на практиці набули колективні експертні методи, які забезпечують формування єдиної спільної думки в результаті взаємодії залучених фахівців-експертів. Серед колективних методів експертної оцінки варто виокремити: метод комісії (у тому числі проведення виробничих нарад, конференцій, семінарів, дискусій за "круглим столом"), методи Дельфі, відстороненого оцінювання, конференція ідей. Метод комісії полягає у виробленні експертами кращого варіанту досягнення поставленої мети з урахуванням усіх висловлених на нараді пропозицій, ідей. Позитивною ознакою цього методу є можливість залучення для експертизи фахівців з широким діапазоном знань із суміжних областей науки та практики. Негативним є можливий суб'єктивізм, наявні стереотипи мислення, що склалися в експертів, їх схильність до компромісу. Метод відстороненого оцінювання полягає у виборі оптимального незалежного рішення із числа висловлених експертами на нараді. Робота наради поділена на дві частини: висунення ідей та їх критичний аналіз. Метод Дельфі – один із методів колективної експертної оцінки, який передбачає проведення експертного опитування серед групи спеціалістів у кілька турів (частіше у 3–4 тури) для вибору найкращого із рішень. Згідно з методом Дельфі учасників просять висловити свої думки, обґрунтувати їх, а в кожному наступному турі опитування їм надається нова, уточнена, інформація щодо висловлених думок, яку одержують в результаті розрахунку збігу думок за раніше виконаними етапами роботи. Цей процес продовжується до практично повного збігу думок. Конференція ідей подібна до мозкового штурму, але відрізняється від нього темпом проведення нарад та дозволеною короткою доброзичливою критикою ідей у формі реплік і коментарів.

Соціологічний метод визначення показників якості ґрунтується на масових

опитуваннях населення або окремих його соціальних груп, тобто осіб, які не є фахівцями в тій чи іншій галузі соціологічних досліджень. Опитування проводиться шляхом анкетування, голосування, інтерв'ювання, проведення виставок, конференцій і т.п. Особливостями соціометрії є те, що даний метод опитування, націлений на виявлення міжособистісних відносин шляхом фіксування взаємних почуттів симпатії і неприязні серед членів групи (наприклад, при оцінюванні студентської групи, або іншого колективу). Спостереження – це планомірне цілеспрямоване сприйняття оцінюваного явища чи об'єкта, результати якого в тій або іншій формі фіксуються дослідником і потім перевіряються і аналізуються. Реалізація соціологічних методів потребує науково обґрунтованих систем збирання та опрацювання інформації з використанням прогресивних інформаційних технологій. За результатами використання методу формується суспільна думка про якість того чи іншого об'єкта оцінювання.

Органолептичні методи - методи, які ґрунтуються на аналізі сприйняття людини. Такі методи застосовують для оцінювання показників якості, які не піддаються фізичним вимірюванням з допомогою приладів чи оцінюванням хімічними методами. Одним з різновидів органолептики є метод попарних порівнянь, під час реалізації якого дегустатору подають пари об'єктів, в яких одним об'єктом є оцінюваний, а інший – еталонний і відрізняються вони, як правило, лише одним показником. Представником аналітичної групи органолептичних методів є метод розбавлення, суть якого полягає в порівнянні показників якості досліджуваного об'єкта та зразка з відомими ПЯ. При цьому останній розбавляють то моменту, поки його властивості не зрівнюються з властивостями оцінюваного об'єкта. Результат оцінювання формуватиметься на основі підрахунку кількості розбавлень. Органолептичний метод в історичному плані передував експериментальному, однак до цих пір не має достатньо розвинутої наукової бази. Широке застосування такі методи отримали в медицині, харчовій та парфумерній промисловості.

Ресстраційний метод – метод, який ґрунтується на використанні інформації,



отриманої шляхом підрахунку кількості подій, предметів або витрат. Наприклад, підраховується кількість відмов якогось технічного засобу (втрата працездатності), кількість одиниць виробленої продукції за певний проміжок часу і т.п. Цим методом визначають показники уніфікації, патентно-правові та ін.

Комбінаторний метод – метод, який поєднує вимірювальний та органолептичний методи визначення показників якості.

Текстологічний метод базується на тому, що інформація про значення показників якості отримується зі спеціалізованої літератури і з нормативної та експлуатаційної документації на об'єкт оцінювання [31, 32].

Результати аналізу МОПЯ органічної продукції можна подати у вигляді таблиці 2.1, де представлено порівняння методів за такими критеріальними ознаками, як: переваги, недоліки, ступінь застосовуваності. Дані цієї таблиці також можуть використовуватись при виборі оптимального МОПЯ для конкретного об'єкта за встановлених умов.

Таблиця 2.1 - Порівняння методів оцінювання показників якості органічної продукції

Назва методу	Переваги	Недоліки	Максимальне застосування
1	2	3	4
експериментальний	об'єктивність, висока швидкодія та точність, висока продуктивність, широке застосування	практично не надаються для оцінювання якості послуг	для оцінювання ПЯ продукції та процесів практично у всіх галузях
експертний	використовуваність в тих випадках, де об'єктивні вимірювально-розрахункові методи не існують	суб'єктивність, довго тривалість, інформаційна не насиченість, низька достовірність та висока необґрунтованість	для оцінювання ПЯ процесів, послуг, персоналу, естетичних ПЯ продукції

## Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
розрахунковий	об'єктивність, наукова обґрунтованість	вузька область застосування	для оцінювання ПЯ продукції на етапі її проектування а також для визначення показників продуктивності та надійності
соціологічний	використовуваність в тих випадках, де об'єктивні вимірювально-розрахункові методи не існують	суб'єктивність, довготривалість, необхідність науково обґрунтованих систем збирання та опрацювання інформації	для оцінювання ПЯ продукції, персоналу
органолептичний	використовують в тих випадках, де об'єктивні методи не існують	не має достатньо розвинутої наукової бази	для оцінювання органолептичних ПЯ харчової, косметичної продукції
реєстраційний	об'єктивність, висока швидкодія	вузька область застосування	цим методом визначають показники уніфікації, патентно-правові і т.д.
комбінаторний	перспективний щодо забезпечення об'єктивності органолептичних методів	малорозвинуті засади оцінювання якості органолепт.ПЯ продукції	для оцінювання органолептичних ПЯ харчової, косметично-парфюмерної продукції
текстологічний	забезпечує високу оперативність оцінювання та його здійснення в тих випадках, де інші методи є недоступні для реалізації	можливість отримання застарілої та не актуалізованої інформації	для отримання інформації про будь-який ПЯ

Оскільки центром оцінювання є об'єкт, то доцільно класифікувати МОПЯ за критерієм встановлення особливостей самого об'єкта. Тому, автором було структуровано об'єкти органічного виробництва (рисунок 2.3).

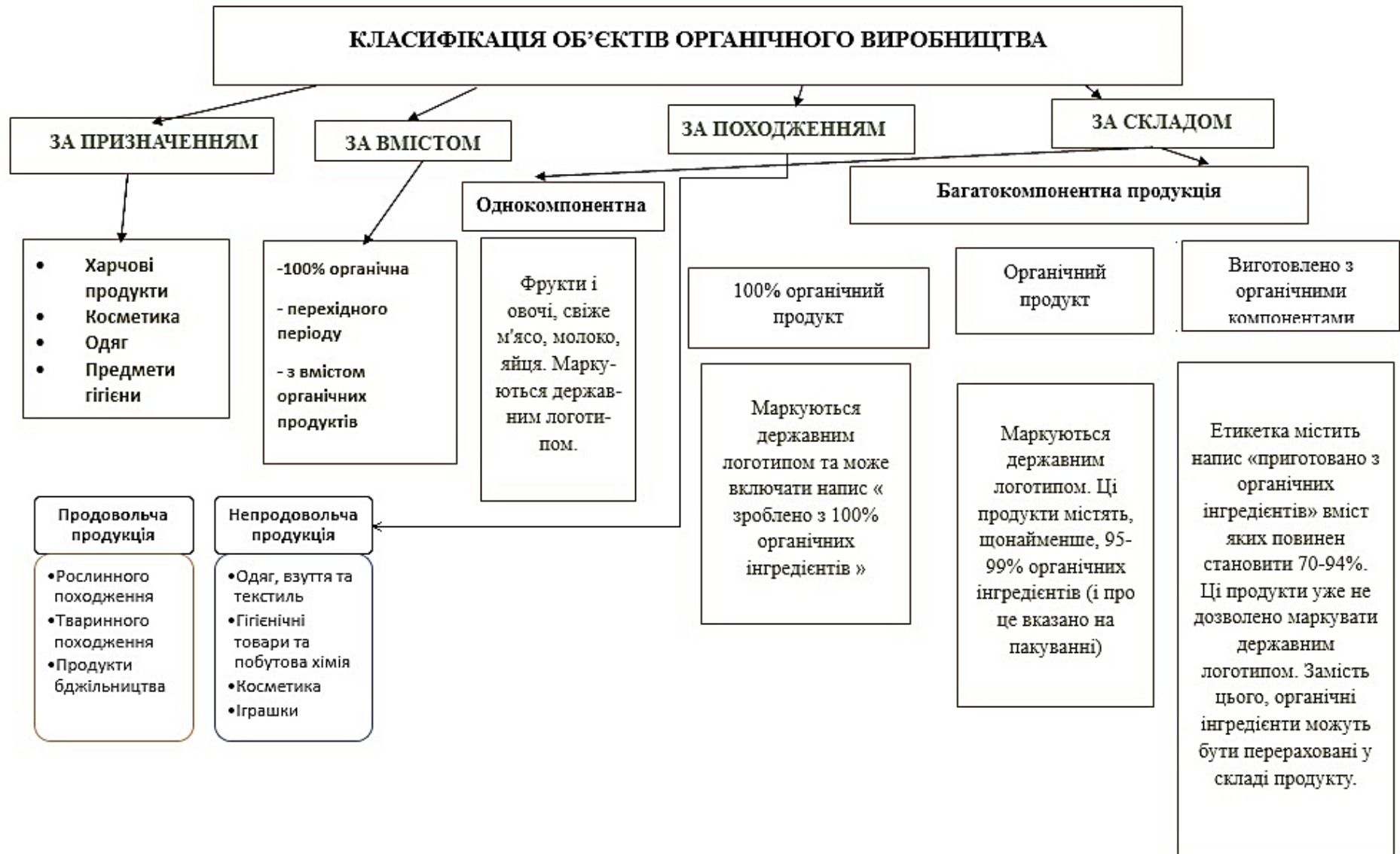


Рисунок 2.3 - Класифікація об'єктів органічного виробництва

Слід зазначити, що класифікаційну структуру, зображену на рисунку 2.3, можна розвивати глибше за потреби уточнення специфіки органічних продуктів.

Класифікація органічної продукції має свою специфіку в залежності від призначення, відсоткового вмісту органічних компонентів, за призначенням та за складом.

Для ефективного управління якістю органічним виробництвом номенклатура показників якості органічної продукції має бути теж систематизованою. Це забезпечує єдність методичного підходу до оцінювання якості даної продукції. Отже, показники якості повинні бути стабільними, враховувати сучасні технологічні досягнення, тенденції та перспективи розвитку науки і техніки, а в нормативних документах, на які посилаються під час укладання угод та контрактів, показники якості повинні формуватись у вигляді систем з відповідними класифікаційними рівнями та підрівнями ПЯ (таблиця 2.1). В роботі пропонуються нові класифікаційні критерії для ПЯ органічної продукції у вигляді структури на рисунку 2.4.

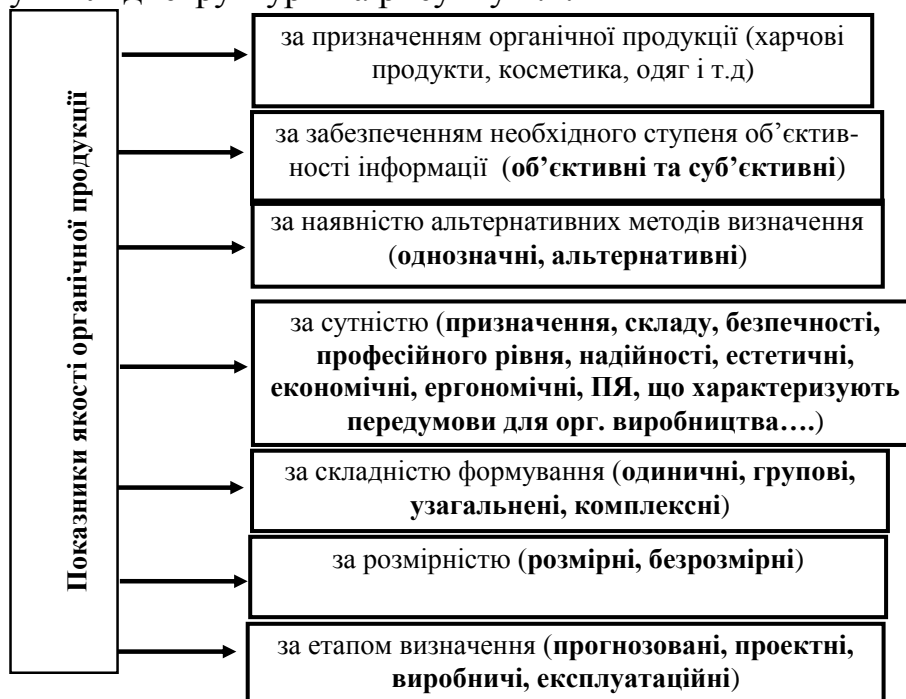


Рисунок 2.4 - Класифікація показників якості органічних продуктів

Варто детальніше пояснити поділ ПЯ на однозначні та альтернативні. Вважатимемо, що однозначні можна визначити лише одним методом, а для альтернативних існує низка методів, вибір яких може бути обумовлений певними умовами та знову ж таки цілями оцінювання якості.

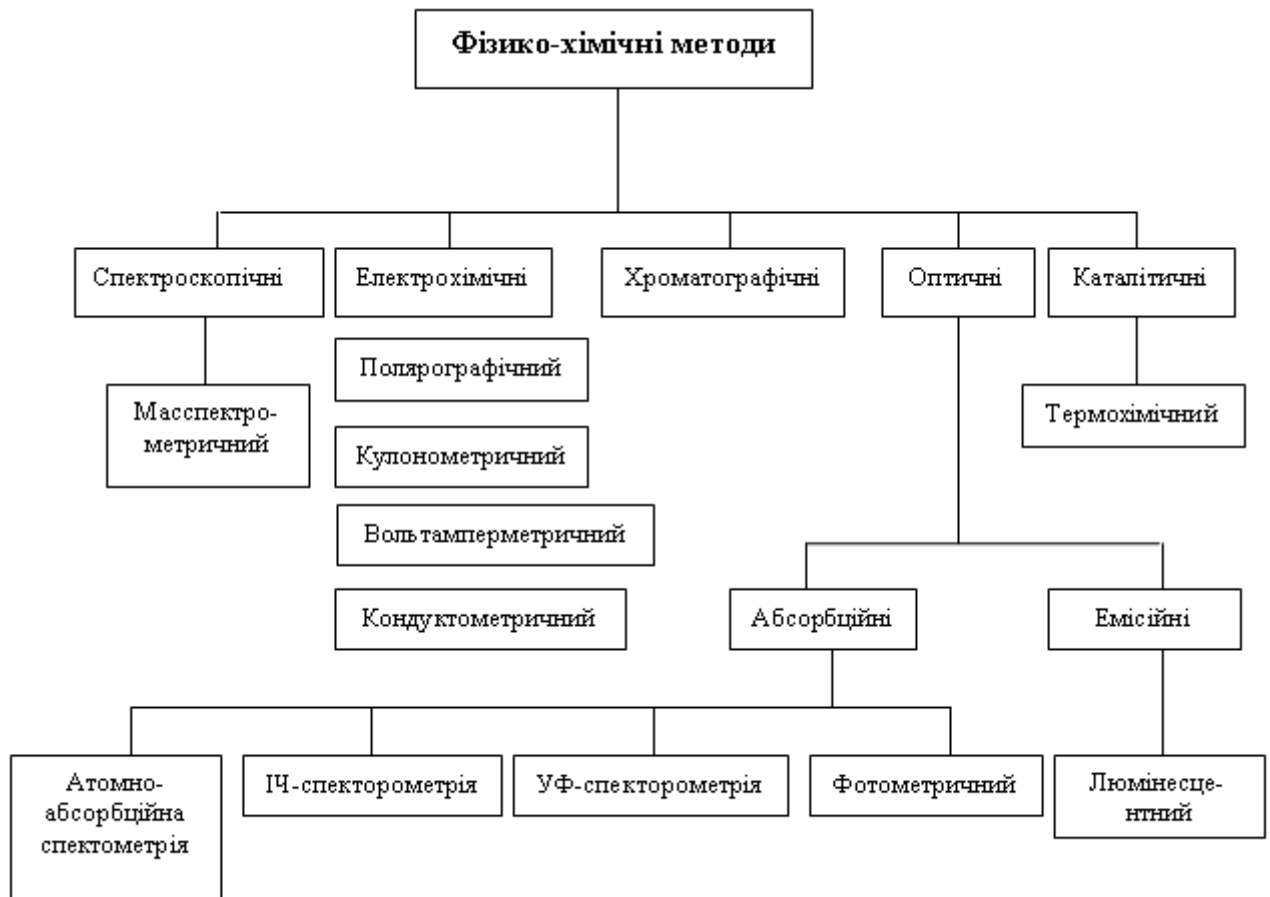


Рисунок 2.5 - Класифікація методів визначення показників складу для органічного харчового продукту

Тому для конкретного показника якості певного об'єкта органічного виробництва доцільно структурувати методи його визначення, що є дуже актуальним, наприклад, для показників хімічного складу (рисунок 2.5) [31-34].

## 2.2. Особливості сертифікації органічної продукції в Україні

Створення стандартів, контроль та сертифікація виробництва органічної продукції є найважливішими елементами системи, яка гарантує відповідну якість органічної продукції. Сертифікат повинні отримати всі, хто бере участь у вирощуванні, переробці та підготовці до продажу органічної продукції. Тобто не тільки виробники, але і посередники, які займаються доставкою, пакуванням і зберіганням органічної продукції [34-38].

Таким чином, можна і описати переваги для виробника органічної продукції починаючи від моменту отримання сертифікату, що підтверджує органічну якість (рисунок 2.6).

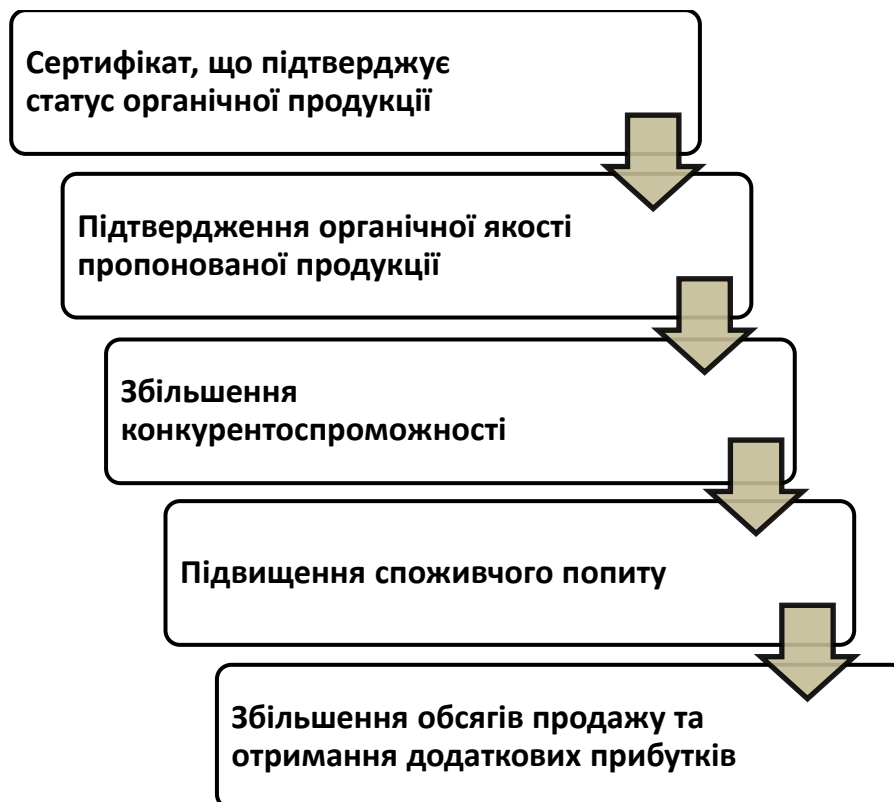


Рисунок 2.6 - Ланцюг формування переваги підприємства-виробника сертифікованої органічної продукції

Згідно з Законом “Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини” оцінювання відповідності виробництва органічної продукції (сировини) проводиться органом з оцінки відповідності виробництва органічної продукції (сировини) згідно з правилами процедури підтвердження відповідності, які визначаються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері оцінки відповідності, та з технічними регламентами відповідно до законодавства про підтвердження відповідності. Органічна продукція та сировина повинні відповідати показникам якості та безпеки, встановленим технічними регламентами.

Відсутність вітчизняних стандартів та систем сертифікації органічної продукції змушує сільськогосподарських товаровиробників користуватися стандартами, розробленими в країнах, де ринок органічної продукції вже сформовано та відносини в цій сфері чітко врегульовані. Сертифікаційні компанії, які діють на міжнародному рівні, допомагають сільськогосподарським підприємствам пройти всю процедуру сертифікації виробництва як органічного, включаючи розробку плану конверсії, часткове виробництво, повну конверсію господарства, рекомендації щодо виробництва органічної продукції рослинництва та тваринництва, переробку та транспортування продукції, інспекцію, сертифікацію продукції, її маркування, пакування та утилізацію відходів. Найавторитетнішою сертифікаційною та акредитаційною організацією є Міжнародна федерація органічного сільського господарства (IFOAM), якою ще в 1980 р. були розроблені «Базові стандарти IFOAM щодо органічного виробництва та переробки». Сьогодні стандарти та акредитаційні критерії IFOAM зареєстровані як «міжнародні стандарти ISO», на їх основі розроблені національні стандарти багатьох країн [13, 14].

В Україні діють більше 15 представників іноземних сертифікаційних компаній, серед яких найвідомішими є:

- ЕТКО – турецька сертифікаційна компанія, яка працює згідно вимог Постанов Ради (ЄС) № 834/2007 та 889/2008 стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів;
- Control Union Ukraine – представництво нідерландської компанії, сертифікація згідно вимог Regulation (EEC) N° 2092/91;
- CONTROL UNION CERTIFICATIONS – нідерландська сертифікаційна та інспекційна компанія;
- Міжнародна Громадська Асоціація «БІОЛан Україна» – сертифікація відповідно до стандартів, розроблених асоціацією, допомога в оформленні відповідної документації (стандарти ЄС, Швейцарії, США) та інші.

Підтвердження відповідності стандартам певної країни є необхідною складовою процедури сертифікації продукції, за допомогою якої можливе гарантування того, що продукція та процес її виробництва відповідають визначеним нормам і стандартам країни, з якою співпрацює орган сертифікації.

Так, наприклад, інспекція життєвого циклу органічної продукції охоплює наступні етапи: виробництво насінневого матеріалу, виробництво сільськогосподарської продукції згідно відповідних агротехнологій, зберігання продукції, транспортування до місця переробки, переробка та зберігання, транспортування до місця реалізації, реалізація та зберігання [38-41].

Не зважаючи на те, що впровадження системи органічного землеробства породжує цілу низку проблем, вітчизняні сільськогосподарські товаровиробники готові і планують частково чи повністю переходити на виробництво органічної продукції. Через відсутність нормативної бази щодо органічного виробництва відносини в сфері виробництва, переробки та реалізації органічної сільськогосподарської продукції залишаються досі не врегульованими. Не



розроблені національні стандарти на органічну продукцію зумовлюють те, що вітчизняні сільськогосподарські товаровиробники вимушені користуватися послугами зарубіжних сертифікаційних компаній. Подальші дослідження слід спрямовувати на адаптацію окремих елементів екологічного маркетингу до вимог сільськогосподарських підприємств, що сприятиме сертифікації органічної продукції.

Тому доцільно створити незалежну систему сертифікації органічного виробництва. У роботі пропонується схема оцінювання відповідності виробництва органічних продуктів (рисунок 2.7), яка містить такі основні етапи:

- попередня документальна оцінка органічного оператора;
- складання висновку за результатами попередньої оцінки;
- обстеження органічного виробництва згідно розробленої програми;
- прийняття рішення щодо видачі сертифікату;
- технічний нагляд за сертифікованим органічним виробництвом.

Пропонується також перелік документів (таблиця 2.2), які заявник повинен сформулювати для проходження сертифікаційної процедури. Вони стосуються, як земельних угідь, так і джерел формування насінневого фонду, а також заходів по догляду за рослинами та тваринами [24].

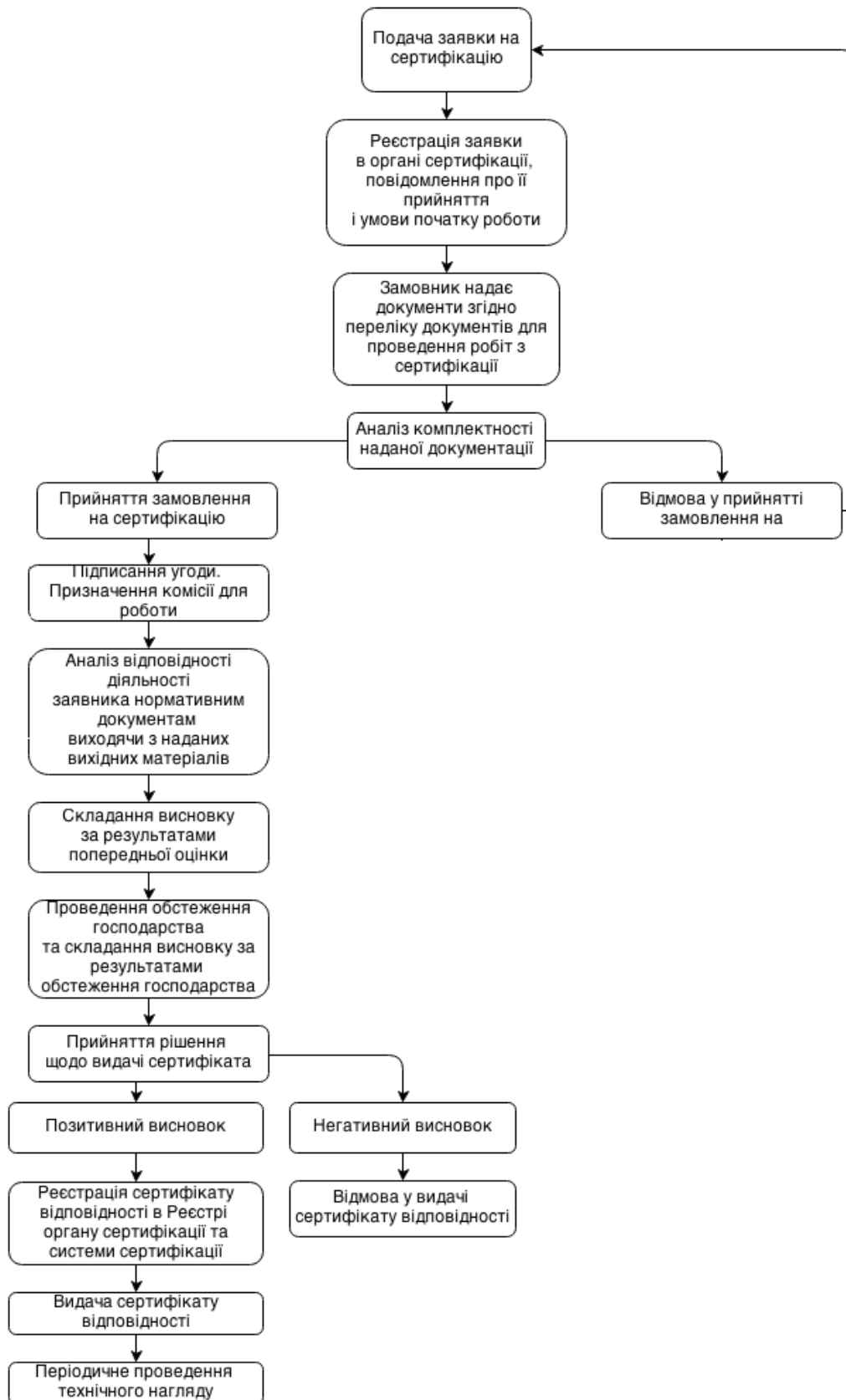


Рисунок 2.7 - Схема оцінювання відповідності виробництва органічних продуктів

Таблиця 2.2 – Рекомендований перелік документів для сертифікації органічної продукції

1. Оформлена заявка на сертифікацію
2. Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта підприємницької діяльності
3. Довідка про загальну площу земель
4. План господарських будівель та земель
5. Книга ведення історії полів з вирощуваними на них культурами
6. Довідка про використовувані сорти рослин, про насіння, джерела його надходження та насінневий фонд
7. Довідка про використовувані в господарстві власні та покупні дозволені добрива
8. Технології вирощування кожної культури
9. Довідка щодо руху тварин, інформація про використовувані корми та раціони, заходи щодо профілактики хворіб, інформація про терапевтичне лікування
10. Довідка про склад та використання закупленої господарством продукції
11. Довідка про реалізацію продукції на місцевому ринку
12. Висновки (акти перевірки) органів державного нагляду: - пожежного; - санітарно-епідемічного; - інших (в межах їх компетенцій)

## **2.3. Нормування еколого-токсикологічних показників органічної продукції**

### **2.3.1 Дослідження органічної продукції на предмет забруднення важкими металами**

На основі аналізу нормативної документації було встановлено, що для готової органічної продукції не існує норм. Але для об'єкта органічного походження реалізація нормування є вкрай важливою, особливо в тих випадках, коли споживач хоче переконатись, що він придбав саме органічну продукцію, а не звичайну, хоча теж якісну. Для недобросовісного виробника наявність сертифікату відповідності ще не гарантує віднесення реалізованої ним продукції до рангу органічної, отже, з метою забезпечення впевненості споживача у придбанні саме органічного продукту необхідно довести це шляхом його контролю на відповідність вимогам для готової органічної продукції. Насамперед, ці вимоги треба встановити.

Оскільки показників є багато, то серед них було вибрано найважливіші, а саме еколого-токсикологічні показники безпеки, серед яких першими було взято до уваги вміст важких металів, таких як мідь, цинк, кадмій та свинець, що за ступенем впливу на живі організми віднесені до класу високотоксичних речовин [20].

Експериментальні дослідження по визначенню вмісту важких металів проводились рентгенофлуоресцентним спектрометром Expert 3L. Енергодисперсійний рентгенофлуоресцентний аналізатор «EXPERT 3L» (рисунок 2.8) (далі – Аналізатор) призначений для вимірювання масової частки елементів з атомними номерами від 11 (натрію) до 92 (урану).

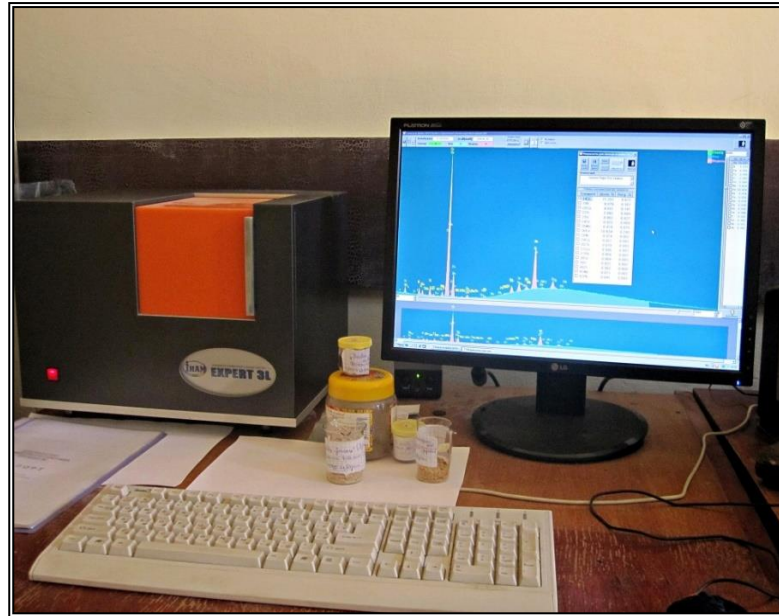


Рисунок 2.8 - Рентгенофлуоресцентний аналізатор EXPERT-3L.

Для області призначення аналізатор є універсальним прямопоказуючим приладом, який оперативно без зміни калібрування та переналагодження визначає масову частку (%) хімічних елементів у зразках невідомого складу та довільної форми (рисунок 2.9).

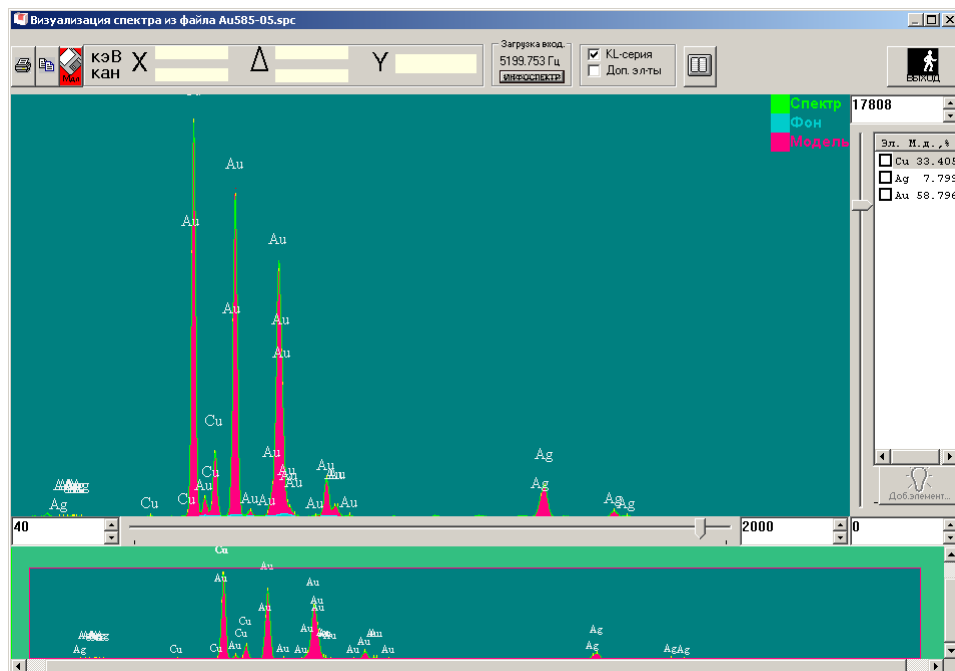


Рисунок 2.9 - Інтерфейс програми для графічного відображення експериментальних спектрів та результату їх опрацювання

Для досліджень були взяті партії зразків хлібної продукції виробників з різних областей України, серед яких знаходилась продукція з маркуванням «натуральний». Отримано наступні результати (таблиця 2.3): для зразка №2 «натуральний» всі показники були набагато нижчими, ніж граничнодопустима концентрація, а вміст окремих металів взагалі не виявлено в складі хліба. Це свідчить про те, що дана продукція є екологічно чистою (за вмістом важких металів). Для решти зразків продукції контрольовані значення показників перевищували встановлені гранично-допустимі концентрації (ГДК), що свідчить, швидше за все, про те, що дана продукція взагалі не проходила відповідну процедуру контролю у виробника.

Таблиця 2.3 - Результати визначення важких металів у хлібних виробах рентгенофлуоресцентним методом

<b>Назви елементів</b>	<b>Партія зразків №1 (Львівська обл.)</b>	<b>Партія зразків №2 (Хмельницька обл.)</b>	<b>Партія зразків №3 (Луганська обл.)</b>	<b>Партія зразків №4 (м.Львів)</b>
Cu	67.5 (+)	- (-)	140 (+)	50 (+)
Zn	137 (+)	126 (-)	645 (+)	160 (+)
Pb	80 (+)	- (-)	- (-)	- (-)
Cd	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

Таблиця 2.4 – Рекомендації для розрахунку ЕДК важких металів в органічній хлібній продукції

Назви елементів	ГДК	Фактичні значення	ЕДК = $K \cdot \text{ГДК}$
Cu	20 мг/кг	1...8 мг/кг	0,4* ГДК
Zn	130 мг/кг	3...15 мг/кг	0,1* ГДК
Pb	0,3 мг/кг	0,01 мг/кг	0,03* ГДК
Cd	0,05 мг/кг	0,006 мг/кг	0,12* ГДК

З наведених результатів можна зробити висновок про доцільність нормування показників складу щодо вмісту важких металів для органічної продукції не як ГДК, оскільки, як для органічної так і для якісної традиційної продукції фактичне значення показників повинно бути меншим за ГДК, але для органічної воно є набагато меншим. Тому пропонується ввести термін екологічно допустимої концентрації (ЕДК) [45,46]. ЕДК - це концентрація шкідливих речовин, яка повинна відповідати їх фоновим (природним) концентраціям. Аргументом для підтвердження необхідності введення «екологічно допустимої концентрації» є аналіз статистики результатів контролю вмісту важких металів, які були здійснені для проб різного хліба санітарно-гігієнічною службою (таблиця 2.4). За результатами дослідження видно, що фактичні значення відрізняються від ГДК у кілька разів, а то і на порядок. Отже, пропонується визначення ЕДК, як добутку ГДК на коефіцієнт  $K$ , який показує у скільки разів фактичне значення є меншим за ГДК. Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта  $K$  подані у Додатку А.

Отже, пропонується визначення ЕДК, як добутку ГДК на коефіцієнт  $K$ , який показує у скільки раз фактичне значення концентрації елементу у продукті є меншим за ГДК:

$$\text{ЕДК} = \text{К} * \text{ГДК} \quad (2.1)$$

Використання такого принципу дасть змогу належним чином нормувати показники готової органічної продукції (а отже, відрізнити її від неорганічної) та контролювати її виробництво, а також впевненість споживача в тому, що він придбав продукт саме органічного походження [24].

### 2.3.2 Дослідження еколого-токсикологічних показників органічних соків

З метою підтвердження запропонованого у п. 2.3.1 підходу було здійснено дослідження еколого-токсикологічних показників (а саме: масової частки токсичних елементів (свинцю, кадмію, миш'яку ртуті, міді, цинку), масової частки залишкової кількості пестицидів (-ГХЦГ гама-ізомер, -ДДТ і його метаболіти, -гептахлор), вмісту радіонуклідів (- 137 Cs, - 90 Sr)) яблучного соку органічного та традиційного походження. Випробування здійснювались на базі лабораторії випробувань харчових продуктів, сировини та виробів легкої промисловості Державного підприємства «Львівський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації» у 2015 році. Узагальнені дані щодо еколого-токсикологічних показників яблучного соку традиційного виробництва наведені в таблиці 2.5 а для яблучного соку органічного виробництва - в таблиці 2.6.

Таблиця 2.5 – Еколого-токсикологічні показники яблучного соку традиційного виробництва

Найменування показників, одиниці вимірювань	Значення показників		Похибка випробувань	Позначення НД на методи випробувань
	Вимоги НД	Результати випробувань		
1	2	3	4	5
<b><u>Масова частка токсичних елементів мг/кг:</u></b>	Не більше			
-свинцю	0,5	0,4	0,01	ГОСТ 30178



## Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
-кадмію	0,03	0,02	0,003	ГОСТ 30178
-миш'яку	0,2	0,2	0,0005	ГОСТ 26930
-ртуть	0,02	0,004	0,0004	ГОСТ 26927
-міді	5,0	0,65	0,01	ГОСТ 30178
-цинку	10,0	3,3	0,02	ГОСТ 30178
<b><u>Масова частка залишкової кількості пестицидів, мг/кг:</u></b>	Не більше			
-ГХЦГ гама-ізомер	0,05	<0,05	-	МВ № 2142
-ДДТ і його метаболіти	0,1	<0,05	-	
-гептахлор	не доп.	<0,05	-	
<b><u>Вміст радіонуклідів, Бк/кг:</u></b>	Не більше			
- <sup>137</sup> Cs	140	6,3	30%	МИА ГИР від 07.05.96 р.
- <sup>90</sup> Sr	20	2,1	30%	МИА ГИР від 05.05.96 р.

Таблиця 2.6 – Еколого-токсикологічні показники яблучного соку органічного виробництва

Найменування показників, одиниці вимірювань	Значення показників		Похибка випробувань	Позначення НД на методи випробувань
	Вимоги НД	Результати випробувань		
1	2	3	4	5
<b><u>Масова частка токсичних елементів мг/кг:</u></b>	Не більше			
-свинцю	0,5	<0,05	0,01	ГОСТ 30178
-кадмію	0,03	<0,01	0,003	ГОСТ 30178
-миш'яку	0,2	0,006	0,0005	ГОСТ 26930
-ртуть	0,02	0,004	0,0004	ГОСТ 26927
-міді	5,0	<0,05	0,01	ГОСТ 30178
-цинку	10,0	0,09	0,02	ГОСТ 30178
<b><u>Масова частка залишкової кількості пестицидів, мг/кг:</u></b>	Не більше			

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5
-ГХЦГ гама-ізомер	0,05	<0,05	-	МВ № 2142
-ДДТ і його метаболіти	0,1	<0,05	-	
-гептахлор	не доп.	<0,05	-	
<b><u>Вміст радіонуклідів, Бк/кг:</u></b>	Не більше			
- <sup>137</sup> Cs	140	<0,5	30%	МИА ГИР від 07.05.96 р.
- <sup>90</sup> Sr	20	<0,5	30%	МИА ГИР від 05.05.96 р.

Як можна побачити з вище наведених таблиць, результати випробувань еколого-токсикологічних показників яблучного соку традиційного виробництва є в рази вищими ніж для яблучного соку органічного виробництва. Цей факт дає змогу ще раз упевнитись в необхідності нормування еколого-токсикологічних показників для органічної продукції, яке допоможе чітко відокремлювати та розрізняти органічну продукцію від звичайної, що забезпечить споживача від фальсифікації виробником.

На основі отриманих даних було встановлено показник ЕДК для масової частки токсичних елементів, пестицидів і вмісту радіонуклідів для яблучного соку. Також, на основі проведених досліджень, розраховано коефіцієнт К та ЕДК (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 - Розрахунок екологічно допустимої концентрації вмісту токсичних елементів, пестицидів і радіонуклідів в органічному яблучному соці

Найменування показників, одиниці вимірювань	Значення показників		ЕДК
	ГДК	К	
1	2	3	4
<b><u>Масова частка токсичних елементів</u> <u>мг/кг:</u></b>	Не більше		
-свинцю	0,5	0,1	<b>0,05</b>

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4
-кадмію	0,03	0,3	<b>0,009</b>
-миш'яку	0,2	0,03	<b>0,006</b>
-ртуть	0,02	0,2	<b>0,004</b>
-міді	5,0	0,01	<b>0,05</b>
-цинку	10,0	0,009	<b>0,09</b>
<b><u>Масова частка залишкової кількості пестицидів, мг/кг:</u></b>	Не більше		
-ГХЦГ гама-ізомер	0,05	1	<b>0,05</b>
-ДДТ і його метаболіти	0,1	0,5	<b>0,05</b>
-гептахлор	не доп.	1	
<b><u>Вміст радіонуклідів, Бк/кг:</u></b>	Не більше		
- <sup>137</sup> Cs	140	0,003	<b>0,5</b>
- <sup>90</sup> Sr	20	0,025	<b>0,5</b>

На основі отриманих даних було розроблено методику контролю автентичності органічного соку та створено проект нормативного документу ДСТУ XXXX:2017. Соки органічні (Додаток А), за допомогою якого, і зокрема, на вимогу споживача можна проконтролювати відповідність ПЯ соку вимогам органічної продукції.

### Висновки до розділу 2

1. Встановлено класифікаційні критерії та на їх основі запропоновано класифікації для об'єктів органічного виробництва, їх показників якості, та методів їх визначення як важливої складової нормотворчого процесу в царині органічного сектору виробництва.
2. Проаналізовано проблематику сертифікаційної діяльності щодо органічного виробництва та запропоновано шляхи її вирішення, а саме: схему оцінювання відповідності органічних господарств.

3. На основі результатів експериментальних даних та аналізу статистичної інформації рекомендовано нормувати показники якості органічної продукції, а саме показники її безпеки, шляхом встановлення екологічно допустимої концентрації шкідливих компонентів, що дозволить відрізнити органічну продукцію від неорганічної та убезпечить споживача від фальсифікації з боку виробника.
4. Здійснено експериментальні дослідження еколого-токсикологічних показників органічних соків та встановлено відповідні значення їх ЕДК. Розроблено методику контролю автентичності органічного соку.

## РОЗДІЛ 3 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 3.1. Дослідження показників якості ґрунтів для потреб органічного виробництва

Як відомо, 03 вересня 2013 Верховна Рада України ухвалила Закон. Відповідно до Закону України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» (далі - Закон) виробництво органічної продукції виключає застосування хімічних добрив, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), консервантів тощо, та на всіх етапах виробництва (вирощування, переробки) застосовуються методи, принципи та правила, визначені цим Законом для отримання натуральної (екологічно чистої) продукції, а також збереження та відновлення природних ресурсів. Хоча ухвалення цього Закону є позитивним явищем, разом із тим залишається невирішеною низка питань, пов'язаних із належним забезпеченням необхідних умов для ведення органічного виробництва [4].

Зокрема надзвичайно актуальною є проблема запровадження сертифікації земель для ведення органічного землеробства. У ст. 16 Закону зазначається, що промислове виробництво органічної продукції проводиться виключно з органічної сировини, вирощеної на придатних для цього землях або у спеціально визначених зонах виробництва органічної продукції та сировини [47-50].

Порядок оцінки придатності земель (ґрунтів) та встановлення зон виробництва органічної продукції та сировини не впроваджено. Порядок повинен враховувати природно-кліматичне зонування земель і врегульовувати взаємовідносини в системі агроландшафту та органічного землеробства. Модель даної системи зображена на рисунку 3.1.

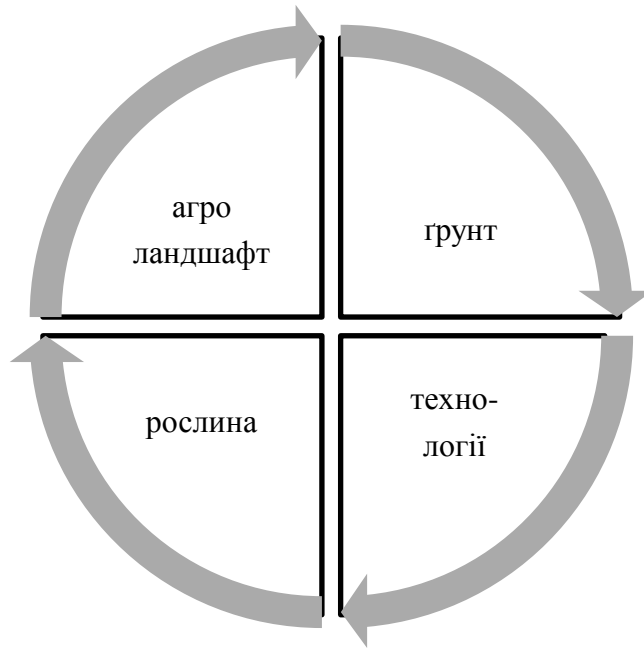


Рисунок 3.1 - Система взаємодії агроландшафту та органічного землеробства

Основою для встановлення критеріїв якості земель, які застосовуються для оцінки їх придатності для виробництва органічної продукції і сировини та визначення зон такого виробництва, є показники якості ґрунтів, рослин та віддаленість земель від джерел забруднення. Для оцінки придатності земель повинні використовуватись дані останнього туру агрохімічної паспортизації земель, інших обстежень ґрунтового покриву, проведених протягом останніх років, відомості, відображені на картах ґрунтів, та результати хімічного аналізу тест-рослин, які вирощуються на цих ґрунтах на час обстеження.

Оцінка придатності земель (ґрунтів) для виробництва органічної продукції та сировини повинна здійснюватись на основі аналізу об'єктивної інформації щодо якості ґрунтів, визначення ступеню антропогенного навантаження, фактичного виконання заходів по збереженню родючості ґрунтів, а також встановлення їх придатності для виробництва окремих культур.

Критерії якості земель, оцінки їх придатності для виробництва органічної продукції та сировини характеризуються комплексом взаємопов'язаних вимог до якості ґрунтів сільськогосподарських угідь, водних ресурсів, атмосферного

повітря та місця розташування земельних ділянок відносно джерел забруднення, що в сукупності забезпечує відповідну якість сільськогосподарської продукції та дотримання встановлених правил її виробництва.

За ступенем придатності для виробництва органічної продукції та сировини доцільно виділити придатні, обмежено придатні та непридатні землі. Підставою для віднесення земель до однієї з цих категорій є показники за еколого-токсикологічними та ґрунтово-агрохімічними критеріями якості земель, які відповідають встановленим вимогам (таблиці 3.1 та 3.2).

Таблиця 3.1 - Нормативи показників придатності земель (ґрунтів) для органічного виробництва за еколого–токсикологічними критеріями

Показники	Нормативи критеріїв за ступенем придатності	
	придатні	непридатні
1	2	3
<b>Розташування земель відносно джерел забруднення</b>		
Від промислових підприємств та об'єктів, що можуть забруднювати навколишнє природне середовище токсичними і небезпечними викидами (сполуки важких металів, поліхлоровані біфеніли, діоксини, пестициди, радіонукліди тощо), км:		
за напрямом переважаючих вітрів	>30	<30
у інших напрямках	> 15	<15

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Від міжнародних, національних та регіональних автомобільних доріг державного значення, м	>300	<300
<b>Вміст забруднюючих речовин у ґрунті</b>		
Щільність забруднення радіонуклідами, Кі/км <sup>2</sup> :		
Цезієм-137	< 5	> 5
Стронцієм-90	<0,05	> 0,05
Вміст рухомих форм важких металів відносно ГДК*:	< 1,0	> 1,0
Вміст залишків пестицидів відносно ГДК	< 1,0	>1,0

Таблиця 3.2 - Нормативи показників придатності земель (ґрунтів) для органічного виробництва за ґрунтово-агрохімічними критеріями

Показники	Нормативи критеріїв за ступенем придатності		
	придатні	обмежено придатні	непридатні
1	2	3	4
Вміст гумусу, %:	>2,0	1,0–2,0	< 1,0
Глибина гумусного горизонту, см	> 40	20–40	< 20
Гранулометричний склад вміст фізичної глини, %:			
Полісся	16–35	6–15	<5
Лісостеп, Степ	21–70	11–20	<10



## Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
Реакція ґрунтового розчину (рН): рН <sub>сол</sub> рН <sub>Н<sub>2</sub>О</sub>	> 5,5 < 7,5	4,6–5,5 7,6–8,5	<4,6 >8,6
Сума увібраних основ (Са+Mg), мг-екв/100 г	> 20	10–20	< 10
Щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup> : супіщаних ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу	1,3–1,5 1,1–1,3	>1,5 але < 1,7 1,3–1,5	>1,7 >1,5
Вміст рухомих сполук фосфору, мг/кг ґрунту за методом: Кірсанова, Чирикова Мачигіна	> 100 >30	50–100 15–30	<50 < 15
Вміст рухомих сполук калію, мг/кг ґрунту за методом: Кірсанова Чирикова Мачигіна	> 120 > 80 > 200	80–120 40–80 100–200	<80 <40 <100
Вміст рухомих форм мікроелементів, мг/кг ґрунту за методом: Крупського–Александрової:			
марганець	10–100	< 10	>100
цинк	1–23	< 1	> 23
мідь	0,5–3	<0,5	> 3
кобальт	0,15–5	<0,15	> 5
Починка:			
бор	> 0,33	< 0,33	–
Грига:			
молібден	> 0,1	< 0,1	–

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
Вміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту за методом: Корнфілда Тюріна–Кононової	> 150 > 40	100–150 30–40	> 100 > 30
Вміст азоту за нітрифікаційною здатністю, мг/кг ґрунту	> 8	5–8	< 5
Вміст рухомої сірки, мг/кг ґрунту	> 6	1–6	< 1

Оцінку придатності земель (ґрунтів) для виробництва органічної продукції та сировини здійснює центральний орган виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики у сфері державного нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі, за висновком наукових установ, науково-дослідних інститутів, лабораторій якості та безпеки продукції, які мають право (атестовані, акредитовані) на проведення вимірювань у сфері навколишнього природного середовища, зокрема земельних (ґрунтових) ресурсів.

У межах зон органічного виробництва продукції та сировини може допускатись наявність земель, обмежено придатних для виробництва органічної продукції та сировини, які відносяться до таких не більше ніж за трьома показниками та не більше ніж 50 % від загальної площі зони [48-50].

Встановлення зон виробництва органічної продукції та сировини повинні врахуватись соціально-економічні, ґрунтово-кліматичні чинники, віддаленість від промислових об'єктів та автодоріг. При встановленні зон виробництва органічної продукції та сировини необхідно також враховувати перехідний період та паралельне виробництво як етап для переходу на органічне виробництво сільськогосподарської продукції та сировини [33-35].

### 3.2. Адмітансне картографування органічних земель

Створення інформаційної системи моніторингу якості зокрема в сфері управління органічним землеробством на прикладі ґрунтів дозволила б оптимізувати процес збирання та прогностичного аналізу параметрів стану земель (ґрунтів) а також покращити процедуру їх сертифікації та технічного нагляду за використанням сертифікованих ґрунтів. Формування розвинутої інформаційної бази моніторингу стану забруднення ґрунтів забезпечило б належний рівень управління ними. Для оптимізування процесу збору інформації про ПЯ ґрунтів пропонується концепція, яка базується на використанні адмітансного методу для оперативного контролю ґрунтів, згідно з якою, об'єкт контролю неелектричної природи (ґрунти), поміщений в електричне коло змінного струму, розглядається як складний двополюсний об'єкт [52 -54], елементи якого містять інформацію про відповідні фізико-хімічні властивості контрольованого об'єкта. Тобто, за результатами вимірювання параметрів двополюсника на основі встановлення залежностей між електричними та відповідними фізико-хімічними характеристиками можна визначити необхідні ПЯ ґрунтів. Зокрема, незадовільні результати експрес-контролю в польових умовах сигналізували б про невідповідність ПЯ встановленим нормам та необхідність уточнення даних вже в межах лабораторії стандартними методами (рисунок 3.2).

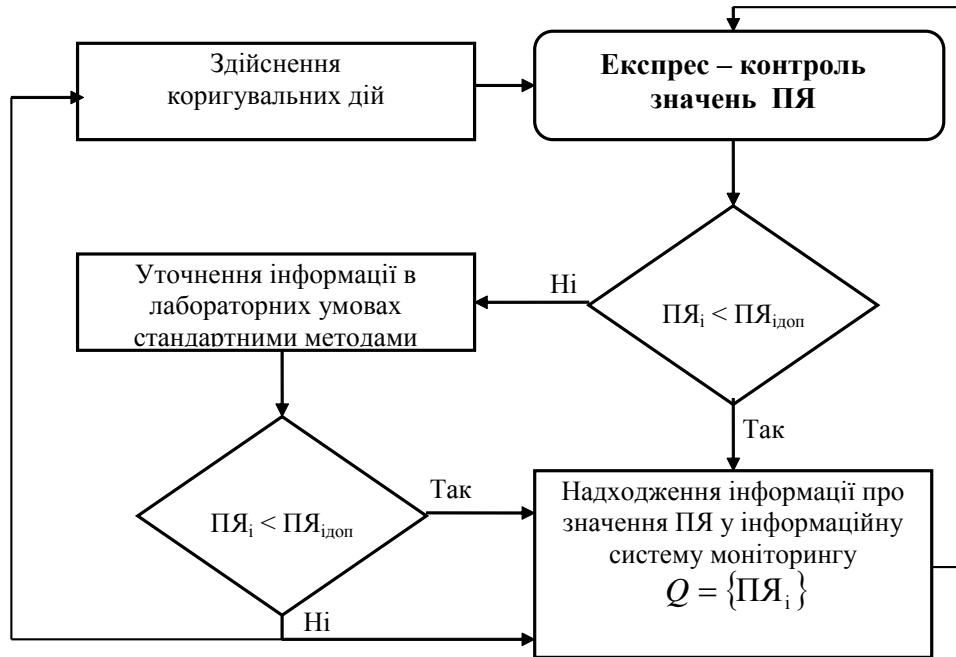


Рисунок 3.2 – Алгоритм реалізації концепції експрес-контролю для оперативного забезпечення роботи ІС моніторингу

Результати експериментальних досліджень, які будуть представлені далі, дозволили оцінити чутливість реагування різних типів ґрунтів на одну і тіж впливні фактори (наприклад, ступінь кислотності, засолення).

Крім цього, використання адмітансного методу могло б оптимізувати процедуру картографування органічних ґрунтів за комплексною електропровідністю, тобто шляхом адмітансного картографування ґрунтів. Запровадження такого підходу дозволяє з високою точністю визначити ділянки поля, які потенційно обмежуватимуть загальну продуктивність органічних сільгоспкультур. Потреба детального врахування просторово-функціональних відмінностей ґрунтової поверхні при проведенні еколого-агрохімічної оцінки сільськогосподарських угідь набуває актуальності в органічному землеробстві. Просторова неоднорідність родючості ґрунту в межах кожного поля має певні особливості - залежно від ґрунтово-кліматичних умов, рельєфу, типу ґрунту, гранулометричного складу, рослинних решток, мікроклімату, технологій

виращування культур протягом попередніх років (розмежованість, обробіток ґрунту, сівозміна) та інших факторів. Загальноприйняті в Україні методичні підходи до відбору ґрунтових проб, відставання у використанні сучасних інформаційних технологій у цьому напрямі не дозволяють чітко визначати і вивчати ґрунтову неоднорідність за властивостями ґрунту в межах одного поля. Технології точного землеробства, які нині активно впроваджуються, дають можливість узгодити кількість і якість застосовуваних сільськогосподарських матеріалів з умовами окремих ділянок поля. Сьогодні прилади глобального позиціонування (GPS), методи дистанційного зондування та географічні інформаційні системи (ГІС) широко застосовуються в різних галузях господарювання. Для органічного сільського господарства ці інформаційні технології забезпечують точне і автоматизоване збирання, аналіз і збереження якісної та кількісної інформації про ґрунти. Отже, на часі використання адмітансних карт ґрунту, що скоротить витрати на обстеження і дозволить отримати більш об'єктивну і репрезентативну інформацію про зміну ґрунтових властивостей у просторі та параметри неоднорідності ґрунту порівняно з обстеженнями, використаними лише на основі класичних методів. Реагування на неоднорідні умови росту і розвитку рослин дозволять агрономові підвищити врожайність при фіксованих виробничих витратах або зменшити ці витрати без зниження врожаю. Робота мобільного пристрою для адмітансного картографування може базуватись на гальванічно-контактному, електромагнітно-індуктивному або ємнісному методах. Наприклад, при використанні контактного методу електроди можуть виготовлятися у вигляді дисків (вони можуть прикріплюватися до транспортного засобу, що рухається з постійною швидкістю по полю), що входять в постійний контакт з ґрунтом, дотримуючись чітко встановленої взаємної геометрії та визначати адмітанс у кількох шарах ґрунту на різній глибині та через визначені часові проміжки. Таким чином, обсяг даних у багато разів щільніший, ніж це можливо за традиційного відбору ґрунтових проб.

Подальший аналіз та інтерпретація даних картографування мала би виконуватись за допомогою багатофункційного програмного ГІС-забезпечення. Карта адмітансу ґрунту висвітлюватиме контрастні зони за структурою ґрунту. Хоча абсолютні значення адмітансу збільшуватимуться з підвищенням вологості ґрунту, але відносні значення залишатимуться послідовними (адекватними) і через певний проміжок часу. Значення адмітансу можуть інтерпретуватись по всьому профілю ґрунту до певної глибини і тому менше залежатимуть від тимчасових явищ, таких як нерівномірне випадання дощових опадів перед вимірюванням. Отже, адмітансне картографування огранічених ґрунтів - це комплексна характеристика зміни ґрунтових умов у межах одного поля чи масиву полів, врахування якої є важливим під час прийняття таких рішень, як:

- визначення меж органічних ґрунтових контурів і встановлення структури ґрунтового покриву при проведенні подальших обстежень та вимірювань;
- визначення однорідних ділянок поля за властивостями органічного ґрунту через їх взаємозв'язок з електропровідністю;
- точне визначення контурів потенційно підкислених і засолених ділянок поля;
- контроль водно-сольового режиму земель;
- вдосконалення та оптимізація таких технологічних процесів, як змінна норма висіву насіння та внесення мінеральних добрив.

Отже, адмітансне картографування дозволить з високою точністю виокремлювати ділянки органічного поля, що потенційно обмежуватимуть його продуктивність [52-54].

### **3.3. Математичне моделювання сигналів електричних систем моніторингу органічних земель**

Загальноприйнятих рекомендацій щодо параметрів ґрунтів та методів їх

дослідження для оперативного забезпечення потреб функціонування інформаційних систем моніторингу не існує. Класичні фізико–хімічні методи, як правило, реалізуються в лабораторіях і малоприсадибні для польових умов [58]. Варто зазначити, що сьогодні стрімко розвиваються методи з застосуванням біоіндикаторів [59, 60]. Проте вони вважаються трудомісткими і не присадибні для оперативного контролю. Тому доцільно використовувати швидкі електричні методи, одним з яких є метод вимірювання електричної провідності об'єкта, оскільки вона є джерелом інформації щодо властивостей ґрунту. Найчастіше автори віддають перевагу контролю саме вологості ґрунту на основі вимірювання його електричної провідності [61–62]. Інші автори [63, 64] пропонують за провідністю визначати забруднювачі ґрунту, що теж повністю не відображає основні складові, від яких залежить його якісний стан. Проводились також дослідження, в яких автори представляють результати вимірювань вологості та температури ґрунту, але за допомогою окремих спеціалізованих сенсорів [65, 66], що належать до бездротових сенсорних мереж. Проте, окрім вищенаведених параметрів ґрунту дуже важливими є ступінь його кислотності та засоленості, які потрібно також оперативно визначати. Значення цих характеристик, як правило, визначають шляхом використання відповідно фізико–хімічних методів потенціометрії та кондуктометрії [67-68]. Ці дослідження у реальному масштабі є надзвичайно трудомістким завданням. Отже, актуальними є дослідження можливості оцінки значень кислотності та засоленості ґрунту з використанням оперативного адмітансного методу шляхом встановлення залежності кислотності ґрунту та ступеня його засоленості від параметрів адмітансу (комплексної провідності). Дослідження полягає в побудові математичної моделі, яка враховує властиві характеристики ґрунту. Тож дослідження математичної моделі дасть змогу виявити, проаналізувати й обґрунтувати істотні характеристики досліджуваної системи первинний перетворювач – об'єкт контролю (ґрунт).

Дослідження ставили за мету побудувати математичні моделі залежності кислотності різних типів ґрунтів від параметрів адмітансу для реалізації оперативної оцінки кислотності ґрунту за результатами контролю з використанням адмітансного методу.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити наступні завдання:

– обґрунтувати можливість застосування адмітансного методу для оцінки кислотності ґрунту;

– на основі результатів експериментальних досліджень побудувати математичні моделі для оцінки кислотності чорнозему, суглинкового та піщаного ґрунту;

– оцінити можливості застосування отриманих математичних моделей для організації оперативного оцінювання кислотності ґрунту з використанням адмітансного методу.

Об'єктом дослідження є рівень кислотності різних типів ґрунтів, а саме: чорнозему, суглинкового та піщаного ґрунту, які необхідні для створення карт адмітансу.

Експериментальні дослідження проводились з використанням вимірювача адмітансу з первинним перетворювачем ємнісного типу. Діапазон частот напруги тестового сигналу становив: 50 Hz ÷ 100 kHz, рівень напруги тестового сигналу: 0,01 V ÷ 2 V, матеріал електродів – нержавіюча сталь, віддаль між електродами складала 10 мм, довжина робочої частини перетворювача – 60 мм.

Основною характеристикою досліджуваного ґрунту був рівень  $H$  кислотності ґрунту. Застосування адмітансного методу полягає у використанні певного тестового сигналу напруги  $U$ , відгуки якого оцінювали при фіксованих значеннях частоти  $F$ . Параметри первинного перетворювача ємнісного типу можна представити його геометричними розмірами, а саме константою  $K$ , яка визначається відношенням відстані  $L$  між електродами до площі  $S$  цих електродів. Отже, дослідимо можливість оцінювання кислотності ґрунту за



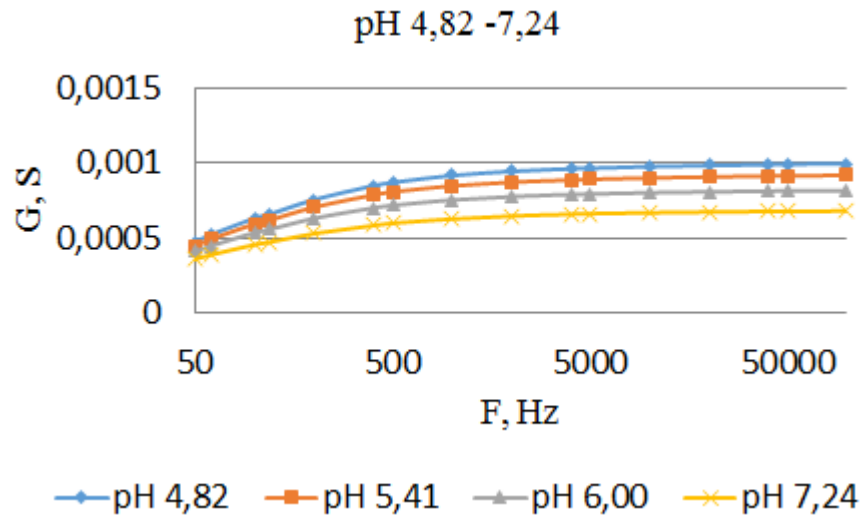
значенням напруги тестових сигналів  $U$ , їхньої частоти  $F$  і константи  $K$ , що характеризує геометричні розміри сенсора при фіксованому значенні температури та вологості ґрунту.

### **Результати досліджень кислотності ґрунтів за параметрами адмітансу.**

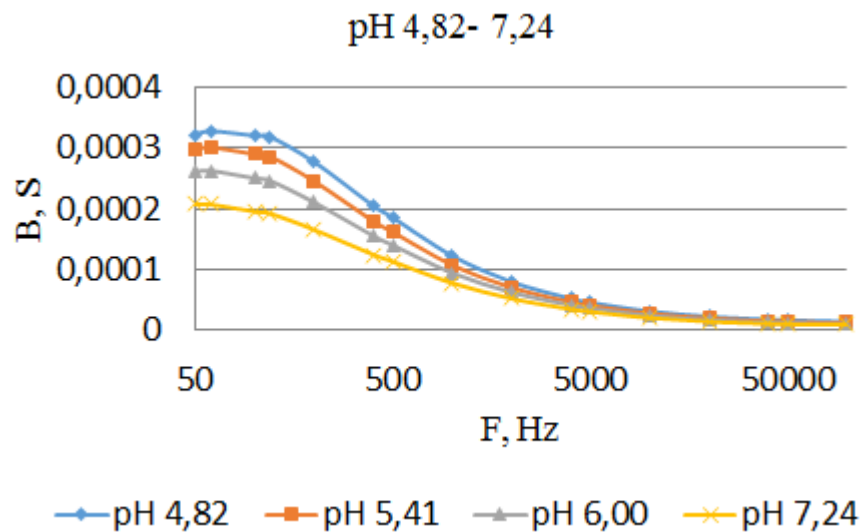
Результати проведених експериментальних досліджень засвідчили, що зміна сигналу відгуку для нашої системи не суттєво залежить від зміни значень тестової напруги  $U$ . Окрім того, дослідження переважно проводять з одним і тим самим первинним перетворювачем, тобто константу  $K$ , що характеризує геометричні розміри електродів, можна вважати незмінною. Отже, далі будуть представлені результати досліджень залежності сигналу відгуку від кислотності ґрунту та частоти тестового сигналу.

Експериментальні дослідження проводили для різних комбінацій значень вказаних параметрів, а саме: кислотність змінювали від 4,8 до 8,5 рН (щоб охопити нормований діапазон, який представляє 5,4 до 6,8 рН, та відхилення від нього), частоту – від 0,05 кГц до 100 кГц, при тестовій нарузі  $U = 0.5$  В. Аналіз залежності сигналу відгуку проводили при фіксованому значенні температури. Для зручності опрацювання результатів експерименту використали логарифмічну шкалу по частоті  $\lg F$ .

На рисунку 3.3 показано залежність відповідно активної складової адмітансу  $G$  та реактивної складової адмітансу  $B$  від частоти тестового сигналу  $F$  для різних фіксованих значень кислотності  $H$  для чорнозему.



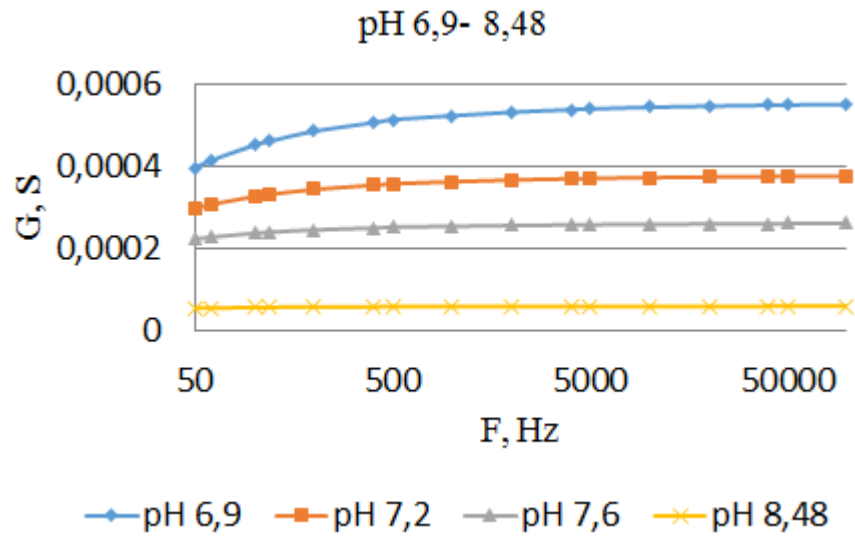
a)



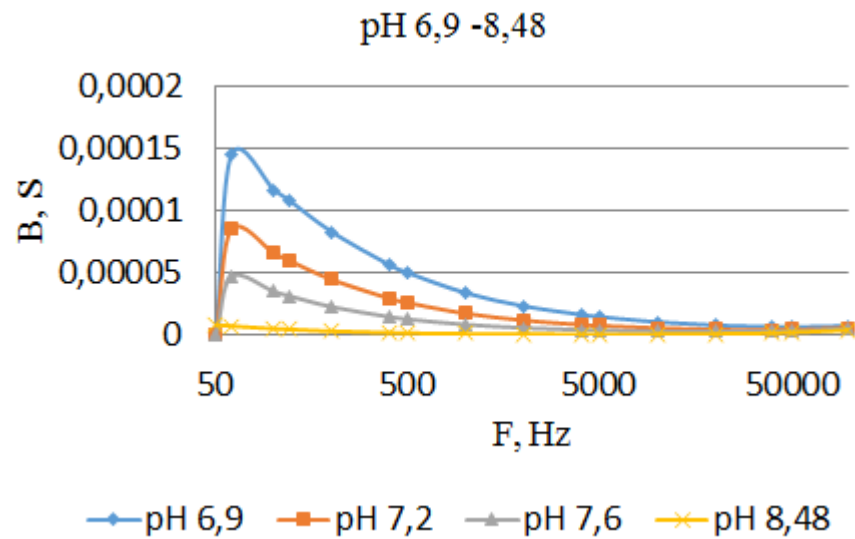
б)

Рисунок 3.3 - Частотні залежності: а) – активної складової адмітансу  $G$ ; б) – реактивної складової адмітансу  $B$  для фіксованих значень  $H$  для чорнозему

На рисунку 3.4 і на рисунку 3.5 показано відповідно залежності активної та реактивної складових адмітансу від частоти тестового сигналу  $F$  для різних фіксованих значень кислотності  $H$  для піщаного та суглинкового ґрунту.

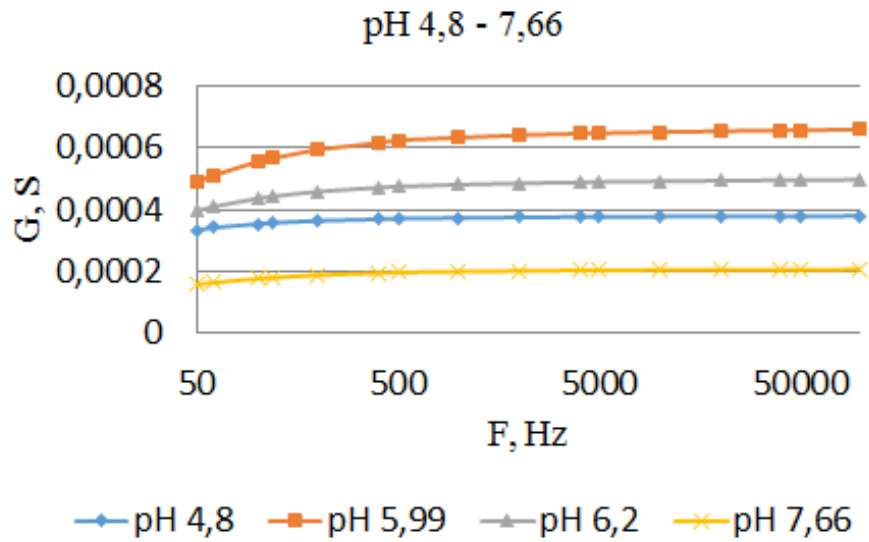


a)

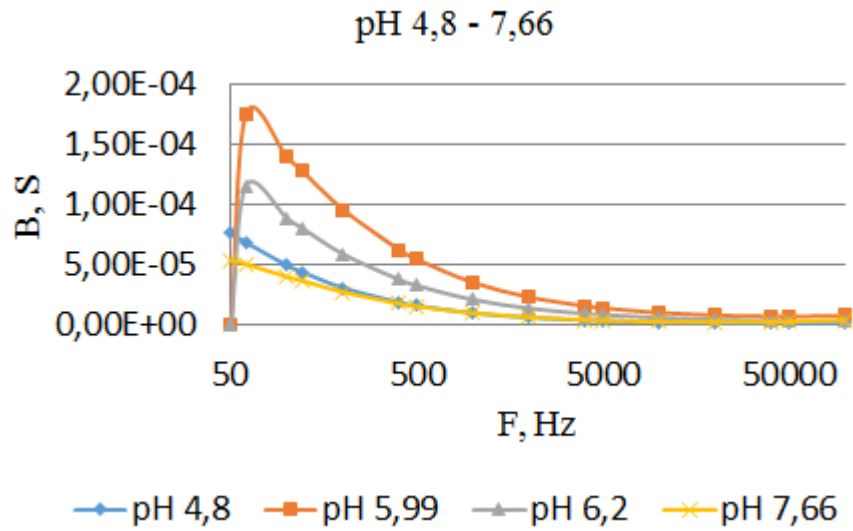


б)

Рисунок 3.4 - Частотні залежності: *a)* – активної складової адмітансу  $G$ ; *б)* – реактивної складової адмітансу  $B$  для фіксованих значень кислотності  $H$  для піщаного ґрунту



a)



б)

Рисунок 3.5 - Частотні залежності: а) – активної складової адмітансу  $G$ ; б) – реактивної складової адмітансу  $B$  для фіксованих значень кислотності  $H$  для суглинкового ґрунту

З поданих на рисунках 3.3–3.5 частотних залежностей складових адмітансу  $G$  та  $B$  для фіксованих значень кислотності  $H$  для різних типів ґрунту впливає, що зі зростанням частоти сигналів, сигнали відгуків для різних значень кислотності починаючи з частоти 5 кГц майже збігаються. Тому для оцінювання кислотності ґрунтів з використанням адмітансного методу орієнтуватимемося на значення активної складової адмітансу  $G$ .

За результатами експериментальних даних рисунки 3.3а – 3.5а ми намагались отримати залежність активної складової адмітансу  $G$  від кислотності  $H$  та частоти тестового сигналу  $F$

$$G = f(H, F), \quad (3.1)$$

для різних типів ґрунту.

В результаті проведених досліджень для опису залежності (3.1) за методом рівномірного наближення функцій двох змінних [68] були отримані з задовільною точністю моделі для чорнозему, суглинкового та піщаного ґрунту. Використання методу рівномірного наближення зумовлено тим, що цей метод забезпечує можливість отримання моделі з найменшою можливою похибкою відтворення шуканої залежності на заданій множині точок. Похибка моделі, отриманої методом рівномірної апроксимації, є переважно меншою за похибку такої же моделі, визначеної за методом найменших квадратів на заданій множині точок [69].

Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  для чорнозему отримано модель:

$$G = a_1 + a_2 \lg(F) + a_3 H + a_4 H \lg(F) + a_5 H^2, \quad (3.2)$$

де

$$a_1 = -0.0002360279, \quad a_2 = 0.000733464 \quad a_3 = -0.0000197652,$$

$$a_4 = -0.000025562, \quad a_5 = -0.0000693467.$$

Адекватність моделі (3.2) оцінювалася коефіцієнтом детермінації  $R^2$ , який склав 0,91. Поверхню активної складової адмітансу  $G$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.2) залежно від частоти сигналу та кислотності зображено відповідно на рисунку 3.6, *а* та рисунку 3.6, *б*. Форма поверхні рисунку 3.6, *а* доводить, що зі зростанням кислотності активна складова адмітансу зростає, а форма поверхні рисунки 3.6, *б* демонструє, що похибки моделі залежать від частоти тестового сигналу, що дає можливість підібрати для досліджень такий частотний діапазон, в якому похибка моделі буде мінімальною.

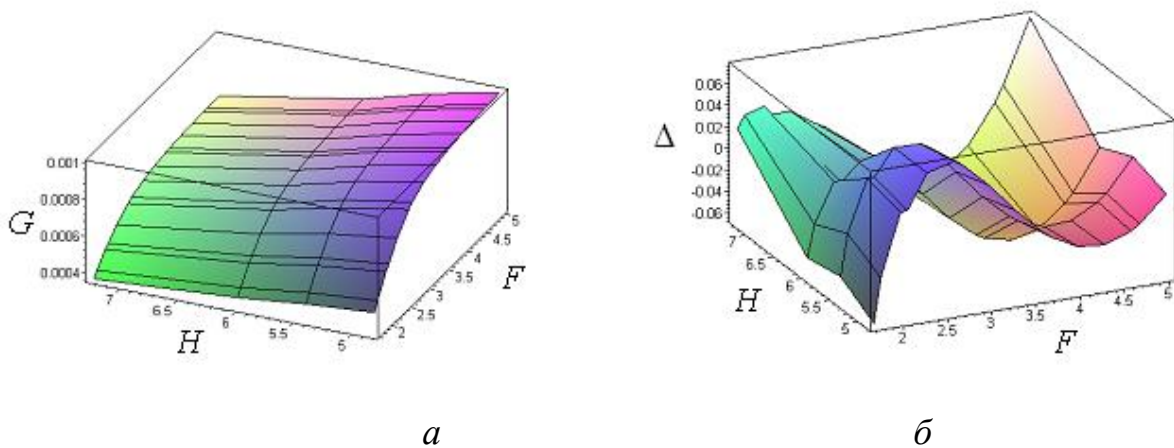


Рисунок 3.6 - Поверхні: *а* – активної складової адмітансу  $G$ ; *б* – розподілу похибки моделі (3.2) залежно від частоти сигналу й кислотності для чорнозему

На цьому рисунку й подальших рисунках  $\Delta$  – відносна похибка, яка дорівнює  $\Delta = \delta/100$ , де  $\delta$  – відносна похибка у відсотках.

Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  для суглинкового ґрунту отримано модель:

$$G = a_1 + a_2 \lg(F) + a_3 H + a_4 H \lg(F) + a_5 \lg(F) H^2, \quad (3.3)$$

де

$$\begin{aligned} a_1 &= 0.0014220975, & a_2 &= 0.0050903364, & a_3 &= -0.00016815525, \\ a_4 &= -0.0014772322, & a_5 &= 0.000106396. \end{aligned}$$

Адекватність моделі (3.3) склала  $R^2 = 0,9$ . Поверхню активної складової адмітансу  $G$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.3) залежно від частоти сигналу та кислотності зображено відповідно на рисунках 3.7, а, б.

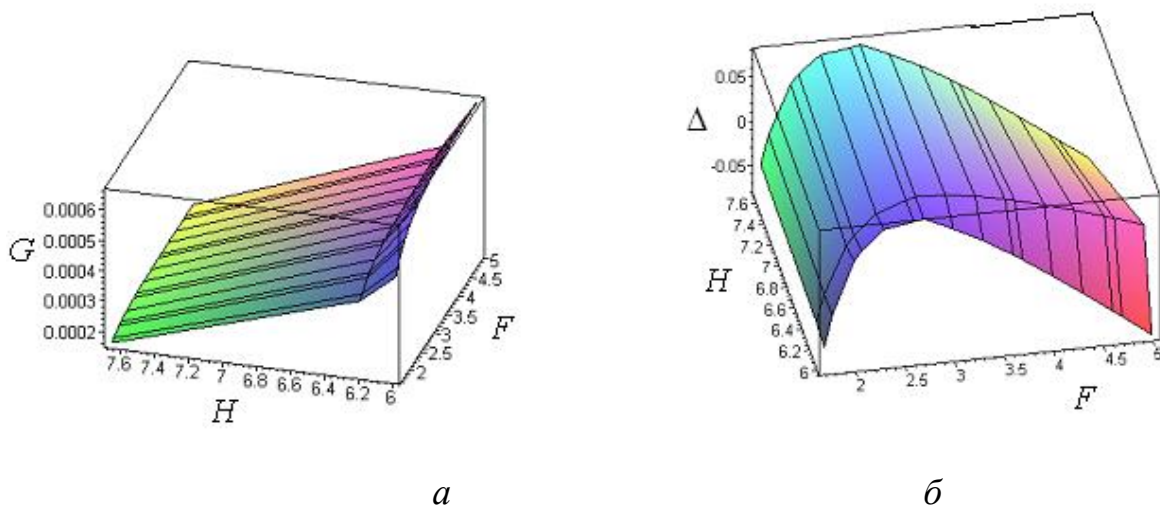


Рисунок 3.7 - Поверхні: а – активної складової адмітансу  $G$ ; б – розподілу похибки моделі (3.3) залежно від частоти сигналу й кислотності для суглинкового ґрунту

Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  для піщаного ґрунту отримано модель:

$$G = a_1 + a_2 \lg(F) + a_3 H + a_4 H \lg(F) + a_5 H^2, \quad (3.4)$$

де

$$\begin{aligned} a_1 &= 0.007015822, & a_2 &= 0.0001979279, & a_3 &= -0.0015917013, \\ a_4 &= -0.000023563384, & a_5 &= 0.00009102326. \end{aligned}$$

Адекватність моделі (3.4) склала  $R^2 = 0,99$ . Поверхню активної складової адмітансу  $G$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.4) залежно від частоти сигналу та кислотності зображено відповідно на рисунках 3.8, а, б.

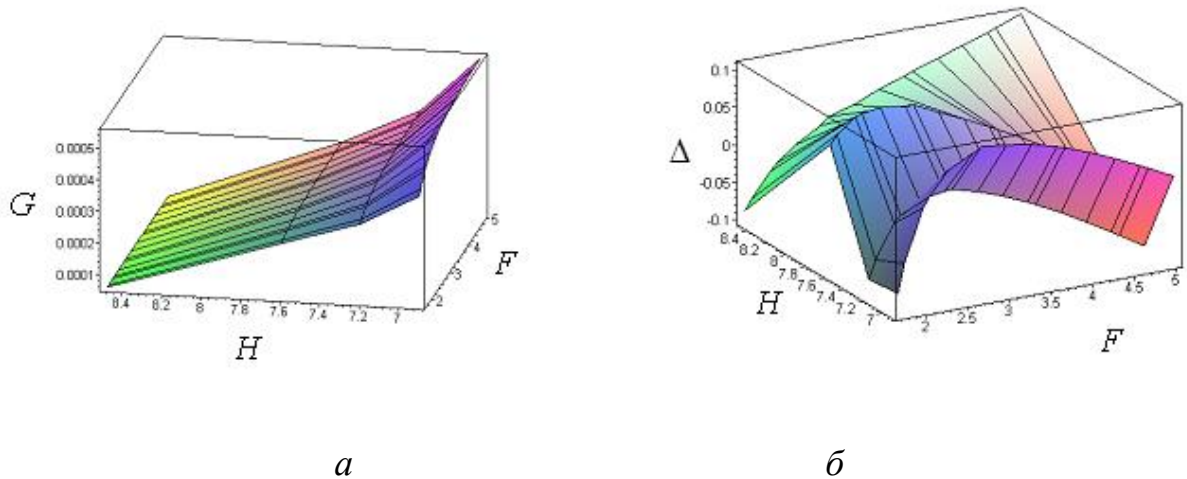


Рисунок 3.8 - Поверхні: *а* – активної складової адмітансу  $G$ ; *б* – розподілу похибки моделі (3.4) залежно від частоти сигналу й кислотності для піщаного ґрунту

Отримані моделі (3.2)–(3.4) підтверджують залежність активної складової адмітансу  $G$  від кислотності ґрунту й частоти сигналу. Отже, за значенням активної складової адмітансу  $G$  можна оцінити рівень кислотності ґрунту. Для цього необхідно отримати залежність кислотності ґрунту від значення активної складової адмітансу  $G$  і частоти сигналу  $F$ :

$$H = f_p(G, F) \quad (3.5)$$

для різних типів ґрунту.

В результаті проведених досліджень для оцінювання значення кислотності ґрунту за методом рівномірного наближення функцій двох змінних [23] були отримані з задовільною точністю моделі для чорнозему, суглинкового та піщаного ґрунту. Для оцінювання значення кислотності чорнозему за активною складовою адмітансу  $G$  та частотою сигналу  $F$  отримано модель:



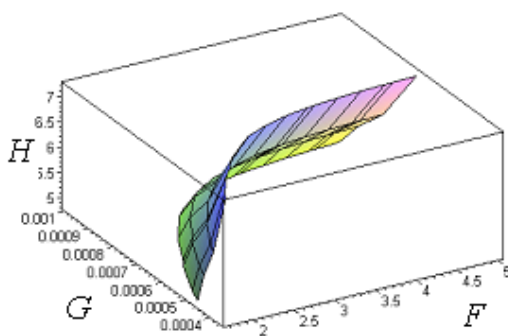
$$H = b_1 + b_2 \lg(F) + b_3 G + b_4 \lg(F)G + b_5 \lg(F)^2 + b_6 G^2, \quad (3.6)$$

де,

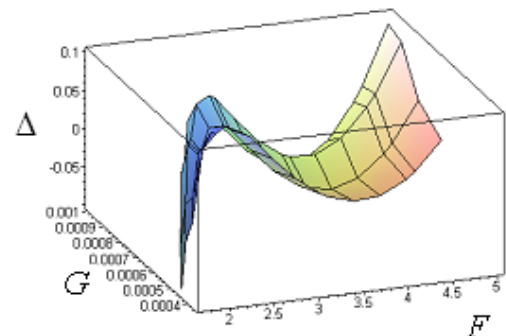
$$b_1 = 3.165639347, \quad b_2 = 6.158534065, \quad b_3 = -15008.46390,$$

$$b_4 = -979.0720272, \quad b_5 = -0.6483059431, \quad b_6 = 6512820.841.$$

Адекватність моделі (3.6) склала  $R^2 = 0,95$ . Похибка моделі вигляду (3.6), визначеної за методом найменших квадратів, становила 15,8 %. Поверхню кислотності чорнозему й поверхню розподілу відносної похибки оцінки кислотності моделлю (3.6) залежно від частоти сигналу та значення активної складової адмітансу  $G$  зображено відповідно на рисунку 3.9а та рисунку 3.9б.



а)



б)

Рисунок 3.9 - Поверхні: а) – кислотності чорнозему; б) – розподілу похибки моделі (3.6) залежно від частоти сигналу й активної складової адмітансу  $G$

Для оцінки значення кислотності суглинкового ґрунту за активною складовою адмітансу  $G$  і частотою сигналу за методом рівномірного наближення отримано модель:

$$H = b_1 + b_2 \lg(F) + b_3 G + b_4 \lg(F)G + b_5 G^2, \quad (3.7)$$

де,

$$b_1 = 9.016382468, \quad b_2 = 0.1493079751, \quad b_3 = -10762.61881, \\ b_4 = -150.7089874, \quad b_5 = 8910312.049.$$

Адекватність моделі (3.7) склала  $R^2 = 0,9$ . Поверхню кислотності суглинкового ґрунту й поверхню розподілу відносної похибки оцінки кислотності моделлю (3.7) залежно від частоти сигналу та значення активної складової адмітансу  $G$  зображено відповідно на рисунку 3.10а та рисинку 3.10б.

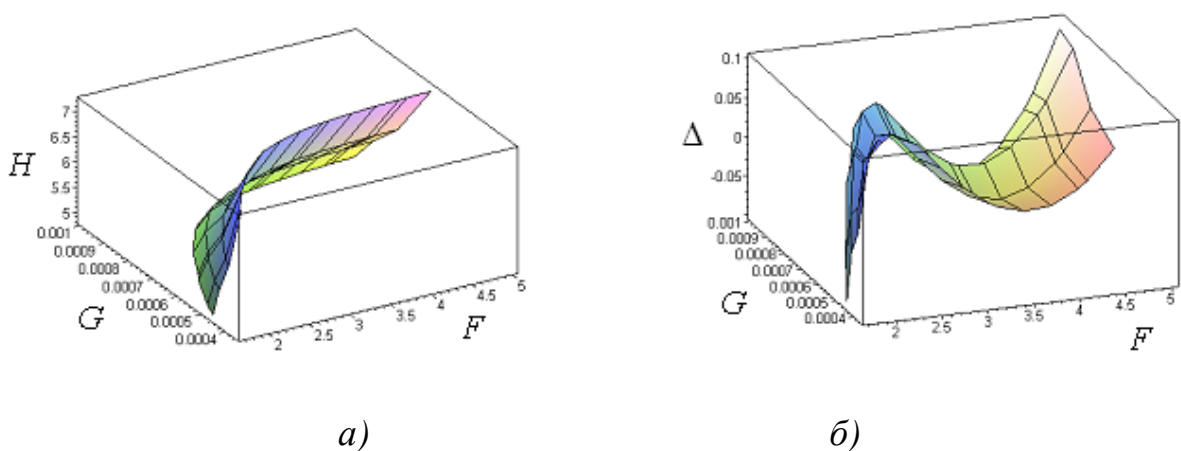


Рисунок 3.10 - Поверхні: *а)* – кислотності суглинкового ґрунту; *б)* – розподілу похибки моделі (3.6) залежно від частоти сигналу й активної складової адмітансу  $G$

Для оцінки значення кислотності піщаного ґрунту за активною складовою адмітансу  $G$  частотою сигналу за методом рівномірного наближення отримано модель:

$$H = b_1 + b_2 \lg(F) + b_3 G + b_4 \lg(F)G + b_5 G^2, \quad (3.8)$$

де,

$$b_1 = 8.778029461, \quad b_2 = 0.02221437932, \quad b_3 = -6650.751506, \\ b_4 = 103.9815459, \quad b_5 = 4806411.277.$$

Адекватність моделі (3.8) склала  $R^2 = 0,98$ . Поверхню кислотності піщаного ґрунту й поверхню розподілу відносної похибки оцінки кислотності моделлю (3.8) залежно від частоти сигналу та значення активної складової адмітансу  $G$  зображено відповідно на рисунку 3.11а та рисунку 3.11б.

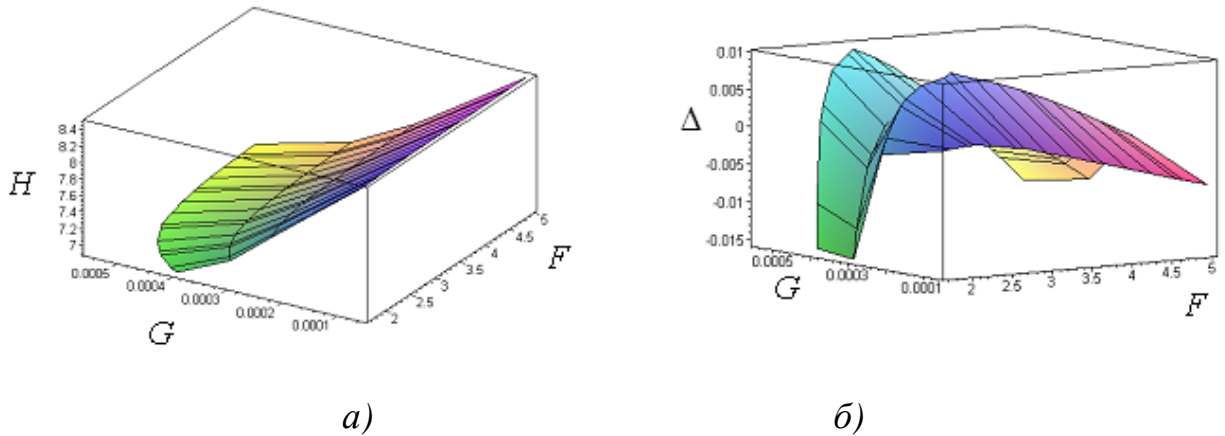


Рисунок 3.11- Поверхні: *а)* – кислотності піщаного ґрунту; *б)* – розподілу похибки моделі (3.8) залежно від частоти сигналу й активної складової адмітансу  $G$

На основі опрацювання результатів експериментальних досліджень залежності параметрів адмітансу було отримано математичні моделі, використання яких дає можливість з достатньою точністю здійснювати оцінювання кислотності різних типів ґрунтів. Встановлено, що саме активна складова  $G$  є інформативним параметром у широкому частотному діапазоні. А саме, математичні моделі (3.2) – (3.4) з задовільною точністю описують залежність активної складової адмітансу  $G$  від частоти сигналу й кислотності чорнозему, піщаного та суглинкового ґрунту. Враховуючи цей факт, отримано моделі (3.6) – (3.8) для оцінки кислотності ґрунту залежно від значення активної складової адмітансу  $G$  і частоти сигналу. Використання моделей (3.6) – (3.8) дає можливість налагодити ефективний оперативний контроль кислотності ґрунтів шляхом використання адмітансного картографування. Карти адмітансу

дозволяють здійснювати моніторинг стану ґрунтів в польових умовах, що є важливим для оперативного прийняття правильних коригувальних рішень. Окрім кислотності не менш важливим показником ґрунту є ступінь його засоленості. Тому наступними будуть дослідження залежності параметрів адмітансу від ступеня засоленості різних типів ґрунтів.

### Результати досліджень засоленості ґрунтів за параметрами адмітансу.

Для опису залежності реактивної складової адмітансу  $B$  для чорнозему від засоленості отримано модель:

$$B(F, C) = a_1 + a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg F)^2 \quad (3.9)$$

де,

$$a_1 = -0,1380088413e-3, a_2 = 0,9132154861e-4, a_3 = 0,2367758290e-2,$$

$$a_4 = 0,4373214793e-3, a_5 = 0,1472418371e-4.$$

Адекватність цієї моделі становить  $R^2 = 0,98$ . Поверхню реактивної складової адмітансу  $B$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.9) залежно від частоти сигналу та засоленості зображено відповідно на рисунку 3.12a та рисунку 3.12b.

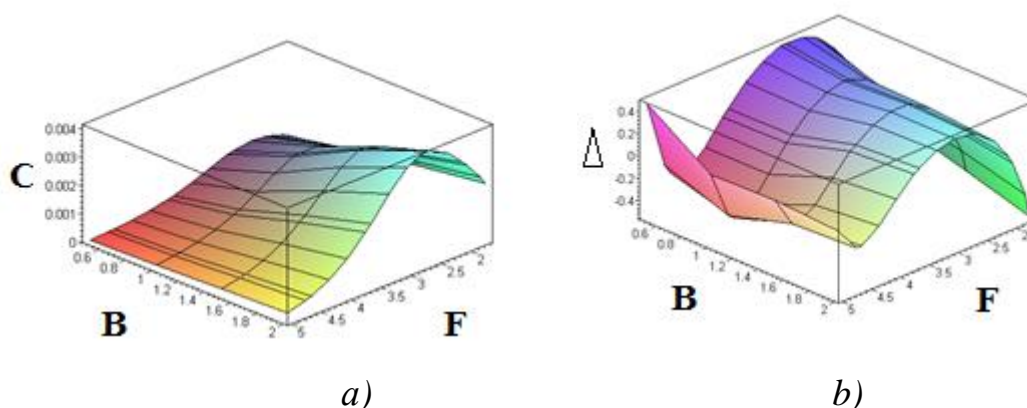


Рисунок 3.12 - Поверхні: a) – реактивної складової адмітансу  $B$ ; b) – розподілу похибки моделі (3.9) залежно від частоти сигналу й засоленості для

## чорнозему

Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  для чорнозему від засоленості отримано модель:

$$G(F, C) = a_1 + a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg F)^2 \quad (3.10)$$

де ,

$$a_1 = 2826929360e-2, a_2 = 0,2845809841e-2, a_3 = 0,2457854595e-2,$$

$$a_4 = 0,1732226579e-2, a_5 = 0,4300332784e-3.$$

Адекватність цієї моделі становить  $R^2 = 0,95$ . Поверхню активної складової адмітансу  $G$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.10) залежно від частоти сигналу та засоленості зображено відповідно на рисунку 3.13a та рисунку 3.13b.

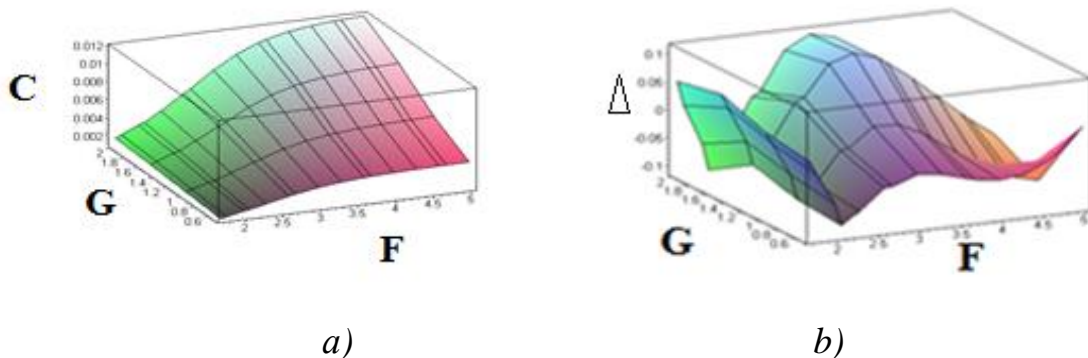


Рисунок 3.13 - Поверхні: *a)* – активної складової адмітансу  $G$ ; *b)* – розподілу похибки моделі (3.10) залежно від частоти сигналу й засоленості для чорнозему

Для опису залежності реактивної складової адмітансу  $B$  для суглинкового ґрунту від засоленості отримано модель:

$$B(F, C) = a_1 - a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg FC)^2 \quad (3.11)$$

де ,

$$a_1 = -0,4667708549e-3, a_2 = 0,1044737135e-3, a_3 = 0,2393783844e-2,$$

$$a_4 = 0,5072228469e-3, \quad a_5 = -0,3291063241e-4$$

Адекватність цієї моделі становить  $R^2 = 0,9$ . Поверхню реактивної складової адмітансу  $B$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.11) залежно від частоти сигналу та кислотності зображено відповідно на рисунку 3.14a та рисунку 3.14b.

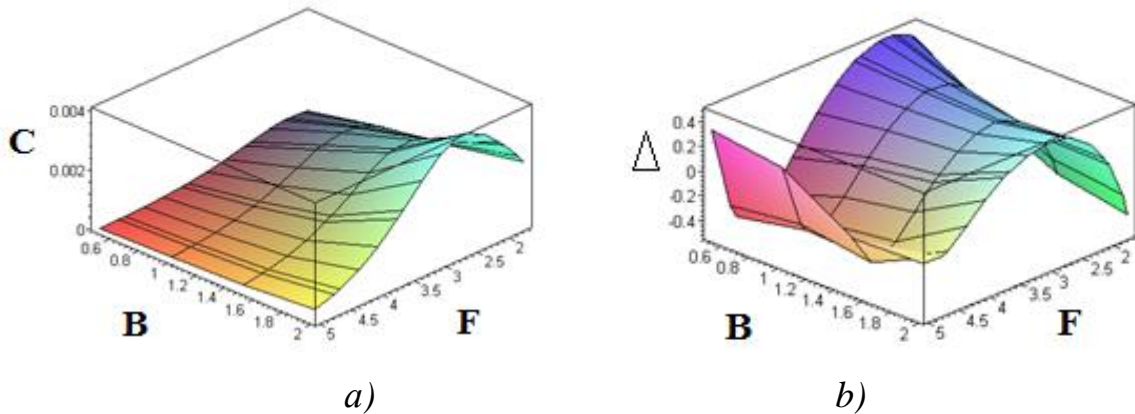


Рисунок 3.14 - Поверхні: a) – реактивної складової адмітансу  $B$ ; b) – розподілу похибки моделі (3.11) залежно від частоти сигналу й засоленості для суглинкового ґрунту

Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  для суглинкового ґрунту від засоленості й частоти отримано модель:

$$G(F, C) = a_1 - a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg F)^2 C \quad (3.12)$$

де ,

$$a_1 = 0,1843279812e-2, \quad a_2 = -0,4967365561e-3, \quad a_3 = 0,5390012112e-2, \\ a_4 = 0,3945084517e-2, \quad a_5 = -0,3318928112e-3$$

Адекватність моделі (3.12) становить  $R^2 = 0,93$ . Поверхню активної складової адмітансу  $G$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.12) залежно від частоти сигналу та засоленості зображено відповідно на рисунку 3.15a та рисунку 3.15b.

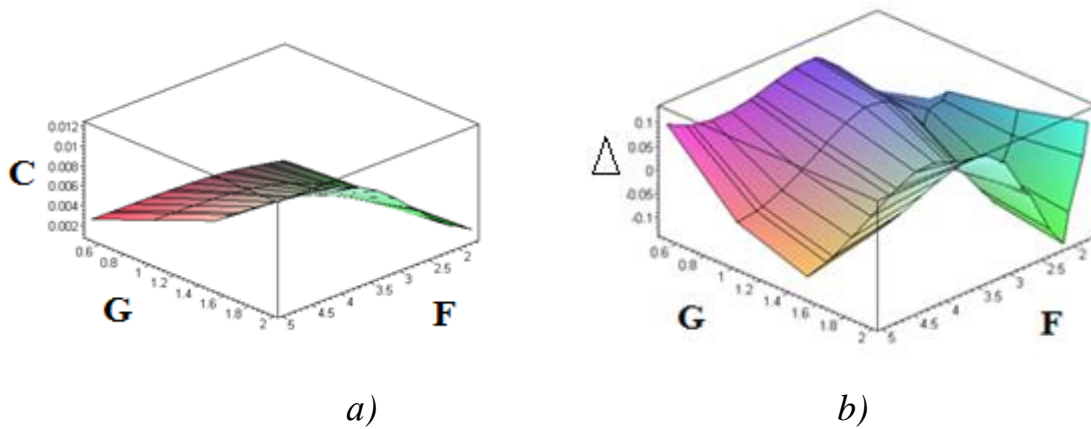


Рисунок 3.15 - Поверхні: *a)* – активної складової адмітансу  $G$ ; *b)* – розподілу похибки моделі (3.12) залежно від частоти сигналу й засоленості для суглинкового ґрунту

Для опису залежності реактивної складової адмітансу  $B$  для піщаного ґрунту від засоленості отримано модель:

$$B(F, C) = a_1 - a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg FC)^2 \quad (3.13)$$

де ,

$$a_1 = -0,4120719188e-3, \quad a_2 = 0,7832495435e-4, \quad a_3 = 0.2297688151e-2, \\ a_4 = 0.4492653136e-2, \quad a_5 = -0.1538872693e-4.$$

Адекватність моделі (3.13)  $R^2 = 0,98$ . Поверхню реактивної складової адмітансу  $B$  і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.13) залежно від частоти сигналу та засоленості зображено відповідно на рисунку 3.16*a* та рисунку 3.16*b*.

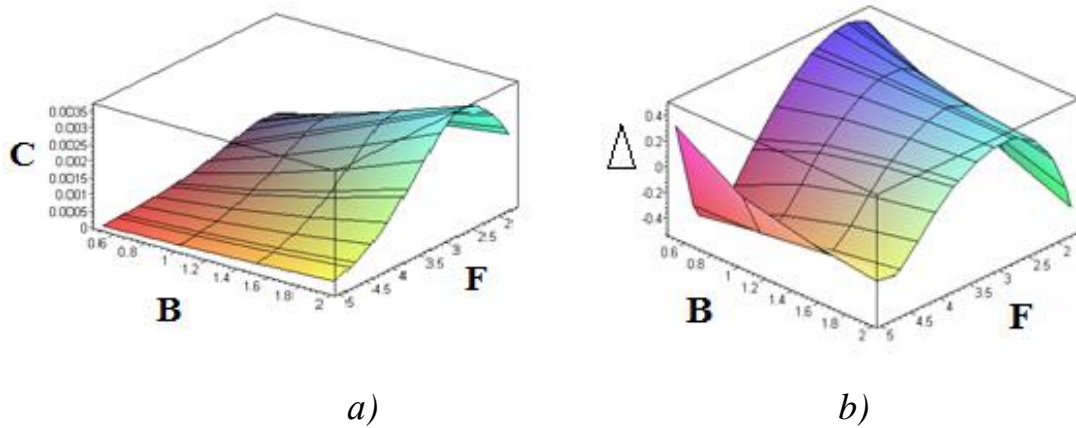


Рисунок 3.16 - Поверхні: *a)* – реактивної складової адмітансу *B*; *b)* – розподілу похибки моделі (3.13) залежно від частоти сигналу й засоленості для піщаного ґрунту

Для опису залежності активної складової адмітансу *G* для піщаного ґрунту від засоленості отримано модель:

$$G(F, C) = a_1 - a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg F)^2 \quad (3.14)$$

де ,

$$a_1 = -0,1378364623e-2, \quad a_2 = -0,1932972582e-3, \quad a_3 = 0,2603165904e-2, \\ a_4 = 0,1821462069e-2, \quad a_5 = -0,3642662605e-3.$$

Адекватність моделі (3.14)  $R^2 = 0,95$ . Поверхню активної складової адмітансу *G* і поверхню розподілу відносної похибки моделі (3.14) залежно від частоти сигналу та засоленості зображено відповідно на рисунку 3.17*a* та рисунку 3.17*b*.



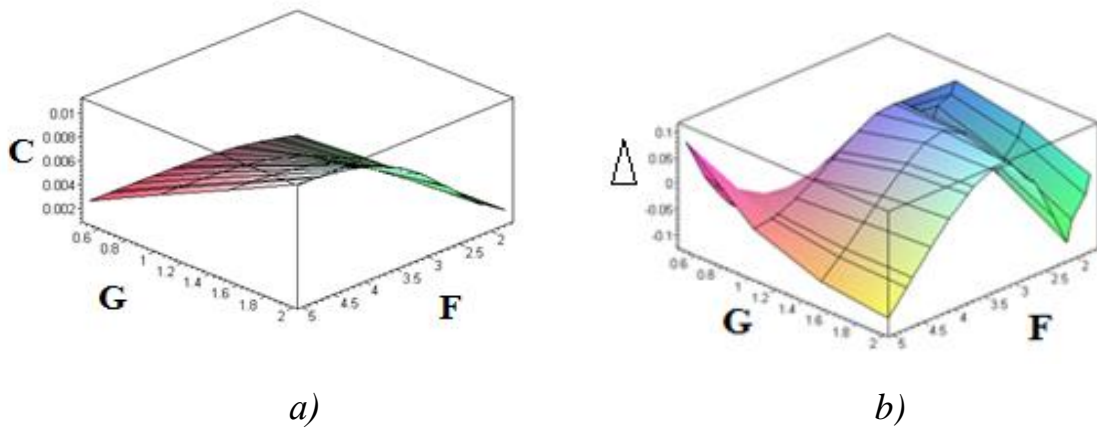


Рисунок 3.17 - Поверхні: *a)* – активної складової адмітансу  $G$ ; *b)* – розподілу похибки моделі (3.14) залежно від частоти сигналу й засоленості для піщаного ґрунту

Оскільки провідність залежить і від температури, в роботі представлені дослідження залежності реактивної складової провідності від температури.

Для фіксованих значень засоленості та кислотності ґрунту досліджували залежність відгуків системи від частоти сигналів і температури, тобто отримано вираз для моделі з параметрами:

$$\hat{B}(\lg F, T) = a_1 + a_2 \cdot \lg F + a_3 \cdot T + a_4 \cdot \lg F \cdot T + a_5 \cdot (\lg F)^2 + a_6 \cdot (\lg F)^2 \cdot T + a_7 \cdot (\lg F)^3 + a_8 \cdot (\lg F)^5 \quad (3.15)$$

За результатами спостереження залежності реактивної складової провідності від частоти сигналу та температури ґрунтового розчину отримали такий вираз:

$$\begin{aligned} \hat{B}(\lg F, T) = & -0,012230053 + 0,01557466 \cdot \lg F + 0,0000730388 \cdot T \\ & - 0,00002779 \cdot \lg F \cdot T - 0,00615844 \cdot (\lg F)^2 + 0,0000026712 \cdot (\lg F)^2 \cdot T + \\ & + 0,00084922 \cdot (\lg F)^3 - 0,000005704 \cdot (\lg F)^5 \end{aligned} \quad (3.16)$$

Залежність реактивної складової провідності системи від температури при фіксованій концентрації солі та кислотності майже лінійна (рисунок 3.18).

Вираз (3.16) розраховано за методом найменших квадратів з відносною похибкою на підставі 80 спостережень за реактивною складовою провідності

системи для частоти сигналу в діапазоні від 0,05 кГц до 100 кГц і температури – від 33°C до 50°C.

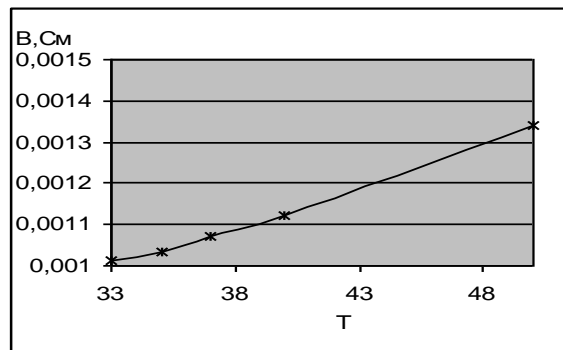


Рисунок 3.18 - Залежність реактивної складової провідності системи від температури при фіксованій засоленості та кислотності ґрунту

Оскільки спостережувані значення реактивної складової провідності системи змінювалися від 37,2 мкСм до 2,48 мСм, то модель (3.16) розраховували з умови мінімуму суми квадратів відносної похибки. Середнє значення відносної похибки відтворення моделлю (3.16) реактивної складової провідності становить – 0,03%. Найбільше значення відносної похибки біля 16% моделі (3.16) спостерігали лише в одній точці, у решті точок спостереження відносна похибка моделі (3.16) суттєво менша.

Дослідження математичної моделі (3.16) дало можливість описати особливості системи для різних діапазонів зміни частоти тестового сигналу та температури. Так за зміни частоти у діапазоні значень, за яких була побудована модель (3.16), поверхня відгуків має характерний прогин – її максимум не зміщується зі зростанням частоти і підвищенні температури для заданого фіксованого значення засоленості, а лише монотонно збільшується зі зростанням температури (рисунок 3.19).

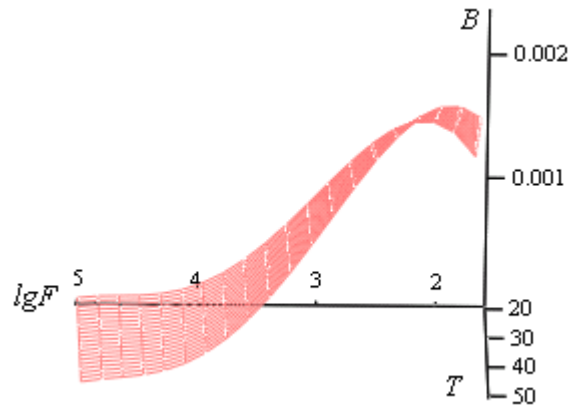


Рисунок 3.19 – Залежність значень реактивної складової від температури та частоти тестового сигналу при фіксованому значенні засоленості та кислотності

Отже, за результатами аналізу моделі (3.16) ми спостерігаємо характерні прогини поверхні відгуків системи. Максимальні значення реактивної провідності при підвищенні частоти тестового сигналу спостерігаються при більших концентраціях розчину. З підвищенням температури розчину ці максимальні значення пропорційно збільшуються [71, 72]. З цього випливає, що частота, на якій спостерігається максимум (рисунок 3.19), не залежить від температури, а змінюється в залежності від ступеня засоленості, отже, може виступити як інформативний параметр про ступінь засоленості.

### Висновки до розділу 3

1. Здійснено аналіз показників якості ґрунтів, що регламентуються як необхідні для ведення органічного землеробства. Базуючись на результатах аналізу, сформульовано рекомендації щодо встановлення придатності земель для ведення органічного виробництва за еколого-токсикологічними та ґрунтово-агрохімічними показниками;

2. Запропоновано створення інформаційної системи моніторингу органічних ґрунтів за допомогою адмітансного картографування. Дана система

дозволить з високою точністю виокремлювати ділянки органічного поля, що потенційно обмежуватимуть його продуктивність;

3. Аналіз експериментальних результатів, отриманих з використанням адмітансного методу, підтвердив можливість його використання для оцінювання кислотності ґрунту і показано, що саме частотні залежності параметрів адмітансу є важливим інформативним параметром для контролю кислотності ґрунту.

4. За результатами експериментальних досліджень побудовані математичні моделі, які з достатньою точністю описують залежність активної складової адмітансу  $G$  від частоти тестового сигналу й кислотності чорнозему, піщаного та суглинкового ґрунту. Розв'язано практичну задачу, а саме, отримано математичні моделі для оцінювання кислотності ґрунту залежно від значення активної складової адмітансу  $G$  і частоти тестового сигналу.

5. В роботі обґрунтовано можливість застосування отриманих математичних моделей для організації оперативного оцінювання кислотності ґрунту з використанням адмітансного методу. При побудові моделей використовували метод рівномірного наближення, оскільки він забезпечує отримання моделей з меншими похибками ніж при використанні методу найменших квадратів. А саме, точність моделі для отримання оцінки кислотності чорнозему складає 10,2%, точність моделі для отримання оцінки кислотності суглинкового ґрунту – 1,7%, а точність моделі для отримання оцінки кислотності піщаного ґрунту – 1,5%. Невеликі значення похибок цих моделей підтверджують можливість використання адмітансного методу для контролю кислотності ґрунтів.

## РОЗДІЛ 4 ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1. Формування вимог для створення електрохімічних пристроїв моніторингу органічних земель

Оскільки в роботі є дослідження залежності фізико-хімічних та електричних властивостей різних типів ґрунту з метою встановлення їх придатності до органічного виробництва, то доцільно розглянути об'єкт з точки зору електрохімії а, отже, представлення об'єкта електрохімічною системою, властивості якої можна вивчати та передбачувати її поведінку в різних умовах, відображаючи її відповідною схемою заміщення (еквівалентною схемою).

Якщо імпеданс (адмітанс) – це загальний прояв, який характеризує поведінку всієї досліджуваної електрохімічної системи, то імпедансне моделювання є необхідним для дослідження електрохімічної кінетики та електрохімічних систем загалом шляхом побудови модельних структур, що складаються з окремих елементів. Окрім цього для різних типів електродних систем (наприклад, різний матеріал - платина, нержавіюча сталь, графіт) під час дослідження одного і того самого об'єкта отримують частотні залежності адмітансу, які відрізняються за формою.

Отже, для правильної інтерпретації спектрів адмітансу а також розуміння процесів, що відбуваються на межі досліджуваній Об'єкт – Первинний перетворювач, вкрай необхідно здійснювати аналіз адмітансних спектрів, на основі якого моделювати електрохімічні системи. Моделювання можна проводити двома шляхами, одним з яких є класичний підхід, що базується на прийнятті гіпотез про специфіку досліджуваного об'єкта та складанні системи диференціальних рівнянь [71-73]. Цей підхід є логічно правильним, оскільки вірними є початкові припущення, але складність реальних моделей, які часто не

можуть бути розв'язаними, обмежують можливості класичного підходу. Дуже часто треба робити спрощення, що можуть суперечити основним умовам експерименту а також шукати нові аналітичні розв'язки при незначних змінах у вихідній гіпотезі. Отже, теоретично виведене рівняння залежності імпедансу від електрохімічних параметрів може містити більше елементів, ніж тих, які можна визначити практично.

З метою подолання цих недоліків доцільно користуватись структурним моделюванням, яке базується на системному підході до аналізу об'єкта. Останній розглядається як система електротехнічних елементів, пов'язаних між собою і структурна модель виявляється повністю адекватною структурі відповідного теоретичного рівняння, але містить меншу кількість параметрів, необхідну для опису даного імпедансу в заданій частотній області.

Структурні імпедансні моделі несуть кількісну інформацію про поведінку досліджуваного об'єкта в частотному діапазоні а також інформацію про фізику процесів, які у ньому відбуваються. Якщо систему Первинний перетворювач – Об'єкт контролю представити у вигляді пасивного двополюсника, то його параметрами буде сукупність взаємопов'язаних базових елементів резисторів, конденсаторів, індуктивностей. За імпедансними частотними спектрами можна відтворити внутрішню структуру двополюсника, тобто побудувати еквівалентну схему. Проте під час контролю об'єктів неелектричної природи (зокрема у вигляді розчинів) трапляються випадки, коли в системі розчин – електрод протікають процеси, які не можна описати скінченною кількістю елементів. Так на межі електрод – розчин утворюється приелектродний електричний шар, відбуваються явища дифузії заряду (тобто перенесення заряду іонів до поверхні електроду), відбуваються електрохімічні реакції на поверхні електродів. Тоді треба переходити на вищий рівень синтезу двополюсників, а саме використовувати спеціальні електрохімічні елементи, які за своїм фізичним змістом відповідають процесам, що моделюються за їх допомогою [74,75].

Адже електричні властивості поверхні контакту електроду та досліджуваного об'єкта, представленого у вигляді розчину, є дуже важливими при побудові приладів для визначення електрохімічних показників якості, оскільки виникає можливість під час моделювання виявити паразитні явища (наприклад, приелектродну паразитну ємність, додатковий імпеданс внаслідок не ідеальності поверхні електродів, додатковий імпеданс внаслідок утворення фракталів, тобто попадання у розчин газу-кисню під час контакту поверхні електрохімічної комірки з повітрям, порушення ідеальної поляризації електродів а, отже, виникнення додаткового імпедансу внаслідок протікання електрохімічної реакції на електродах та інше).

Виявлення цих особливостей дасть можливість здійснити відповідні коригуючі дії щодо мінімізації впливу несприятливих явищ у системі Первинний перетворювач – Об'єкт контролю під час контролю показників якості розчинів - об'єктів неелектричної природи електрохімічними приладами. Зокрема, можливим буде правильно підбирати конструктивні параметри електрохімічних комірок (форму, розміри), матеріал електродів в залежності від особливостей самого об'єкта (різна здатність проводити струм, різні концентраційні діапазони, здатність до адсорбції електродами) та умови проведення випробувань (певні частотні діапазони, температурні режими, відповідні діапазони рівнів тестового сигналу) [78, 79].

Оскільки досліджувані об'єкти (різні типи ґрунтів) можна віднести до рангу низькоомних, то подальші дослідження стосуватимуться схем заміщення для низькоомних об'єктів на прикладі соляних розчинів. Останні наводяться у літературних джерелах [81-84] і не містять конкретної інформації про частотний діапазон, в якому пропонована схема може застосовуватись та не конкретизуються особливості електрохімічної комірки та концентрації досліджуваного об'єкта (наприклад, рідкого електроліту).





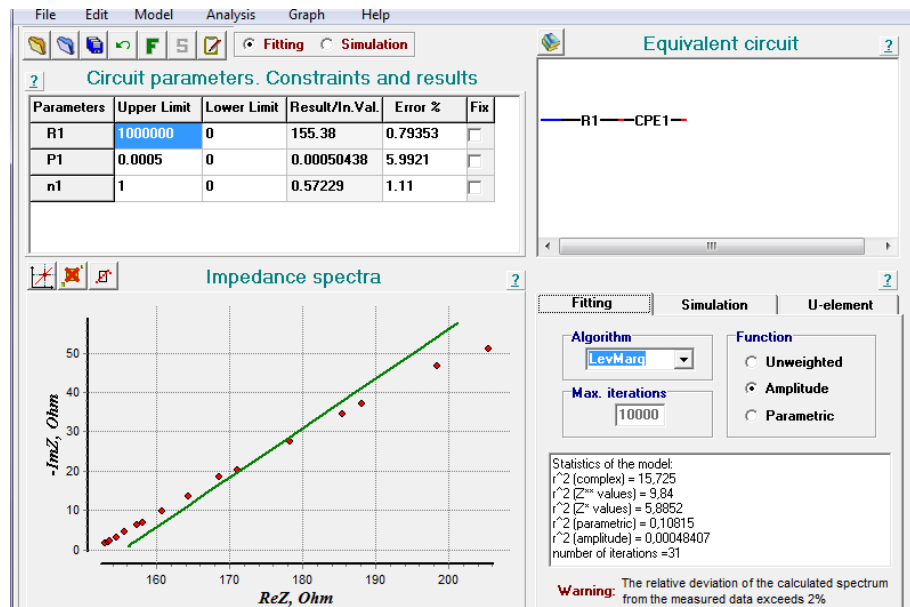


Рисунок 4.2 - Інтерфейс програми EIS Spectrum Analyzer аналізу імпедансного спектру соляного розчину

Через межу розділу електрод - розчин протікає електричний струм, при цьому з'являється опір перенесенню заряду  $R_2$ , що характеризує реакцію на між фазній границі електрод-електроліт. Оскільки імпеданс розраховується за значеннями струму та напруги, то використовувати електричні еквівалентні схеми є логічно, проте класичних електротехнічних величин є недостатньо для достовірного опису усього різноманіття досліджуваних реальних процесів та об'єктів, тому часто використовують спеціальні електрохімічні елементи, які відповідають природі досліджуваних явищ. Одним серед таких є елемент постійної фази CPE, або елемент з постійним кутом втрат. Переміщення іонів в розчині відбувається за рахунок дифузії, зумовленої різною концентрацією іонів в окремих частинах електроліту, конвекції їх за рахунок захоплення потоком рухомої рідини, міграції іонів під дією електричного поля, тепловими явищами.

Аналіз даних таблиці 4.1 показав, що на частотах, вищих, ніж 1000 Гц, схема заміщення (рисунок 4.1а) є не придатною для відтворення властивостей соляного розчину, бо елемент кола  $R_2$  - опір між фазного переходу (чи опір дифузійного процесу) відтворюється з похибками, що перевищують 1000%.

Таблиця 4.1 - Відтворення значень елементів схеми заміщення  
(рисунок 4.1а) у різних частотних діапазонах для різних значень  
концентрації водного розчину солі

<b>C, г/л</b>	<b>F, Гц</b>	<b>R1, Ом</b>	<b>δ<sub>R1</sub>, %</b>	<b>R2, Ом</b>	<b>δ<sub>R2</sub>, %</b>	<b>P</b>	<b>δ<sub>P</sub>, %</b>	<b>n</b>	<b>δ<sub>n</sub>, %</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50÷ 100000	153,01	0,47	536,06	42	0,00050498	3,57	0,55389	0,88
1	50÷ 1000	153,7	1,089	575,86	70	0,00050496	5,09	0,55668	1,33
1	1000÷ 100000	7143	33,4	49188	>1000	0,0000043	>1000	1,01	>1000
2	50÷ 100000	51,56	1,34	138,28	32,34	0,00050494	6,84	0,6292	1,38
2	50÷ 1000	52,66	1,16	143,91	53,52	0,00050495	9,45	0,6365	2,07
2	1000÷ 100000	50,31	0,35	85,21	67,56	0,00050494	3,22	0,5859	0,55
3	50÷ 100000	30,03	2,06	93,24	30,48	0,00050497	8,54	0,6552	1,58
3	50÷ 1000	32,65	16,15	41,11	45,83	0,00005376	70,27	0,9916	6,99
3	1000÷ 100000	29,03	0,52	53,56	52,05	0,00050497	3,88	0,6078	0,63
4	50÷ 100000	21,88	2,6	88,19	29	0,00050494	8,93	0,65728	1,59
4	50÷ 1000	23,28	6,21	94,19	48,5	0,00050495	11,5	0,67074	2,29
4	1000÷ 100000	21,4	1,59	5,83	>1000	0,00050135	11,6	0,62845	1,66
5	50÷ 100000	16,29	4,46	66,82	26,27	0,00047882	14,01	0,67312	2,30
5	50÷ 1000	17,98	7,82	75,35	54,14	0,00050495	12,67	0,69000	2,44
5	1000÷ 100000	16,31	2,19	2,79	>1000	0,00047334	14,95	0,65154	2,02
6	50÷ 100000	13,36	6,77	53,56	35,71	0,00050493	15,09	0,66605	2,55
6	50÷ 1000	1,60	414	30,78	35,69	0,00004022	229,3	0,78856	16,8

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	1000÷ 100000	13,72	2,74	9,345	>1000	0,00046512	17,63	0,65988	2,32
7	50÷ 100000	10,12	11,1	49,71	27,45	0,00050491	19,25	0,6678	2,88
7	50÷ 1000	12,42	11,2	52,24	49,13	0,00050495	15,39	0,70792	2,76
7	1000÷ 100000	10,65	3,75	7,86	>1000	0,00047876	20,25	0,66123	2,61
8	50÷ 100000	9,52	5,34	48,95	32,49	0,00050495	14,02	0,69252	2,16
8	50÷ 1000	10,90	13,06	48,04	66,44	0,00050499	15,65	0,71364	2,89
8	1000÷ 100000	9,25	4,30	7,36	>1000	0,00049293	21,38	0,66301	2,72
9	50÷ 100000	8,87	5,6	48,25	34,3	0,00050498	14,9	0,69617	2,27
9	50÷ 1000	7,58	43,22	34,05	137,7	0,00050493	29	0,67747	5,40
9	1000÷ 100000	8,63	4,8	5,96	>1000	0,00045809	23,8	0,67416	2,94

Слід зазначити, що моделювання імпедансу розчину електроліту за допомогою опору  $R_1$  є правомірним для висококонцентрованих розчинів у широкому діапазоні частот. Лише при частотах, які перевищують (1÷5) МГц, необхідно вводити додаткові елементи, які враховують релаксаційні процеси в електроліті. Зі збільшенням концентрації соляного розчину значення опору електроліту  $R_1$  зменшуються. Значення складових імпедансу елементу постійної фази є достатньо стабільними. Середнє значення експоненційного показника  $n=0,654$ , який входить у формулу для розрахунку імпедансу  $Z_{CPE}$  цього елементу

$$Z_{CPE}(j\omega) = P^{-1}(j\omega)^{-n}, \quad (4.1)$$

а це відповідає випадку моделювання елементом CPE процесу дифузії іонів електроліту до між фазної границі електрод-електроліт, тобто перенесення речовини, зумовлене вирівнюванням її концентрації (точніше, хімічного потенціалу) у неоднорідній системі, яка наближається до однорідної. Одиниця вимірювання коефіцієнту  $P$  у даному випадку буде рівна одиниці



Таблиця 4.2 - Відтворення значень елементів схеми заміщення (рисунок 5.6б) у різних частотних діапазонах для різних значень концентрації водного розчину солі

С, г/л	F, Гц	R1, Ом	$\delta_{R1}$ , %	P	$\delta_P$ , %	n	$\delta_n$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	50÷100000	155,38	0,79	0,00050438	5,99	0,57229	1,11
1	50÷1000	158,18	1,68	0,00050496	7,64	0,57723	1,66
1	1000÷100000	151,92	0,18	0,00049368	2,44	0,53551	0,43
2	50÷100000	54,26	2,67	0,00047582	16,5	0,67971	2,35
2	50÷1000	58,29	6,31	0,00044873	19,5	0,70323	3,21
2	1000÷100000	50,82	0,60	0,00047418	6,82	0,60586	1,02
3	50÷100000	32,29	3,93	0,00050500	18,50	0,70704	2,51
3	50÷1000	35,97	9,45	0,00046501	23,97	0,73309	3,66
3	1000÷100000	29,50	1,01	0,00047961	9,09	0,62965	1,29
4	50÷100000	23,81	4,98	0,00048867	22,14	0,71123	2,82
4	50÷1000	27,40	11,94	0,00047394	26,21	0,73077	3,92
4	1000÷100000	21,42	1,24	0,00048898	8,87	0,63141	1,25
5	50÷100000	18,34	5,84	0,00050497	22,2	0,73032	2,78
5	50÷1000	21,84	14,5	0,00045088	29,9	0,76204	4,20
5	1000÷100000	16,29	1,61	0,00049194	10,5	0,64697	1,43
6	50÷100000	15,59	6,75	0,00050498	26,4	0,74110	3,14
6	50÷1000	19,14	16,5	0,00045494	33,3	0,77474	4,51
6	1000÷100000	13,68	1,97	0,00050330	11,86	0,65062	1,59
7	50÷100000	12,26	8,23	0,00050496	32,06	0,74755	3,60
7	50÷1000	15,92	19,4	0,00045885	37,17	0,78453	4,85
7	1000÷100000	10,62	2,78	0,00050470	13,99	0,65502	1,82
8	50÷100000	10,75	9,02	0,00050490	34,41	0,75516	3,77
8	50÷1000	14,33	20,8	0,00045771	39,9	0,79273	5,08
8	1000÷100000	9,25	3,27	0,00049790	15,4	0,66183	1,96
9	50÷100000	10,01	9,43	0,00050491	33,9	0,75841	3,70
9	50÷1000	13,56	21,6	0,00045153	39,2	0,79840	4,97
9	1000÷100000	8,59	3,51	0,00050247	15,8	0,66328	2,01

Проте у низькочастотному діапазоні похибки відтворення значення опору досліджуваного об'єкта стрімко збільшуються з ростом концентрації електроліту (рисунок 4.4).

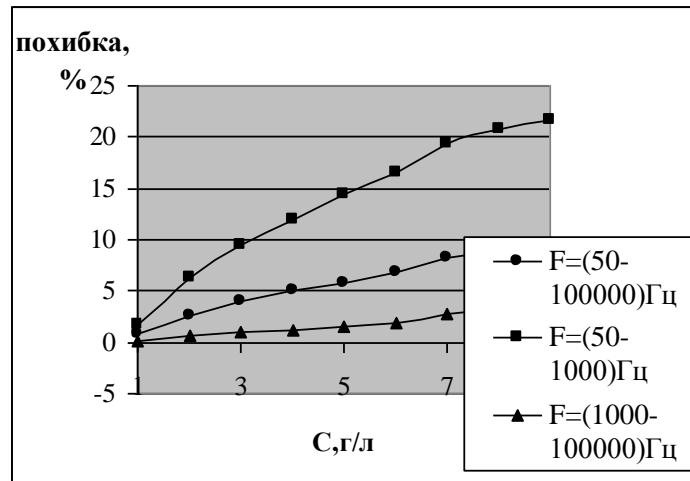


Рисунок 4.4 - Залежність відносних похибок відтворення значень опору електроліту відповідно до схеми заміщення на рисунку 6.6б від зміни його концентрації

Тому було запропоновано дослідити у різних частотних піддіапазонах еквівалентну схему, представлену на рисунку 4.5, яка в порівнянні зі схемою на рисунку 4.1а є доповнена елементом C1, що імітує ємність приелектродного шару.

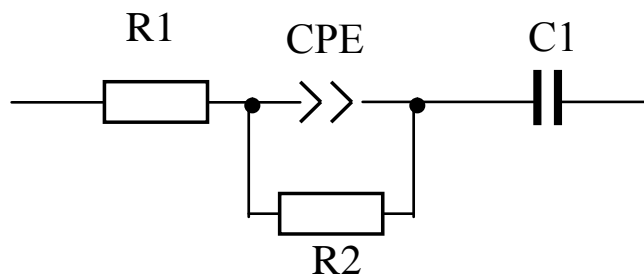


Рисунок 4.5 - Схема заміщення системи електрод – електроліт з врахуванням приелектродної ємності C1

Таблиця 4.3 - Відтворення значень елементів схеми заміщення (рисунок 4.5)  
у різних частотних діапазонах для різних значень концентрації водного  
розчину солі

С, г/л	F, Гц	R1, Ом	$\delta R$ 1 %	C1, мкф	$\delta C1$ , %	R2, Ом	$\delta R2$ , %	P	$\delta P$ , %	n	$\delta n$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	50÷ 100000	151,9	0,4 9	144	12,9	139,6	9,2	0,0005012	3,97	0,54	0,99
1	50÷ 1000	151,7	1,0 7	147	21,8	139,2	14,6	0,0004828	6,79	0,55	1,76
1	1000÷ 100000	151,5 4	0,1 4	27	12,9	39,76	11,9	0,0004505	3,81	0,53	0,72
1	50÷ 100000	50,47	0,9 5	177	13,05	46,94	7,23	0,0004654	6,76	0,61	1,37
2	50÷ 1000	53,12	3,7	145	51	39,31	31,4	0,0005017	31,7	0,61	6,63
2	1000÷ 100000	52,11	2,6 6	505	>1000	0,0000 2	>1000	0,0001122	63	0,78	6,12
3	50÷ 100000	29,37	1,2 2	216	14,2	35,34	7,99	0,0004506	7,48	0,64	1,39
3	50÷ 1000	30,41	2,7 6	251	21,7	39,65	12,29	0,0000482	9,6	0,65	1,97
3	1000÷ 100000	28,15	3,5 5	357	>1000	15,42	69,97	0,0001911	109	0,64	11,34
4	50÷ 100000	21,27	1,3 7	237	12,56	36,22	8,49	0,0005049	6,06	0,63	1,15
4	50÷ 1000	21,71	3,4 3	238	19,74	36,43	11,32	0,0005037	9,39	0,64	1,96
4	1000÷ 100000	20,94	0,2 8	53	5,5	11,19	4,35	0,0003212	2,12	0,65	0,31
5	50÷ 100000	16,13	1,6 3	251	12,9	29,48	8,47	0,0005049	6,87	0,65	1,22
5	50÷ 1000	16,33	4,1 6	257	17,8	29,99	10,50	0,0005010	9,61	0,65	1,89
5	1000÷ 100000	15,70	0,4 8	55	13,1	9,52	7,88	0,0004874	7,02	0,61	1,11
6	50÷ 100000	13,49	1,8 7	269	14,1	26,58	8,68	0,0005049	7,65	0,65	1,31

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	50÷ 1000	13,83	4,6 7	278	18,9	27,04	10,43	0,0004973	10,2	0,66	1,96
6	1000÷ 100000	15,39	13, 8	329	>1000	0,0000 4	>1000	0,0001937	>100 0	0,66	>100 0
7	50÷ 100000	10,40	2,3 8	278	15,8	23,72	9,07	0,0005049	8,84	0,65	1,45
7	50÷ 1000	11,43	4,8 8	301	19,55	24,49	10,95	0,0005008	9,80	0,68	1,87
7	1000÷ 100000	11,04	7,3 8	504	>1000	6,55	>1000	0,0002215	68,76	0,76	6,58
8	50÷ 100000	8,94	2,9 1	273	18,3	21,38	9,08	0,0005049	10,72	0,65	1,71
8	50÷ 1000	9,86	5,5 3	317	18,29	22,97	10,63	0,0005049	9,99	0,68	1,86
8	1000÷ 100000	9,86	10, 5	234	>1000	4,33	496	0,0002249	>100 0	0,65	>100 0
9	50÷ 100000	8,33	3,0 2	274	17,96	20,59	9,65	0,0005050	10,79	0,65	1,70
9	50÷ 1000	7,40	16, 8	219	67,35	18,85	23,32	0,0005049	52	0,62	8,87
9	1000÷ 100000	8,07	0,7 9	75,7 8	9,33	7,76	5,78	0,0003755	3,39	0,65	0,48

Аналізуючи дані таблиці 4.3, можна зробити наступний висновок, що у низькочастотному діапазоні можна було б використовувати модель типу (рисунок 4.5), проте загалом спостерігається прояв елементу СРЕ, як елементу, що характеризує дифузію активних частинок до межі розділу електрод – електроліт, тобто переміщення іонів через електроліт відбувається лише завдяки дифузії іонів провідності.

Отже, поблизу електрода процеси перенесення заряду визначаються дифузиею, тобто перенесенням заряду у дифузійному шарі, де формується дифузійна ємність приелектродного шару Штерна. Такий імпеданс називають дифузійним імпедансом Варбурга для відображення імпедансу ідеальної лінійної напівнескінченної дифузії (рисунок 4.6б), тобто досліджувані



частоти недостатньо низькі, щоб забезпечити проникнення дифузійної синусоїдальної хвилі до границі реального дифузійного шару.

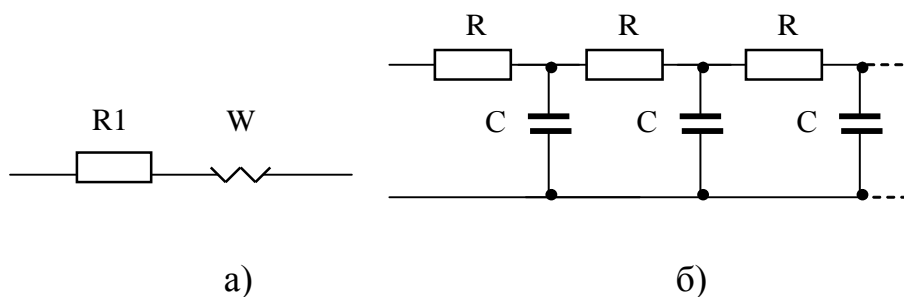


Рисунок 4.6 - Імпеданс Варбурга: а) схема заміщення системи електрод – електроліт з врахуванням імпедансу Варбурга; б) та еквівалентна схема імпедансу Варбурга

Заміна елементу СРЕ на елемент Варбурга (рисунок 4.6а) привела до підвищення точності результатів щодо відтворення елементів схеми заміщення (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 - Відтворення значень елементів схеми заміщення (рисунок 4.6) у різних частотних діапазонах для різних значень концентрації водного розчину солі

<b>C,</b> г/л	<b>F,</b> Гц	<b>R1,</b> Ом	<b>δ<sub>R1</sub>,</b> %	<b>AW</b>	<b>Δ<sub>AW</sub>,</b> %
1	2	3	4	5	6
1	50÷100000	152,05	0,22	932,52	1,54
1	50÷1000	152,07	0,51	931,22	1,88
1	1000÷100000	151,32	0,11	1063,5	2,07
2	50÷100000	50,40	0,38	534,74	2,14
2	50÷1000	50,56	1,11	532,81	2,46
2	1000÷100000	49,80	0,18	617,79	1,82

## Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6
3	50÷100000	29,02	0,51	435,19	2,48
3	50÷1000	29,21	1,62	433,09	2,70
3	1000÷100000	28,57	0,19	498,02	1,70
4	50÷100000	20,93	0,65	422,83	2,77
4	50÷1000	21,14	2,30	420,46	2,95
4	1000÷100000	20,54	0,24	478,06	1,87
5	50÷100000	15,74	0,69	372,29	2,58
5	50÷1000	15,89	2,49	370,43	2,81
5	1000÷100000	15,46	0,27	414,64	1,95
6	50÷100000	13,21	0,90	345,61	3,41
6	50÷1000	13,51	3,12	342,07	3,24
6	1000÷100000	12,88	0,29	392,97	2,03
7	50÷100000	10,21	1,33	323,85	4,31
7	50÷1000	10,67	4,16	317,86	3,63
7	1000÷100000	9,84	0,48	378,34	2,18
8	50÷100000	8,83	1,51	307,98	4,54
8	50÷1000	9,31	4,52	301,4	3,69
8	1000÷100000	8,48	0,58	361,51	2,35
9	50÷100000	8,16	1,48	302,62	4,07
9	50÷1000	8,61	4,26	296,17	3,32
9	1000÷100000	7,85	0,65	353,36	2,47

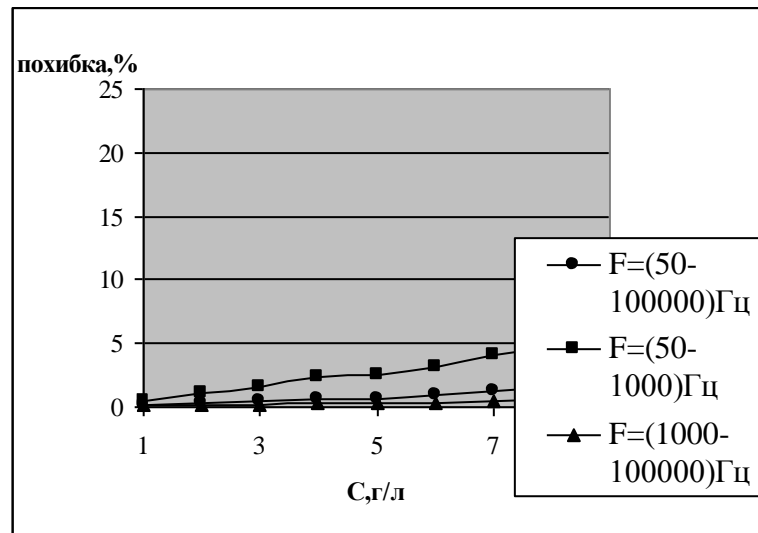


Рисунок 4.7 - Залежність відносних похибок відтворення значень опору електроліту відповідно до схеми заміщення на рисунку 4.3а від значень його концентрації

Порівняння залежностей похибок відтворення елементів схем заміщення, що містять елемент СРЕ (таблиця 4.3) та елемент Варбурга (таблиця 4.4) дозволило зробити висновок про те, що на частотах від 50Гц до 1кГц еквівалентна схема може бути представлена рисунком 4.3, а імпеданс Варбурга (рисунок 4.6) адекватно описує процеси, що відбуваються у досліджуваній системі, на вищих частотах (від 1кГц до 100кГц), при яких приелектродні ефекти практично зникають.

#### 4.2. Методика встановлення придатності земель для органічної сертифікації

Одне із найважливіших питань ефективного ведення органічного виробництва – визначення спеціальних зон, що за результатами сертифікації земель сільськогосподарського призначення й аналізом кліматичних умов можуть забезпечити одержання органічної продукції високої якості [75-77].

Якість органічної продукції рослинництва формується під впливом

екологічних чинників до яких, передусім, належать природні (грунти, температура, опади тощо) й антропогенні (технології вирощування, забруднення сільськогосподарських угідь унаслідок діяльності людини тощо). У статті 23 Закону України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» вказано, що обов'язковою є оцінка придатності земель (грунтів) для виробництва органічної продукції та сировини, а також встановлення зон виробництва органічної продукції. Нині зусилля різних відомств та установ, насамперед Міністерства аграрної політики і продовольства України, спрямовані на забезпечення виконання згаданого Закону [4, 56].

В зв'язку із цим перед науковою спільнотою стоїть першочергове завдання – науково обґрунтувати шляхи переходу на органічні засади виробництва продукції. Одна зі складових цієї проблеми – розроблення способів оцінювання придатності ґрунтів для їхньої подальшої сертифікації й гарантування належної якості продукції. Мета дослідження – запропонувати шляхи оцінювання ґрунтів щодо їхньої придатності для виробництва органічної сільськогосподарської продукції (сировини), а також апробувати цю методику на прикладі типового сільськогосподарського підприємства. Методика оцінювання ґрунтів сформована на основі системного аналізу груп показників, що характеризують родючість і рівень забруднення ґрунтів. При цьому використовувались результати досліджень ґрунту господарства Вінницької області з використанням картосхеми цього господарства, агрохімічної паспортизації полів та відповідних нормативних документів. За агроґрунтовим районуванням господарство належить до лісостепової зони чорноземів типових і сірих лісових ґрунтів. Його загальна площа – 949,8 га, а видовий склад ґрунтів такий: чорноземи типові легко- і середньосуглинкові (60,2 %), лучні і чорноземно-лучні та їхні намиті відміни легко- і середньосуглинкові (39,1%), дернові й лучні та їхні глейові й намиті відміни легко- і середньосуглинкові (0,7%).

Ґрунти оцінювали за показниками, оптимальними для чорнозему типового

середньосуглинкового. Виходячи з наукових джерел і нормативної документації, можна стверджувати, що ґрунти за їхньою відповідністю вимогам органічного виробництва доцільно оцінювати за такими групами показників: 1) агрофізичними – щільність; запаси продуктивної вологи; 2) агрохімічними – гідролітична кислотність; обмінна кислотність (рН сольовий); сума увібраних основ; вміст гумусу; доступні форми азоту; рухомі форми фосфору; обмінні форми калію; вміст рухомих форм мікроелементів (бор, марганець, кобальт, купрум, цинк); 3) забруднення ґрунту – вміст рухомих форм важких металів (кадмій, свинець, хром, ртуть); залишків пестицидів (ДДТ і його метаболітів, гексахлоран); щільність радіоактивного забруднення (Cs-137, St-90). Було встановлено, що оцінювання доцільно здійснювати порівнянням фактичного стану з еталонним.

Таблиця 4.5 - Показники якості ґрунту (чорнозему) щодо його придатності до органічного виробництва продукції

Назва показника	Показники якості ґрунту (чорнозему)
<b>Агрофізичні показники:</b>	
Щільність, г/см <sup>3</sup>	1,0 – 1,4
Запаси продуктивної вологи (0 – 100 см), мм	90 – 143
<b>Агрохімічні показники:</b>	
Гідролітична кислотність, мг·екв/100 г ґрунту	1,5 – 2,8
Кислотність обмінна, рНсол, од.	5,4 – 6,8
Сума увібраних основ, мг·екв/100 г ґрунту	19,0 – 36,0
<b>Вміст:</b>	≥3,2
гумусу, %	32 – 45
азот, що легко гідролізується, мг/кг	41 – 60
рухомий фосфор за Мачигінім, мг/кг	270– 400
обмінного калію за Кірсановим, мг/кг	

Таблиця 4.6 - Нормативи показників придатності земель (грунтів) для органічного виробництва за еколого–токсикологічними критеріями

Показники	Нормативи критеріїв за ступенем придатності	
	придатні	непридатні
<b>Розташування земель відносно джерел забруднення</b>		
Від промислових підприємств та об'єктів, що можуть забруднювати навколишнє природне середовище токсичними і небезпечними викидами (сполуки важких металів, поліхлоровані біфеніли, діоксини, пестициди, радіонукліди тощо), км:		
за напрямом переважаючих вітрів	>30	<30
у інших напрямках	> 15	<15
Від міжнародних, національних та регіональних автомобільних доріг державного значення, м	>300	<300
<b>Вміст забруднюючих речовин у ґрунті</b>		
Щільність забруднення радіонуклідами, Кі/км <sup>2</sup> :	< 5	> 5
Цезієм-137	<0,05	>0,05
Стронцієм-90		
Вміст рухомих форм важких металів відносно ГДК*:	< 1,0	>1,0
Вміст залишків пестицидів відносно ГДК	< 1,0	>1,0

За еталон необхідно брати оптимальні показники родючості ґрунтів відповідно до їхнього типу та гранулометричного складу згідно з нормативними документами: ДСТУ 4288:2004 “Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів”, ДСТУ 4362:2004 “Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів.” Ми пропонуємо

придатність ґрунтів для ведення органічного виробництва сільськогосподарської продукції нормувати таким чином:

I категорія – придатні (параметри ґрунту відповідають вимогам органічного виробництва, відхилення від оптимуму  $\leq 30\%$ );

II категорія – обмежено придатні (параметри ґрунту свідчать про необхідність здійснення заходів щодо підвищення родючості, відхилення від оптимуму  $>30\%$ );

III категорія – непридатні (спостерігається перевищення ГДК та інших санітарно-гігієнічних нормативів для шкідливих речовин). У такому разі забороняється ведення органічного виробництва на території, яка підлягає сертифікації. Допустимі рівні (концентрації) забруднюючих речовин необхідно визначати за наступними нормативними документами: СанПиН 2264–80 “Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК)”; СанПиН 4266–87 “Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами”; ДСанПиН 2.2.7.029–99 “Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення”; ДСанПиН 8.8.1.2.3.4-000– 2001 “Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті”; ДСТУ 4944:2008 “Встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин” від 01.01.2009 року; ДСТУ 7244:2011 “Якість ґрунту. Спеціальні сировинні зони. Загальні вимоги”. За вищезазначеними науково-методичними підходами було визначено параметри придатності основних типів ґрунтів (найпоширеніших в Україні) для ведення органічного виробництва продукції рослинництва [56, 85-88].

Також, в результаті аналізу показників придатності земель (ґрунтів) для органічного виробництва та на основі проведених експериментальних досліджень основних показників ґрунту (Розділ 3) за параметрами адмітансу

пропонується використовувати карти адмітансу для оптимізування та пришвидшення перевірки під час аудиту після проходження органічної сертифікації. За допомогою адмітансного методу можна оперативно отримати інформацію про показники ґрунту в будь-який час і в будь-якій точці сільськогосподарського угіддя.

Окрім цього, пропонується ввести комплексний показник придатності земель для ведення органічного землеробства, для розрахунку якого використати параметри таблиць 4.5 та 4.6.

### **4.3. Рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу органічного виробництва**

Сьогодні кіберфізичні системи (КФС) активно починають впроваджуватись у різні галузі людської діяльності і пріоритетними напрямками їх застосування є виробництво, медицина, транспорт, енергетика, екологія. Не підлягає сумніву, що домінуючою галуззю економіки нашої країни є агровиробництво, що теж належить до цього переліку, зокрема органічне виробництво. Тому важливим є забезпечення належної якості органічних продуктів, яка має контролюватись відповідно до вимог чинних нормативних документів та бути повністю керованим.

Модернізування подібних систем управління повинно здійснюватись шляхом впровадження інноваційних технологій на основі побудови кіберфізичних систем [71, 93-95]. Потенційними користувачами таких КФС можуть стати самі виробники, серед яких є закордонні інвестори, які зацікавлені у впровадженні таких систем в своїх господарствах. Крім того, це можуть бути контролюючі служби, тобто органи сертифікації та органи державної влади. Для кожного з них КФС мала би вирішувати свої задачі, а саме: починаючи від контролю виробництва, завершуючи моніторингом процесу реалізації готової



органічної продукції. Архітектура КФС при цьому може містити кілька рівнів опрацювання отриманих даних, кожен з яких виконує власну функцію у роботі такої системи. Різні автори демонструють різні підходи до побудови КФС [97-103], проте, як впливає з огляду цих робіт, кожна система розробляється з урахуванням критеріїв конкретної прикладної задачі. Тому головним завданням є створення на базі універсальної інтелектуальної системи (рис. 4.8) апарату для вироблення управлінських рішень в конкретній галузі, зокрема в нашому випадку, під час контролю органічного виробництва. Подальші дослідження стосуються формування засад для побудови КФС контролю та управління органічного виробництва на прикладі зернових культур.

1. фізичний світ
2. засоби взаємодії з фізичним світом
3. засоби збирання та доставлення інформації
4. засоби опрацювання інформації
5. засоби прийняття рішень
6. засоби персонального сервісу

Рисунок 4.8 - Елементи узагальненої структури КФС

Отже, необхідно дослідити технологію органічного виробництва з позицій створення кіберфізичної системи, за результатами чого структурувати показники та тип інформації, на основі якої встановлюватимуться значення цих показників і прийматимуться управлінські рішення КФС.

З метою адаптування загальної структури КФС до поставленої задачі управління органічним виробництвом, останню доцільно розбити на підзадачі, якими можуть бути, наприклад: підготовка сільськогосподарських угідь до посіву; процес виробництва (вирощування); процес сертифікації продукції такого виробництва та інше. Для кожного з рівнів КФС структурні елементи

будуть зазнавати певної модифікації, але уніфікація вимог до них забезпечуватиметься як на рівні об'єкта дослідження (грунт, вода, повітря тощо), так і стосовно готового продукту. Загалом для побудови КФС органічного виробництва структуруємо основні етапи цього процесу [97] (рисунок 4.9), на кожному з яких КФС прийматиме рішення, необхідні для виконання певних управлінських дій з оптимізування цього процесу.

Отже, для елемента № 6 структури КФС (рисунок 4.8), насамперед, треба визначити суб'єктів-користувачів такої системи, якими мають стати органічні агрогосподарства, або контролюючі органи. На цьому ж рівні варто уточнити множину класів задач  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_n\}$ , на які орієнтована проектована система (дослідницькі, технологічні, управлінські та ін.), та фізичних об'єктів, що описуються реальними параметрами і характеристиками, до яких відносяться дані задачі (в даному випадку основними об'єктами КФС стануть параметри ґрунтів, повітря, посівів, врожаю).

Засоби прийняття рішень № 5 (рисунок 4.8) призначені для формування оптимальних виконавчих дій, спрямованих на покращання об'єкта. Так, наприклад, для органічної продукції на етапі А (рисунок 4.9) необхідно прийняти рішення про місце висівання, яке залежить від типу попередників та вмісту вологи у ґрунті перед посівом (рисунок 4.10) (таблиця 4.7).

А. визначення місця органічних культур у сівозміні
Б. обробіток ґрунту
В. внесення добрив
Г. підготовка посівного матеріалу
Д. висівання
Е. догляд за посівами
Є. збирання врожаю
Ж. контроль показників якості

Рисунок 4.9 - Основні етапи технології вирощування зернових культур

Таблиця 4.7 - Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі А

Назва показника	Тип інформації
номенклатура попередників	довідкова інформація
вміст вологи у ґрунті, %	вимірювальна інформація

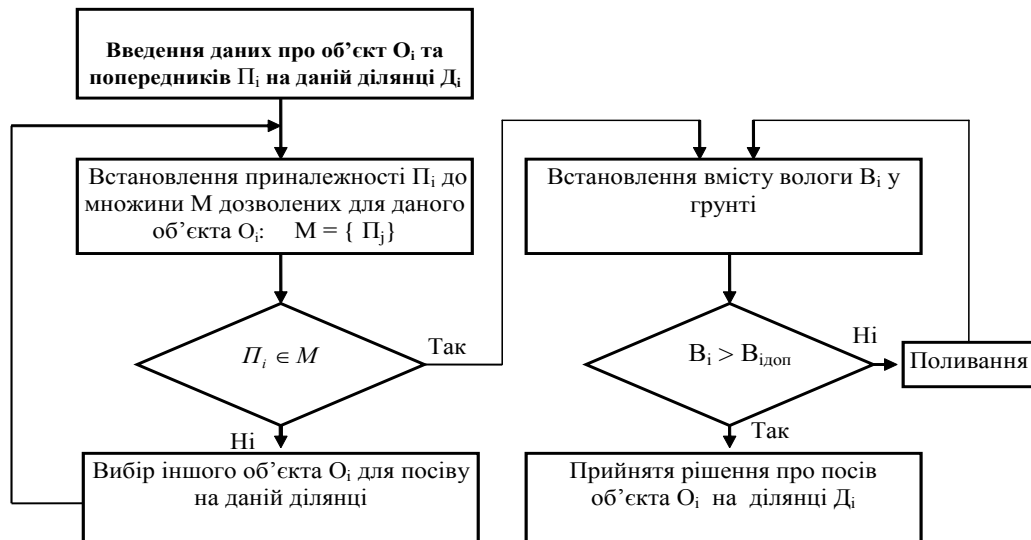


Рисунок 4.10 - Алгоритм прийняття рішення на етапі А (рис.4.9) технології вирощування зернових культур

На етапі Б (рисунок 4.8), а саме, обробітку ґрунту рішення про порядок проведення цього процесу будуть залежати від таких показників: типу ґрунтової зони, виду попередників, типу забур'янення, вмісту вологи, часу збирання попередника (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8 - Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Б

Назва показника	Тип інформації
номенклатура попередників	довідкова інформація
тип ґрунтової зони	довідкова інформація
тип забур'янення	відео інформація

На етапі В (рисунок 4.9), а саме, внесення добрив важливим є здійснення аналізу ґрунту на вміст таких важливих показників, як азот, фосфор та калій. На цьому етапі потрібно правильно брати проби для адекватної оцінки розподілу

добрив по ділянці. З цією метою варто застосувати пропронований в попередньому розділі метод адмітансного картографування

Далі розраховується норма внесення добрив для запланованої врожайності, яка обчислюється за формулою 4.2 і потребує низки довідково-нормативної та вимірювальної інформації, яку повинні забезпечити інші рівні КФС:

$$D = \frac{Y_{пл} \cdot v - ГЗ \cdot КГЗ - D_o \cdot C_o \cdot K_o}{K_m}, \quad (4.2)$$

де,  $D$  - норма азоту, фосфору або калію, кг/га;  $Y_{пл}$  - планована урожайність, ц/га;  $v$  - винос елемента живлення на 1 ц зерна з відповідною кількістю соломи, кг/га;  $ГЗ$  - ґрунтові запаси доступної форми елемента живлення, які розраховують за формулою:  $ГЗ = h \cdot n \cdot A$ , де  $h$  - глибина розрахункового шару ґрунту, 20 см;  $n$  - вміст, мг на 100г ґрунту елемента в ґрунті за картограмою або щойно зробленими аналізами;  $A$  - об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  $КГЗ$  - коефіцієнт засвоювання елемента живлення з ґрунтових запасів;  $D_o$  - доза внесення органічних добрив, т/га;  $C_o$  - вміст елемента живлення в 1 т органічних добрив, кг/т;  $K_o$  - коефіцієнт використання елемента живлення з органічних добрив;  $K_m$  - коефіцієнт використання елемента живлення з мінеральних добрив.

Таблиця 4.9 - Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі В

Назва показника	Тип інформації
вміст азоту, фосфору, каліюу ґрунті, мг/100г	вимірювальна інформація
кислотність ґрунту	вимірювальна інформація
норма внесення добрив $D$ , кг/га	розрахункова, довідкова, вимірювальна
територіальний розподіл мінеральних солей	вимірювальна інформація

На етапі Г (рисунок 4.9) підготовки посівного матеріалу завданням КФС повинно стати прийняття рішення про готовність цього матеріалу до висівання,

яка визначається нормативними показниками лабораторної схожості, чистоти, сили росту, маси 1000 зерен (таблиця 4.10). Важливим на цьому етапі є контроль процесу розсортування на фракції за величиною.

Таблиця 4.10 - Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Г

Назва показника	Тип інформації
лабораторна схожість	розрахункова інформація
чистота	розрахункова інформація
маса 1000 зерен	вимірювальна інформація

Етап Д (рисунок 4.10) висівання потребує контролю та прийняття рішення КФС щодо показників: термінів та глибини висівання, яка залежить від вмісту вологи, температури та щільності ґрунту, а також масової норми висіву (таблиця 4.10), яка обчислюється згідно з виразом 4.3:

$$M = \frac{h \cdot a \cdot 100}{c \cdot \text{ч}}, \quad (4.3)$$

де  $h$  – кількість мільйонів чистих насінин, що висіваються на 1 га в даній зоні, млн./га;  $a$  - маса 1000 насінин, г;  $\text{ч}$  – чистота насіння, %;  $c$  – лабораторна схожість, %.

Таблиця 4.11 - Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Д

Назва показника	Тип інформації
вміст вологи у ґрунті, %	вимірювальна інформація
щільність ґрунту	вимірювальна
температура	вимірювальна
норма висіву	розрахункова, довідкова, вимірювальна

Догляд за органічним виробництвом на етапі Е (рисунок 4.10) полягає у моніторингу вологості ґрунту з метою прийняття рішення про поливання;

контролю стану рослин (відео спостереження, експертні вимірювання) для знезараження їх від хвороб та шкідників (таблиця 4.12).

Таблиця 4.12 -Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Е

<b>Назва показника</b>	<b>Тип інформації</b>
вміст вологи у ґрунті, %	вимірювальна інформація
стан рослин	відео інформація, вимірювальна інформація
вид та норма пестицидів, кг/га	розрахункова інформація

Збирання органічного врожаю на етапі Є (рисунок 4.9) вимагатиме від КФС рішення щодо встановлення термінів збирання врожаю, які залежать від показника вологості зернин, та висоти зрізу посівів, яка обумовлена таким параметром, як висота стеблостою. Параметри, необхідні для функціонування КФС на цьому етапі, визначаються шляхом комплексу вимірювань (таблиця 4.13).

Таблиця 4.13 - Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Є

<b>Назва показника</b>	<b>Тип інформації</b>
вміст вологи у зерні, %	вимірювальна інформація
висота стеблостою, м	вимірювальна інформація
комплекс показників готового зерна	вимірювальна, розрахункова інформація

На завершальному етапі Ж здійснюється контроль нормованих показників якості вирощеної органічної продукції, завдяки якому її відносять до відповідної групи – органічної чи звичайної.

Для елемента № 4 (рисунок 4.9) структури КФС притаманним є опрацювання масивів даних (ОМД), порівняння отриманої вимірювальної інформації з гранично-допустимими значеннями П, моделювання М, кореляційний аналіз КА, кодування КД, передавання даних ПД та ін.) та

маркерна ідентифікація типів даних, наприклад,  $OD = \{OMD, P, M, KA, KD, PD, \dots\}$ .

Для засобів збирання та доставки інформації № 3 (рисунок 4.9) КФС характерним є – вибір множини характеристичних параметрів фізичних об'єктів чи процесів з відповідних вимірювальних масивів та баз даних, основні з яких вже характеризувались у цій статті під час аналізу технології вирощування зернових культур (у статті відзначені підкресленням). В межах роботи КФС їх можна структурувати за ознакою змісту, наприклад, температура ґрунту  $T$ , вологість  $B$ , показники еколого-токсикологічного стану ґрунту  $ET$ , агрохімічні показники  $AX$ , а також за кількісною ознакою, наприклад, обсяг даних  $OD$  та частота їх надходження  $CD$ , тощо:  $B = \{[T, B, ET, AX, \dots], [OD, CD, \dots]\}$ . Важливим на цьому етапі є також встановлення гранично-допустимих, контрольних значень параметрів об'єкта чи процесу, похибок та непевності вимірювань та обчислень, які є визначальними при виборі методів вимірювань та синтезі алгоритмів опрацювання інформації.

Таблиця 4.14 - Структурування типів опрацювання інформації для роботи КФС

Задача	Тип опрацювання інформації
контроль органічного виробництва, сертифікаційна процедура	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ опрацювання масивів даних <math>OMD</math>,</li> <li>➤ порівняння отриманої вимірювальної та розрахункової інформації з гранично-допустимими значеннями показників <math>P</math>,</li> <li>➤ кодування <math>KD</math>,</li> <li>➤ передавання даних <math>PD</math> та ін.</li> <li>➤ ідентифікація типів даних <math>D</math>, наприклад, <math>D = \{OMD, P, KD, PD, \dots\}</math></li> </ul>
прогнозування врожайності	опрацювання масивів даних $OMD$ , моделювання $M$ , регресійний та кореляційний аналіз $PKA$ , кодування $KD$ , передавання даних $PD$ та ін. і ідентифікація типів даних $D$ , наприклад, $D = \{OMD, M, PKA, KD, PD, \dots\}$

Засоби взаємодії № 2 з фізичним світом №1 (рисунок 4.9) представляють собою мережу сенсорів різного призначення та рівня (smart-sensor), вимірювальна інформація яких є важливим джерелом для функціонування інших рівнів КФС. Перспективними системами взаємодії та збирання інформації сьогодні можна вважати бездротові сенсорні мережі (БСМ), основною перевагою яких є здатність контролювати в реальному часі стан рослин чи параметрів навколишнього середовища на великих територіях. На основі аналізу архітектури вузлів БСМ зроблено висновок про те, що для моніторингу та управління агровиробництвом зернових культур доцільним буде використання у КФС БСМ з зірковою та кластерною архітектурою (рисунок 4.11).

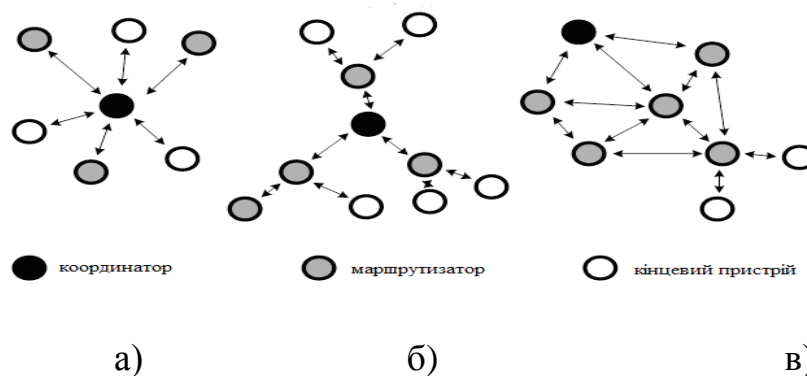


Рисунок 4.11 - Архітектура вузлів бездротової сенсорної мережі: а) тип зірка; б) кластерне дерево; в) коміркова структура

Для забезпечення єдності а отже сумісності у функціонуванні сенсорних мереж в складі КФС необхідно користуватись стандартними вимогами. Так зокрема для сенсорних мереж вже розроблено міжнародні стандарти, які стосуються вимог до їх побудови, обслуговування та підтримки [104-107]. В Україні не існує національних стандартів в цьому секторі. Отже, предметом досліджень в рамках створення КФС повинно стати ще й розроблення національних та гармонізування міжнародних та вітчизняних вимог щодо БСМ та КФС.



#### **Висновки до розділу 4**

1. Сформульовано вимоги для створення електрохімічних пристроїв для оперативного моніторингу органічних земель. Запропоновано еквівалентні схеми заміщення низькоомних об'єктів на прикладі соляних розчинів.
2. Запропоновано методику встановлення придатності земель для органічної сертифікації як за окремими показниками, так і за комплексним.
3. Проаналізовано технологію виробництва органічної продукції з позицій створення кіберфізичної системи, структуровано показники та тип інформації, яка необхідна для роботи кіберфізичної системи на кожному етапі, на основі опрацювання якої повинні прийматись управлінські рішення, щодо контролю органічного виробництва.

## ВИСНОВКИ

Результатом досліджень даної дисертиційної роботи є вирішення науково-технічного завдання щодо вдосконалення нормативно-технічного забезпечення системи контролю органічного виробництва. Отримано такі висновки:

1. Проведено дослідження проблематики в сфері виробництва органічної продукції в Україні та в результаті детального аналізу світового досвіду регулювання органічного виробництва, сформульовано основні аспекти вдосконалення системи контролю даної галузі з врахуванням міжнародних тенденцій.

2. За результатами проведеного соціологічного дослідження щодо визначення попиту на органічну продукцію сформовано найважливіші чинники, які впливають на зростання ступеня важливості органічних харчових продуктів в Україні.

3. Здійснено класифікацію органічної продукції, її показників якості та методів їх контролю та визначено умови їх використання.

4. Запропоновано схему оцінювання відповідності органічних господарств на національному рівні та розроблено рекомендації для її реалізації.

5. На основі результатів експериментальних даних та аналізу статистичної інформації створені рекомендації щодо нормування показників якості органічної продукції, а саме показників безпеки, шляхом встановлення екологічно допустимої концентрації шкідливих компонентів, що дозволить відрізнити органічну продукцію від неорганічної та убезпечить споживача від фальсифікації з боку виробника.

6. Здійснено експериментальні дослідження еколого-токсикологічних показників органічних соків та встановлено відповідні значення їх ЕДК. На основі отриманих результатів розроблено проект національного стандарту ДСТУ

XXXX:2017 «Соки органічні. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів».

7. Проведено експериментальні дослідження залежності фізико-хімічних та електричних властивостей різних типів ґрунту, на основі чого запропоновано метод адмітансного картографування земель, призначених для органічного виробництва, з метою вдосконалення технічної складової функціонування системи контролю в даній галузі.

8. За результатами експериментальних досліджень побудовані математичні моделі, які з достатньою точністю описують залежність складових адмітансу від частоти тестового сигналу й основних характеристик ґрунту. Сформульовано вимоги для створення електрохімічних пристроїв для оперативного моніторингу органічних земель. Запропоновано еквівалентні схеми заміщення низькоомних об'єктів, до яких належать ґрунти.

9. Запропоновано методику, яка регламентує встановлення придатності земель до органічної сертифікації як за окремими показниками, так і за комплексним.

10. На основі аналізу технології виробництва органічної зернової продукції розроблено основні засади для створення системи збору інформації кіберфізичної системи її контролю.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сокол Л. М. Екологічне (органічне) землеробство – складова сталого сільського господарства/ Л. М. Сокол, Т. Р. Стефановська, В. В. Підліснюк // Екологічна безпека. Збірник наукових праць ВНАУ Серія: Економічні науки №4 (70) 2012 - 91 - 2008. - № 3-4. – С. 102 – 109.
2. Прутська О.О., Беляєва Н. В., Сутність та теоретичні засади розвитку органічного сільськогосподарського виробництва, Збірник наукових праць ВНАУ №4 (70) 2012, С. 86-91
3. Organic Agriculture and food Security (IFOAM Dossier 1, 2002). [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.ifoam.org>
4. Закон України “Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини ” (Редакція від 05.04.2015. ). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/425-18>
5. Бубела Т.З. Безпечність та якість харчової продукції /Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Матеріали VII Международной конференции “Стратегия качества в промышленности и образовании”, 03 июня –10 июня 2011р., г.Варна, Болгария, Т.2, С. 31-33.
6. Бубела Т.З. Безпечність та якість харчової продукції / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Збірник тез доповідей 67-мої студентської науково-технічної конференції, Львів, 2010. – С. 42-45.
7. Дудар О.Т. Формування системи органічного агровиробництва// Економіка АПК. – 2012. - №8. – С.31-38.
8. Розвиток органічного виробництва/ Федоров М.М., Ходаківська О.В., Корчинська С.Г.; за ред. М.М. Федорова, О.В. Ходаківської. – К.: ННЦ ІАЕ, 2011. – 146с.
9. Дудар О.Т. Розвиток органічного агровиробництва в Україні//Економіка АПК. – 2012. - №3. – С. 121-126.

10. Зайчук Т.О. Вітчизняний ринок екологічно чистих продуктів харчування та шляхи його розвитку // Економіка та прогнозування. – 2009. -№4. – С.114 – 125
11. Всеукраїнський органік журнал ORGANIC. UA. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://organic.ua>
12. Часопис "Агробізнес сьогодні". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-52-32/806-2012-01-02-22-35-47.html>
13. Шубина Г. Ринок заморожених напівфабрикатів / Г. Шубина // Продукти & Інградієнти. – 2012 р. – №9. – С.6-7., с.29.
14. Беляєва Н.В. Сучасний стан виробництва органічної продукції в Україні та світі // Всеукраїнський науково-виробничий журнал "Інноваційна економіка" № 1'2013[39], С. 151-155.
15. Organic Standards and Certification / Офіційний сайт International Federation of Organic Agriculture Movements // Режим доступу: [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/standards/index.html](http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/index.html);
16. Правила для виробників сертифікованої органічної продукції // Офіційний сайт Федерації органічного руху України // Режим доступу: <http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-44-34>.
17. The World of Organic Agriculture 2013: Key Indicators and Leading Countries / FiBL & IFOAM (2013) // Режим доступу: <http://www.organic-world.net/fileadmin/documents/yearbook/2013/web-fibl-ifoam-2013-25-34.pdf>.
18. Sahota Amarjit. "The global market for organic food & drink." The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends, 2009.
19. Коноваленко А.Д. Формирование рынка органической продукции – [Електронний ресурс] // Режим доступу: [http://sciencebsea.narod.ru/2012/ekonom\\_2012\\_18/](http://sciencebsea.narod.ru/2012/ekonom_2012_18/)

20. European Organic Farming Statistics– [Електронний ресурс] // Режим доступу: [www.organic-europe.net](http://www.organic-europe.net).
21. Постанова Ради (ЄС) № 834/2007 від 28 червня 2007 року стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів № 2092/91.
22. The handbook of organic and fair trade food marketing. Edited by Wright S. and Diane McCrea. – UK: Blackwell Publishing Ltd. – 2007, 291 p.
23. Шувар Б.І. Маркетингове дослідження попиту на екологічно чисту продукцію в західному регіоні України// Збірник науково — технічних праць Львівського національного аграрного університету– 2009. – № 19.9. - С. 244-245.
24. Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1158-2007-%D0%BF> .
25. Why is organic food more expensive, and when will it change? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.organicfoodee.com/sense/tooexpensive>.
26. Бубела Т.З. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Науково-технічний журнал “Стандартизація, сертифікація, якість” №1, 2012р. - С. 62 -65.
27. Elisa Morgera, Carmen Bullón Caro, Gracia Marín Durán. Organic agriculture and the law. FAO LEGISLATIVE STUDY 107 , 2012.
28. Стандарти JAS (Japanese Agricultural Standards for organic plants) // [Електронний ресурс] // Режим доступу [<http://www.maff.go.jp/e/jas/specific/organic.html>]
29. Бубела Т.З., Безпечність та якість харчової продукції / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2010. - № 71 - С.139-144.

30. Бубела Т.З. Методи виявлення фальсифікації харчових добавок / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. – 2011. - №1(68). - С. 65-68.
31. Бубела Т.З. Методи вияву вмісту підсолоджувачів у харчовій продукції / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Збірник тезисів 2-гої науково-практичної конференції “Інформаційно-вимірювальні технології, технічне регулювання та менеджмент якості”, м. Одеса. – 2011. – С. 45 - 47
32. Настанови ЄС для додаткових офіційних перевірок органічних продуктів, що імпортуються з України, Азербайджану, Білорусі, Грузії, Казахстану, Киргизстану, Молдови, Таджикистану, Узбекистану та Російської Федерації, версія 3, грудень 2015 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.ukraine.fibl.org/fileadmin/documents-ukraine/publications\\_presentations/Section\\_B-7-3\\_Guidelines\\_AddOffCtrl\\_UkraineNgbr\\_RCOP\\_.pdf](http://www.ukraine.fibl.org/fileadmin/documents-ukraine/publications_presentations/Section_B-7-3_Guidelines_AddOffCtrl_UkraineNgbr_RCOP_.pdf)
33. Гаваза Є. В. Проблеми термінології та відповідності стандартам у галузі виробництва органічної продукції / Є. В. Гаваза // Екологізація аграрного виробництва в умовах інтеграції України до Європейського економічного простору : матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. (Київ, 13 вер. 2012 р.). – К. : ТОВ „ДКС Центр”, 2013. – С. 120–128.
34. Бубела Т.З. Нормативно — технічне забезпечення виробництва органічної продукції в Україні / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині метрології «Technical Using of Measurement – 2015», м. Славське. 2015. С. – 82-83.
35. Бубела Т.З. Порівняння однотипної продукції різних виробників задля задоволення потреб споживача / Т.З. Бубела, Т.Г. Бойко, П.Г. Столярчук // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. – 2007. - №. 2.- С. 65-69.

36. Бубела Т.З. Роль органічного виробництва у реалізації концепції сталого виробництва харчової продукції / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека», Житомир, 2014. – С. 130-133.
37. Бубела Т.З. Кваліметричний підхід до оцінювання рівня якості об'єктів довкілля / Т.З. Бубела, М.М. Микийчук // Збірник тезів 3-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Якість технологій - якість життя», 14-16 квітня 2011 р., м.Харків, Україна. - С.82-83.
38. Willer H. The World of Organic Agriculture — Statistics and Emerging Trends 2012 / H. Willer, L. Kilcher. - Bonn, Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), 2012.
39. Vaclavic T. How the organic retailers cope with the economic downturn [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.fibl.org/fileadmin/.../Vaclavic-2010-retailers-and-economic-crisis.pdf](http://www.fibl.org/fileadmin/.../Vaclavic-2010-retailers-and-economic-crisis.pdf).
40. Petljak, K. Istraživanje kategorije ekoloških prehrambenih proizvoda među vodećim trgovcima hranom u Republici Hrvatskoj, Tržište. – Vol. 22.– 2010.
41. Екологічний стан ґрунтів України / [С.А. Балюк, В.В. Медведєв, М.М. Мірошніченко та ін.] // Укр. географ. журн. – 2012. – № 2. – С. 38–42.
42. Органічна сільськогосподарська продукція: основні вимоги до якості та умов виробництва / [Н.А. Макаренко, В.І. Бондарь, А.В. Мала та ін.]. : науково-методичні рекомендації; за ред. Н.А. Макаренко. – К.: НУБіП України, – 2013. – 94 с.
43. Постанова ЄС № 889/2008 від 5 вересня 2008 року “Детальні правила щодо органічного виробництва і контролю для впровадження постанови 834/2007” / [Електронний ресурс]. – Режим доступу [[http://organic-food.com.ua/organiches\\_koezaknodatelstvo-es/](http://organic-food.com.ua/organiches_koezaknodatelstvo-es/)]



44. Бубела Т.З. Дослідження харчових добавок (підсолоджувачів) з метою виявлення фальсифікації продукції / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Збірник тез доповідей 68-мої студентської науково-технічної конференції, Львів, 2010. – С. 53-55.
45. Бубела Т.З. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Збірник тез доповідей 69-тої студентської науково-технічної конференції, Львів, 2011. – С. 65-66.
46. Regulations of the department of agriculture. Organic foods production act provisions. National organic program / [Електронний ресурс]. – Режим доступу [\[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=3f34f4c22f9aa8e6d9864cc2683cea02&tpl=/ecfrbrowse/Title07/7cfr205\\_main\\_02.tpl\]](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=3f34f4c22f9aa8e6d9864cc2683cea02&tpl=/ecfrbrowse/Title07/7cfr205_main_02.tpl).
47. World reference Base for Soil Resources. Draft. ISSS/ISRIC//FAO. Wageningen / Rome, 1994. – 162 p.
48. Органік в Україні / Федерація органічного руху в Україні // Режим доступу: <http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-42-29>.
49. Organic Directory Online Ukraine / Офіційний сайт International Federation of Organic Agriculture Movements // Режим доступу: [http://www.ifoam.org/organic\\_world/directory/Countries/Ukraine-Members.html](http://www.ifoam.org/organic_world/directory/Countries/Ukraine-Members.html).
50. Васюков А.Е. Критерий для аналитического контроля экологически чистой продукции / А.Е. Васюков, А.Г. Гарбуз, Л.В. Зверева // Сборник тезисов Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина. Вип. 7.9. С. - 2011. – 256.
51. Бубела Т.З. Використання імітансних методів для оперативного контролю об'єктів неелектричної природи / Т.З. Бубела, О.В. Воробець, Т. В. Рябкова // Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної та студентської конференції “Проблеми розвитку та впровадження систем управління,

- стандартизації, сертифікації, метрології в регіонах України” м. Донецьк, ДНТУ. – 2011.- С. 64 -66.
52. Бубела Т.З. Оперативний моніторинг стану ґрунтів шляхом адмітансного картографування / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», м. Львів 28-30 травня. 2015. – С. 57 – 59.
53. Походило Є. В. Розвиток теорії та принципів побудови засобів вимірювання імітансу об'єктів кваліметрії: дис. д-ра техн. наук: 05.11.05/ Є. В. Походило. - Львів, 2004. - 303 с.
54. Походило Є.В. Імітансний контроль якості/ Є.В.Походило, П.Г.Столярчук // Монографія. - Львів : Львівська політехніка, 2012. - 164с.
55. Харатян Т. Н. Земельно-правові аспекти забезпечення виробництва органічної сільськогосподарської продукції // Збірник тез Міжнародної юридичної науково-практичної інтернет-конференції "Проблеми взаємодії суспільства та держави у сучасному правовому просторі", лютий 2014 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.legalactivity.com.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=771%3A250214-21&catid=94%3A4-0214&Itemid=117&lang=ru](http://www.legalactivity.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=771%3A250214-21&catid=94%3A4-0214&Itemid=117&lang=ru)
56. Проект Постанови Про затвердження Порядку оцінки придатності земель (ґрунтів) для виробництва органічної продукції. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node/21556>
57. Шубравська О. Ринок органічної продукції та перспективи його розвитку в Україні / О.Шубравська // Економіка України. – 2008. – № 1. – С. 53-61.
58. Haluschak, P. Laboratory Methods of Soil Analysis [Text] / P. Haluschak. – Canada–Manitoba Soil Survey, 2006. – 132 p.
59. Philip, C. Microbial Indicators of Soil Quality in Upland Soils [Text] / C. Philip, C. Juan, P. Aciego, Yuping Wu, Jianming Xu // Chapter: Molecular

- Environmental Soil Science Part of the series Progress in Soil Science. – 2012. – P. 413–428.
60. Zornoza, R. Identification of sensitive indicators to assess the interrelationship between soil quality, management practices and human health [Text] / R. Zornoza, J. Acosta, F. Bastida, S. Domínguez, D. Toledo, A. Faz // *Soil*. – 2015. – № 1. – P. 173–185. doi:10.5194/soil-1-173-2015
61. Dorigo, W. The International Soil Moisture Network: a data hosting facility for global in situ soil moisture measurements [Text] / The International Soil Moisture Network: a data hosting facility for global in situ soil moisture measurements // W. Dorigo, W. Wagner, R. Hohensinn, S. Hahn, C. Paulik, A. Xaver // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* – 2011. – № 15, P. 1675–1698. doi:10.5194/hess-15-1675-2011
62. Skierucha, W. A TDR–Based Soil Moisture Monitoring System with Simultaneous Measurement of Soil Temperature and Electrical Conductivity [Text] / W. Skierucha, A. Wilczek, A. Szyplowska, C. Sławiński, K. Lamorski // *Sensors*. – 2012. – № 12. – P. 13545–13566. doi:10.3390/s121013545
63. Brevik, E. Soil electrical conductivity as a function of soil water content and implications for soil mapping [Text] / E. Brevik, T. Fenton, A. Lazari // *Precision Agriculture*. – 2006. – № 7. – P. 393–404.
64. Thomsen, A. Mobile TDR for geo-referenced measurement of soil water content and electrical conductivity [Text] / A. Thomsen, P. Droscher, F. Steffensen // in *Precision Agriculture '05*, J.V. Stafford, Editor. Wageningen Academic Publishers: Wageningen, The Netherlands. – 2006. – P. 481–494.
65. Seifi, M. How Can Soil Electrical Conductivity Measurements Control Soil Pollution? [Text] / M. Seifi, R. Alimardani, A. Sharifi // *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*. – 2010. – 2(4). P. 235–238.
66. Wiatrak, P. Applications of Soil Electrical Conductivity in Production Agriculture [Text] / P. Wiatrak, A. Khalilian, J. Mueller, W. Henderson // *Better Crops*. – 2009. – № 93. – P. 16–17.

67. Jacksona, T. Measuring soil temperature and moisture using wireless MEMS sensors [Text] / T. Jacksona, K. Mansfielda, M. Saafib, T. Colmanc, P. Romined // Measurement. – 2008. – № 41(4). P. 381–390.
68. Rehman, H. Physicochemical Analysis of Water and Soil of Barganat dam in North Waziristan Agency of FATA, Pakistan, With Special Reference To Their Influence on Fish Growth [Text] / H. Rehman, M. Bibi, Z. Masood, N. Jamil, H. Masood, F. Mengal // Global Veterinaria. – 2015. – № 14(5). – P. 738–741. doi: 10.5829/idosi.gv.2015.14.05.951
69. Vanamo, U. Instrument-Free Control of the Standard Potential of Potentiometric Solid-Contact Ion-Selective Electrodes by Short-Circuiting with a Conventional Reference Electrode [Text] / U. Vanamo, J. Bobacka // Anal. Chem., – 2014. – № 86. – P. 10540–10545. doi: 10.1021/ac501464s
70. Куць В.Р. Кваліметрія / В. Р. Куць, П. Г. Столярчук, В. М. Друзюк // Навчальний посібник, Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 256 с.
71. Бубела Т. З. Алгоритм збирання інформації для кібер-фізичної системи контролю органічного виробництва / Т. З. Бубела, О. В. Воробець, Т. І. Федішин // Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. «Промислова автоматизація в Україні. Просвіта та підготовка кадрів», 24-25 листопада 2016 р., Львів, Україна, 2016. – С. 9-11.
72. Bubela T. Mathematical modeling of soil acidity by the admittance parameters / T. Bubela, P. Malachivskyu, Y. Pokhodylo, M. Mykyuchuk, O. Vorobets // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies Vol. 6/10 (84) (2016), P. 4-9.
73. Малачівський, П. Рівномірне наближення функції двох змінних [Текст] / П. Малачівський, Б. Монцібович // IV наук.-техн. конф., Обчислювальні методи і системи перетворення інформації, Львів, Україна, 2016.

74. Малачівський, П. Розв'язування задач в середовищі Maple [Текст] / П. Малачівський, Я. Пізюр. – Львів: Видавництво “РАСТР – 7”, 2016. – 282 с.
75. Кулинич П.Ф. Виробництво органічної та екологічно чистої сільськогосподарської продукції: земельно-правові аспекти / П.Ф. Кулинич // Держава і право. Юридичні і політичні науки. Вип. 43, зб. наук. пр. – К: Ін-т держави і права НАН України, 2009. – С. 414-420.
76. Кропивко М.Ф. Екологічна диверсифікація використання сільськогосподарських земель в Україні / Кропивко М.Ф., Ковальова О.В. // Економіка України. - № 7. – 2010 – С. 78-85
77. Постанова ЄС № 889/2008 від 5 вересня 2008 року “Детальні правила щодо органічного виробництва і контролю для впровадження постанови 834/2007” / [Електронний ресурс]. – Режим доступу [[http://organic-food.com.ua/organiches\\_koezaknodatelstvo-es/](http://organic-food.com.ua/organiches_koezaknodatelstvo-es/)]
78. Бубела Т.З., Столярчук П.Г., Походило Є.В, Воробець О.В. Моделювання електричних сигналів систем адмітансного контролю, Термографія і термометрія, Метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань: тези доп. Міжнар. наук.-техн. конф., Львів, 23-27 вересня 2013 р. - Львів, 2013. - С.192.
79. Бубела Т.З., Столярчук П.Г., Микійчук М.М., Воробець О.В. Моделювання електрохімічних систем, Науковий часопис «Технічні вісті», 2014/1(39), 2 (40) – Львів, 2014. – С. 57 - 58
80. Бубела Т.З., Воробець О.В. Аналіз проблем нормативно-технічного забезпечення виробництва органічної продукції в Україні, Міжнародний журнал Технологічний аудит та резерви виробництва» № 6/1 (20) 2014. – С. 55- 59
81. Першина К.Д. Спектроскопія імпедансу електролітичних матеріалів / К.Д. Першина, К.О. Каздобін // К: Освіта України, - 2012. - с. 224

82. Григорчак І. І. Імпедансна спектроскопія / І.І. Григорчак, Г.В. Понеділок // Львів: Видавництво Львівської політехніки, - 2011, - с. 352
83. Поклонский Н. А. Основы импедансной спектроскопии композитов : курс лекций / Н. А. Поклонский, Н. И. Горбачук // - Минск : Белорусский гос. ун-т, - 2005.- с. 129
84. Стойнов З. Б. Электрохимический импеданс / З. Б. Стойнов, Б. М. Графов // М.: Наука, - 1991. - С. 336
85. Willer H. The World of Organic Agriculture — Statistics and Emerging Trends 2012 / H. Willer, L. Kilcher. - Bonn, Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), 2012.
86. Petljak, K. Istraživanje kategorije ekoloških prehrambenih proizvoda među vodećim trgovcima hranom u Republici Hrvatskoj, Tržište. – Vol. 22.– 2010.
87. Екологічний стан ґрунтів України / [С.А. Балюк, В.В. Медведєв, М.М. Міро-шниченко та ін.] // Укр. географ. журн. – 2012. – № 2. – С. 38–42.
88. Popescu Agatha, Pop Cecilia. Considerations regarding the development of organic agriculture in the world, Scientific Papers Series Management , Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Vol. 13, Issue 2, 2013
89. Бубела Т.З. Архітектура автоматизованої системи оцінювання якості / Т.З. Бубела, В.Р. Куць, М.М. Микійчук // Матеріали першої міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні системи і технології», 15-18 травня 2012р., м. Суми, Сумський державний університет, С.22-23.
90. Чайка Т.О. Земельно-ресурсний потенціал органічного виробництва в Україні / Т. О. Чайка // Вісник Харківського НАУ. - 2011. - № 12. - С. 323 -330 (Серія —Економічні науки).

91. Kirchmann Holger. Organic Crop Production – Ambitions and Limitations / Holger Kirchmann, Lars Bergstrom // Dordrecht, London: Springer, 2009. – 245 p.
92. Regulations of the department of agriculture. Organic foods production act provisions. National organic program / [Електронний ресурс]. – Режим доступу [\[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=3f34f4c22f9aa8e6d9864cc2683cea02&tpl=/ecfrbrowse/Title07/7cfr205\\_main\\_02.tpl\]](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=3f34f4c22f9aa8e6d9864cc2683cea02&tpl=/ecfrbrowse/Title07/7cfr205_main_02.tpl).
93. World reference Base for Soil Resources. Draft. ISSS/ISRIC//FAO. Wageningen / Rome, 1994. – 162 p.
94. Lee, Jay; Bagheri, Behrad; Kao, Hung-An (January 2015). "A Cyber-physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing asystems". Manufacturing Letters 3: 18–23. doi: 10.1016/j.mfglet. 2014.12.01.
95. Бубела Т. З. Засади побудови кіберфізичних систем контролю та управління виробництвом зернових культур / Т. Бубела, В. Ванько, П. Столярчук // Комп'ютерні системи та мережі. – Львів: НУ ЛП, 2015, № 830. – С. 12-18.
96. Мельничук Д.О. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Лісостеп // Київ – 2004 р. 2 томи.
97. Enabling Cyber Physical Systems with Wireless Sensor Networking Technologies / International Journal of Distributed Sensor Networks / Volume 2012 (2012), 21 p.
98. Akyildiz I.F., Su W., Sankarasubramaniam Y. et al. Wireless sensor networks: a survey // Computer Networks. – 2002. – № 38. – P. 393–422.
99. Palagin O., Romanov V., Galelyuka I. et al. Data acquisition systems for precision farming // Information Technologies & Knowledge. Vol. 5, Number 2. – Sofia, Bulgaria. – 2011. – P. 103– 109.

100. Романов В.О., Палагін О.В., Галелюка І.Б., Вороненко О.В. // Безпроводна сенсорна мережа для прецизійного землеробства та екологічного моніторингу / Комп'ютерні засоби, мережі та системи 2014, № 13.15.
101. Lindsey S., Raghavendra C.S. Pegasus: Power-efficient gathering in sensor information systems // Proc. of the IEEE. – 2002. – P. 924–935.
102. Perkins C.E., Belding-Royer E.M., Das S. Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing // IETF RFC. – 2003. 13. Xu Y., Heidemann J., Estrin D. Geography-informed energy conservation for ad hoc routing // Proc. of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking. – 2001. – P. 70–84.
103. Subramanian L., Katz R.H. An architecture for building self-configurable systems // Proc. Mobile Ad Hoc Network Comput. Workshop – 2000 – P. 63–73.
104. Бубела Т.З. Технічні умови як основа для оцінювання відповідності/ Т.З. Бубела, Т.Г. Бойко, В.Р. Куць // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. - 2008. -№. 1.- С. 21-24.
105. ISO/IEC 20005:2013 Information technology -- Sensor networks -- Services and interfaces supporting collaborative information processing in intelligent sensor networks.
106. ISO/IEC 29182-1:2013 Information technology -- Sensor networks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA) -- Part 1: General overview and requirements.
107. ISO/IEC 30128:2014 Information technology -- Sensor networks -- Generic Sensor Network Application Interface.

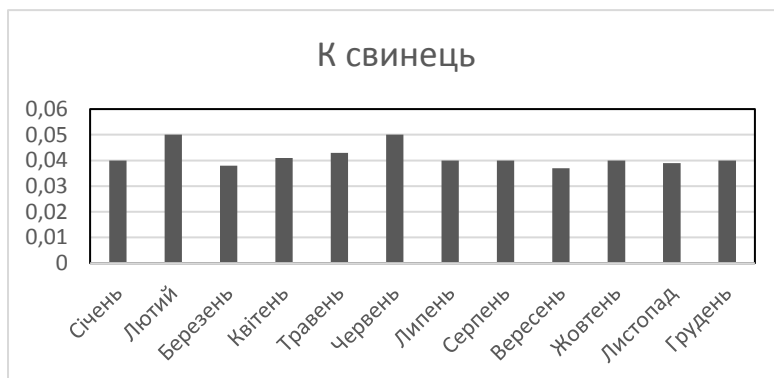


## ДОДАТОК А

Результати досліджень, отримані на основі багаторазових спостережень протягом року, які необхідні для розрахунку коефіцієнта К для соків органічного походження:

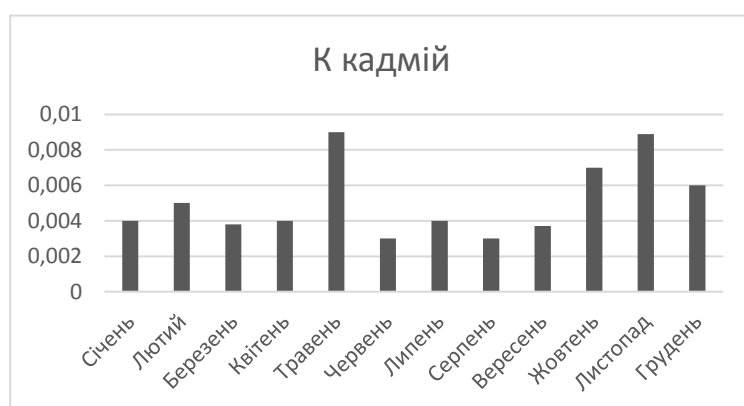
Для Рb

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,04	5
Лютий	0,05	5
Березень	0,038	9
Квітень	0,041	11
Травень	0,043	16
Червень	0,05	18
Липень	0,04	17
Серпень	0,04	18
Вересень	0,037	12
Жовтень	0,04	9
Листопад	0,039	8
Грудень	0,04	5



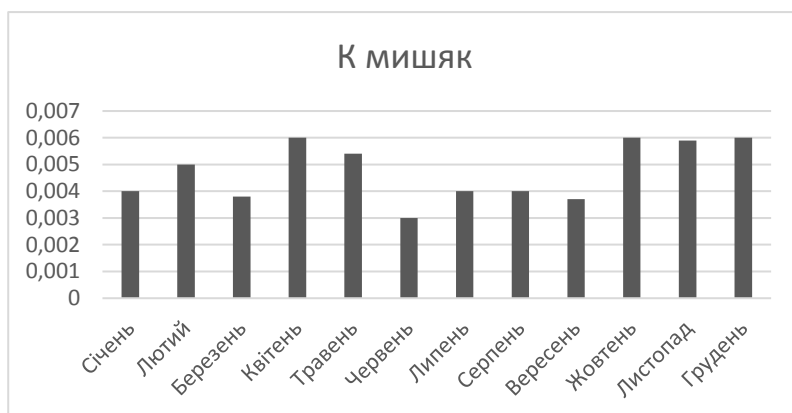
Для Cd

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,004	5
Лютий	0,005	5
Березень	0,0038	9
Квітень	0,004	11
Травень	0,009	16
Червень	0,003	18
Липень	0,004	17
Серпень	0,003	18
Вересень	0,0037	12
Жовтень	0,007	9
Листопад	0,0089	8
Грудень	0,006	5



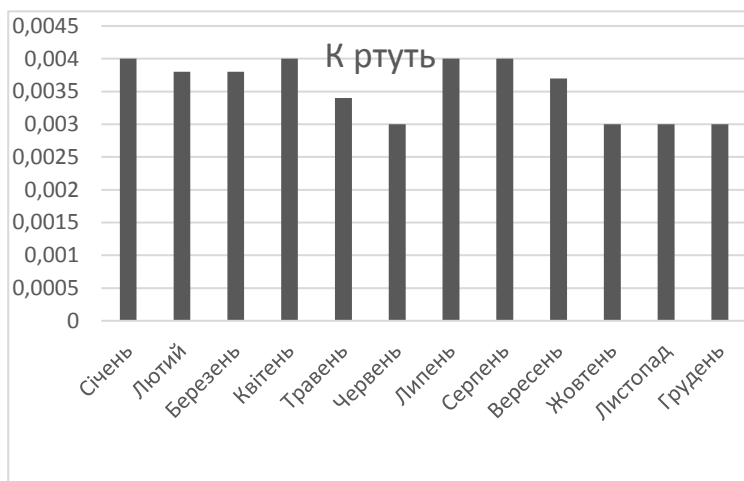
## Для As

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,004	5
Лютий	0,005	5
Березень	0,0038	9
Квітень	0,006	11
Травень	0,0054	16
Червень	0,003	18
Липень	0,004	17
Серпень	0,004	18
Вересень	0,0037	12
Жовтень	0,006	9
Листопад	0,0059	8
Грудень	0,006	5



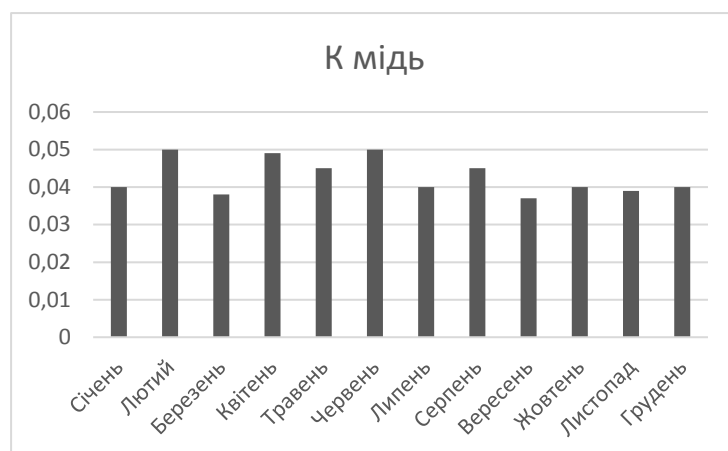
## Для Hg:

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,004	5
Лютий	0,0038	5
Березень	0,0038	9
Квітень	0,004	11
Травень	0,0034	16
Червень	0,003	18
Липень	0,004	17
Серпень	0,004	18
Вересень	0,0037	12
Жовтень	0,003	9
Листопад	0,003	8
Грудень	0,003	5



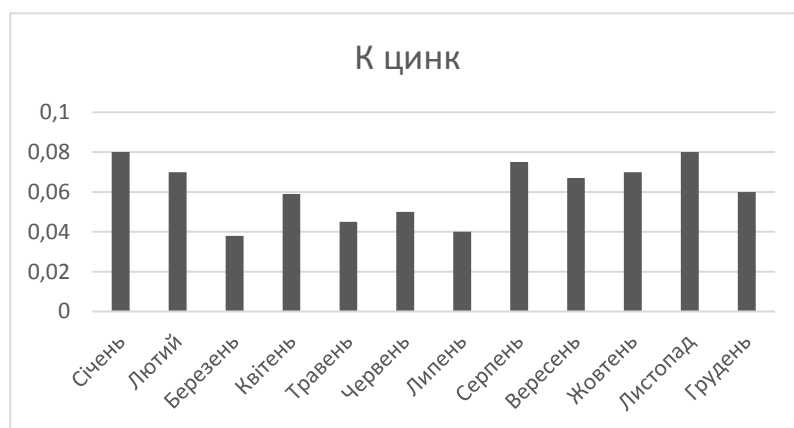
## Для Cu

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,04	5
Лютий	0,05	5
Березень	0,038	9
Квітень	0,049	11
Травень	0,045	16
Червень	0,05	18
Липень	0,04	17
Серпень	0,045	18
Вересень	0,037	12
Жовтень	0,04	9
Листопад	0,039	8
Грудень	0,04	5



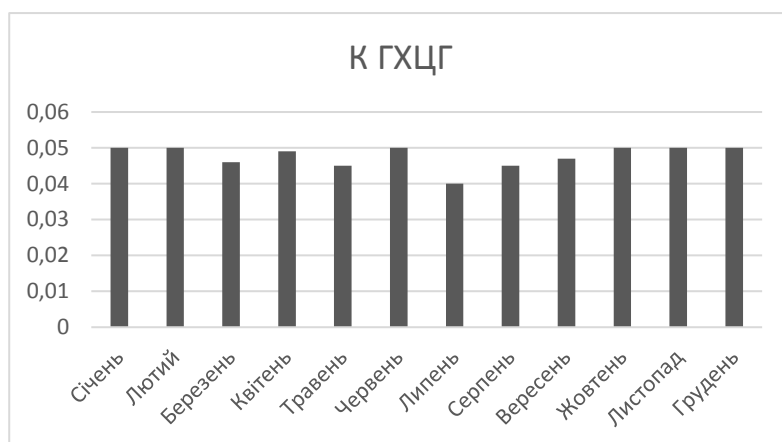
## Для Zn

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,08	5
Лютий	0,07	5
Березень	0,038	9
Квітень	0,059	11
Травень	0,045	16
Червень	0,05	18
Липень	0,04	17
Серпень	0,075	18
Вересень	0,067	12
Жовтень	0,07	9
Листопад	0,08	8
Грудень	0,06	5



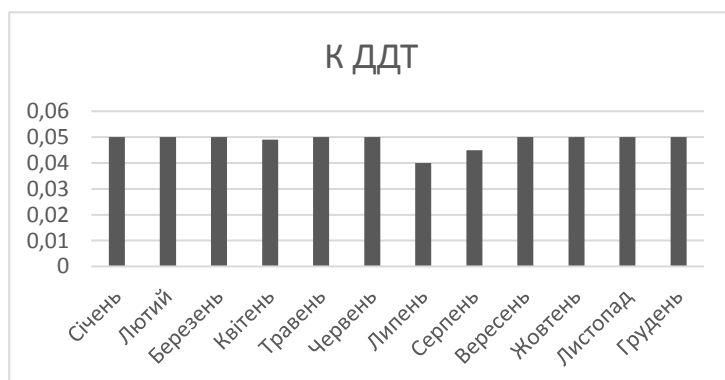
## Для ГХЦГ

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,05	5
Лютий	0,05	5
Березень	0,046	9
Квітень	0,049	11
Травень	0,045	16
Червень	0,05	18
Липень	0,04	17
Серпень	0,045	18
Вересень	0,047	12
Жовтень	0,05	9
Листопад	0,05	8
Грудень	0,05	5



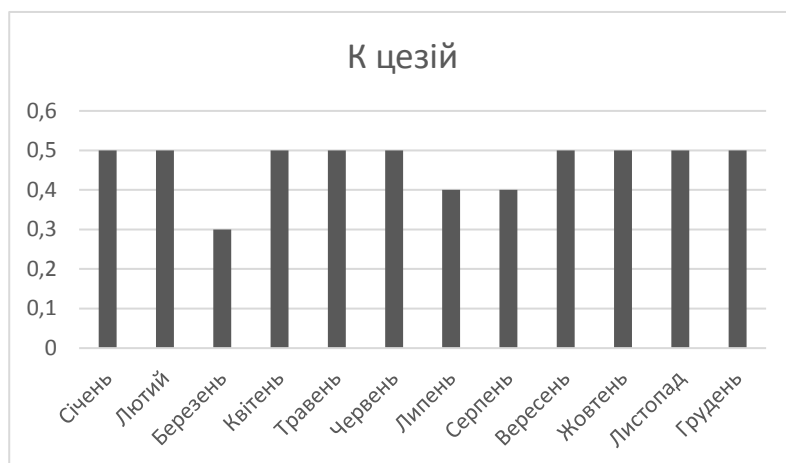
## Для ДДТ

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,05	5
Лютий	0,05	5
Березень	0,05	9
Квітень	0,049	11
Травень	0,05	16
Червень	0,05	18
Липень	0,04	17
Серпень	0,045	18
Вересень	0,05	12
Жовтень	0,05	9
Листопад	0,05	8
Грудень	0,05	5



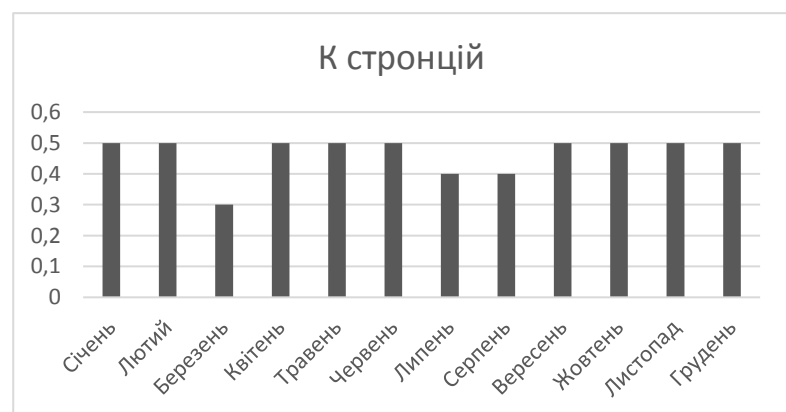
## Для Cs

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,5	5
Лютий	0,5	5
Березень	0,3	9
Квітень	0,5	11
Травень	0,5	16
Червень	0,5	18
Липень	0,4	17
Серпень	0,4	18
Вересень	0,5	12
Жовтень	0,5	9
Листопад	0,5	8
Грудень	0,5	5



## Для Sr

Місяць	Масова частка токсичних елементів, мг/кг	Кіл-ть випробувань
Січень	0,5	5
Лютий	0,5	5
Березень	0,3	9
Квітень	0,5	11
Травень	0,5	16
Червень	0,5	18
Липень	0,4	17
Серпень	0,4	18
Вересень	0,5	12
Жовтень	0,5	9
Листопад	0,5	8
Грудень	0,5	5



**ДОДАТОК Б**

**ПРОЕКТ**

ДСТУ NNNN:2017

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**СОКИ ОРГАНІЧНІ**

**Атомно абсорбційний метод визначення токсичних елементів**

**Видання офіційне**

Львів - 2017

## ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Національний університет «Львівська політехніка»

РОЗРОБНИКИ: **О. Воробець, Т. Бубела**

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: \_\_\_\_\_

3 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

## ЗМІСТ

<b><u>1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ</u></b> .....	
<b><u>2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ</u></b> .....	
<b><u>3. МЕТОД ВІДБОРУ ТА ПІДГОТОВКИ ПРОБ</u></b> .....	
<b><u>4. АПАРАТУРА, МАТЕРІАЛИ, РЕАКТИВИ</u></b> .....	
<b><u>5. ПІДГОТОВКА ДО ВИПРОБУВАННЯ</u></b> .....	
<b><u>5.1 Підготовка лабораторного посуду</u></b> .....	
<b><u>5.2 Приготування стандартних розчинів</u></b> .....	
<b><u>5.3 Приготування випробуваного розчину</u></b> .....	
<b><u>5.4 Приготування контрольного розчину</u></b> .....	
<b><u>5.5 Розведення розчинів</u></b> .....	
<b><u>5.6 Екстракційне концентрування</u></b> .....	
<b><u>5.7 Підготовка спектрофотометра до роботи і вибір умов вимірювання</u></b> .....	
<b><u>6 ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ</u></b> .....	
<b><u>7 ОБРОБЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ</u></b> .....	



**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

---

**СОКИ ОРГАНІЧНІ. АТОМНО АБСОРБЦІЙНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ  
ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ****СОКИ ОРГАНИЧЕСКИЕ. АТОМНО - АБСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ****JUICES ORGANIC. ATOMIC ABSORPTION METHOD OF TOXIC  
ELEMENTS DETERMINATION.**

---

---

Чинний від \_\_. \_\_. \_\_\_\_

**1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт розповсюджується на сік органічний і встановлює метод визначення еколого-токсикологічних показників, а саме: свинцю, кадмію, міді і цинку.

**2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

Наведені нижче стандарти містять в собі положення, які через посилання в цьому тексті стають положеннями даного стандарту. На час створення всі видання були чинні.

ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов

ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка

ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути

МВ № 2142-80 Методические указания по определению лорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии

МИА ГИР від 07.05.96 Методика измерения активности гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения «Прогресс» от 07.05.96

МИА БИР від 05.05.96 Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения «Прогресс» от 05.05.96

### **3. МЕТОД ВІДБОРУ ТА ПІДГОТОВКИ ПРОБ**

3.1 Відбір та підготовку лабораторної проби до випробування проводять відповідно до нормативної документації на даний вид продукції.

З об'єднаної лабораторної проби для випробування відбирають дві паралельні наважки.

3.2 Мінералізацію проби проводять за ГОСТ 26929.

### **4. АПАРАТУРА, МАТЕРІАЛИ, РЕАКТИВИ**

Атомно-абсорбційний спектрофотометр, укомплектований пальником для повітряно-ацетиленового полум'я, коректором фонового поглинання і джерелами резонансного випромінювання свинцю, кадмію, міді, цинку і заліза (лампами з порожнистим катодом, безелектродного розрядними лампами або іншими рівноцінними джерелами). Допускається застосування спектрофотометра без коректора фонового поглинання за умови проведення екстракційного концентрування.

Компресор повітряний, що відповідає вимогам технічної інструкції для спектрофотометра, або стиснене повітря в балонах.

Ацетилен розчинений і газоподібний технічний за ГОСТ 5457 в балонах.

Ваги лабораторні загального призначення з метрологічними характеристиками згідно з ГОСТ 24104 з найбільшою межею зважування 200 г не нижче 2-го класу точності.

Ваги лабораторні загального призначення з метрологічними характеристиками згідно з ГОСТ 24104 з найбільшою межею зважування 500 г 4-го класу точності.

Баня водяна.

Бюретка 1-1-2-50-0,1 по ГОСТ 29169.

Колби мірні 2-25-2,2-50-2,2-100-2 і 2-1000-2 за ГОСТ 1770.

Піпетки 2-1-2-1 або 1-1-2-1, 2-1-2-2 або 1-1-2-2, 1-2-2-5 і 1-2-2-10 по ГОСТ 29169.

Циліндри мірні 1-25 або 3-25,1-50 або 3-50 по ГОСТ 1770.

Склянки Н-1-100 або Н-1-150 по ГОСТ 25336.

Воронки ділильні ВД-1-100 або ВД-1-250 по ГОСТ 25336.

Пробірки з шліфом П-4-5-1423 або П-4-10-1423 по ГОСТ 25336.

Крапельниця по ГОСТ 25336.

Вирви лабораторні по ГОСТ 25336.

Фільтри знезолені діаметром 7 або 9 см по ТУ 6-09-1678.

Вода дистильована за ГОСТ 6709.

Аміак водний, х.ч., розчин з масовою часткою 5% за ГОСТ 3760.

Вода дистильована.

Ізоаміловий ефір оцтової кислоти (ізопентилацетат) по ТУ 6-09-1240, ч. або бутиловий ефір оцтової кислоти по ГОСТ 22300, ч.

Кадмій металевий, ч.д.а. по ГОСТ 1125.

Цинк гранульований, ч.д.а. по ТУ 6-09-5294 або цинку окис, х.ч. по ГОСТ 10262.

Свинець азотнокислий, х.ч. по ГОСТ 4236.

Сіль закису заліза й амонію подвійна сірчанооксида (сіль Мора), х.ч. по ГОСТ 4208.

Мідь сірчанооксида, х.ч. по ГОСТ 4165.

Кислота азотна по ГОСТ 11125, ос. ч. або іншої кваліфікації перегонки; розчин в дистильованій воді (1: 1) за обсягом і розчин з масовою часткою 1%.

Кислота соляна по ГОСТ 14261, ос.ч. або іншої кваліфікації перегонки; розчин в дистильованій воді (1: 1) за обсягом і розчин масовою часткою 1%.

Кислота лимонна, х.ч. по ГОСТ 3652; розчин в дистильованій воді масовою часткою 20%.

Натрію N, N-діетилдитіокарбамат, ч.д.а. по ГОСТ 8864; розчин в дистильованій воді масовою часткою 0,5% (готують в день проведення аналізу).

Фенолфталеїн по ТУ 6-09-5360, введено-, відсів, спиртовий масовою часткою 1%.

Допускається застосування інших апаратури, реактивів і матеріалів з технічними і метрологічними характеристиками не гірше зазначених.

## **5. ПІДГОТОВКА ДО ВИПРОБУВАННЯ**

### **5.1 Підготовка лабораторного посуду**

Новий і сильно забруднений лабораторний посуд після звичайної мийки в розчині будь-якого миючого засобу потрібно почистити, промити і ополоснути дистильованою водою. Процедура очищення лабораторного посуду безпосередньо перед використанням включає наступні послідовні етапи: миття посуду гарячою азотною кислотою (1: 1) за об'ємом, ополіскування дистильованою водою, мийка гарячої соляною кислотою (1: 1) за об'ємом, ополіскування дистильованою водою 3-4 рази, ополіскування дистильованою водою 1-2 рази, сушка.

### **5.2 Приготування стандартних розчинів**

5.2.1 Основні стандартні розчини елементів готують: для свинцю по ГОСТ 26932, кадмію - згідно з ГОСТ 26933, міді - по ГОСТ 26931, цинку - по ГОСТ 26934, заліза - по ГОСТ 4212. Допускається використання готових комерційних розчинів з гарантованою концентрацією елементів 1000 мкг/см<sup>3</sup> на азотнокислій або солянокислій основі з масовою часткою кислоти не менше 1%.

5.2.2 Проміжні стандартні розчини елементів готують послідовним розведенням основних розчинів в 10 і 100 разів розчином азотної кислоти масовою часткою 1%. Ці розчини зберігають в герметичній посуді не більше 1 року.

5.2.3 Стандартні розчини порівняння готують із проміжних розчинів шляхом їх розведення тим же розчином кислоти, що і розчини проб. Зміст елементів в досліджуваних та стандартних розчинах не повинно виходити за

межі таких робочих діапазонів: для свинцю 0,1 - 2,0 мкг/см<sup>3</sup>, кадмію 0,02 - 1,0 мкг/см<sup>3</sup>, міді 0,05 - 5,0 мкг/см<sup>3</sup>, цинку 0,1 - 10,0 мкг/см<sup>3</sup>. Вимірювання абсорбції контрольних розчинів допускається проводити при утриманні елементів нижче зазначених меж. У робочих діапазонах досить мати по 3-4 розчину порівняння. Розчини концентрацією металів від 1 до 10 мкг/см<sup>3</sup> зберігають не більше місяця, концентрацією менше 1 мкг/см<sup>3</sup> готують щодня.

5.2.4 В якості нульового стандарту застосовується розчин азотної або соляної кислоти з масовою часткою 1%, який використовується для розчинення проб і розведення стандартних розчинів порівняння в даній серії випробувань.

### **5.3 Приготування випробуваного розчину**

5.3.1 При використанні способу сухого озолення або кислотної екстракції з озоленням золу розчиняють в тиглі при нагріванні в азотній кислоті (1: 1) за обсягом з розрахунку 1 - 5 см<sup>3</sup> кислоти на навіщення в залежності від зольності продукту. Розчин випарюють до вологих солей. Осад розчиняють у 15 - 20 см<sup>3</sup> азотної кислоти масовою часткою 1%, кількісно переносять в мірну колбу місткістю 25 см<sup>3</sup> і доводять до мітки тієї ж кислотою.

При неповному розчиненні золи отриманий розчин з осадом випарюють до вологих солей, розчиняють в мінімальному обсязі соляної кислоти (1: 1) за обсягом, ще раз випарюють до вологих солей і розчиняють в 15 - 20 см<sup>3</sup> соляної кислоти масовою часткою 1%. Розчин кількісно переносять в мірну колбу місткістю 25 см<sup>3</sup> і доводять до мітки тієї ж кислотою.

При неповному розчиненні золи отриманий розчин з осадом доводять до об'єму 30 - 40 см<sup>3</sup> соляною кислотою з масовою часткою 1% і підігрівають на водяній бані або електроплитці при слабкому нагріванні протягом 0,5 год. Якщо і в цьому випадку повного розчинення не спостерігається, розчин фільтрують через промитий розчинником фільтр, осад промивають і відкидають, а фільтрат переносять в мірну колбу місткістю 50 см<sup>3</sup> і доводять до мітки тієї ж кислотою.

5.3.2 При використанні способу мокрою мінералізації отриманий розчин мінералізату випарюють до вологих солей і продовжують розчинення по 5.3.1.

#### 5.4 Приготування контрольного розчину

Контрольні чаші (склянки, колби), отримані разом з мінералізатами проб, проводять через всі стадії приготування випробовуваних розчинів з додаванням тих же кількостей реактивів.

#### 5.5 Розведення розчинів

Якщо вміст елемента у випробуваному розчині при вимірах виявляється вище верхньої межі діапазону робочих вмістів (5.2.3), то проводиться розведення випробуваного розчину нульовим стандартом. Коефіцієнт розбавлення вибирають таким чином, щоб зміст елемента в розбавленому розчині знаходилося в середині робочого діапазону (для міді, цинку в інтервалі приблизно від 1 до 3 мкг/см<sup>3</sup>). Коефіцієнт розбавлення  $K > 1$  дорівнює

$$K = Y_1 / Y_2 ,$$

де  $Y_1$  - обсяг аліквоти, взятий для розведення, см<sup>3</sup>;

$Y_2$  - об'єм розведеного розчину, см<sup>3</sup>

#### 5.6 Екстракційне концентрування

Концентрування методом екстракції проводять, якщо:

а) після попередніх вимірювань концентрація свинцю в вихідному розчині виявилася нижче 0,1, кадмію - нижче 0,02 мкг/см<sup>3</sup>;

б) є необхідність підвищення точності аналізу;

в) зміст елемента у вихідному розчині виявляється нижче досягнутого в даній серії вимірювань межі виявлення та є необхідність двосторонньої оцінки змісту елемента в продукті;

г) при визначенні свинцю, кадмію не проводиться корекція фонового поглинання.

У склянки місткістю 100 або 150 см<sup>3</sup> поміщають аліквоти випробовуваних розчинів об'ємом 10 - 50 см<sup>3</sup> в залежності від вимог до ступеня концентрування і такі ж за обсягом аліквоти контрольних розчинів і доводять їх обсяг до 50 см<sup>3</sup> нульовим стандартом. Коефіцієнт розведення цих розчинів враховується, як в

5.5. Одночасно в такі ж склянки поміщають по 50 стандартних розчинів порівняння.

При проведенні екстракції з метою підвищення чутливості і точності аналізу використовують розчин порівняння з мінімальною концентрацією, отриманий за 5.2.3, стандартні розчини з вмістом елемента в 2 і 10 разів нижче мінімальної і нульової стандарт, отриманий за 5.2.4.

При використанні спектрофотометрів, що не мають коректорів фонового поглинання, концентрація елементів в розчинах порівняння, взятих для екстракції, не повинна перевищувати наступних рівнів: для свинцю - 2 мкг/см<sup>3</sup>, для кадмію - 0,1 мкг/см<sup>3</sup>. У склянки доливають по 10 см<sup>3</sup> розчину лимонної кислоти, додають по 2-3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують розчином аміаку до появи слабо-рожевого забарвлення. Розчини переносять в ділільні воронки або мірні колби місткістю 100 см<sup>3</sup>, доливають по 5 см<sup>3</sup> розчину діетилдитіокарбамату натрію і по 5 см<sup>3</sup> ефіру і струшують протягом 1 хв.

При використанні ділільних воронок після поділу фаз нижній водний шар відкидають, а органічні екстракти збирають в пробірки і закривають пробками. При проведенні екстракції в мірних колбах в них доливають таку кількість дистильованої води, щоб органічний шар виявився в горлі колби, і при вимірах відбирають органічну фазу подає капіляром розпилювача безпосередньо з горла колби, не допускаючи його занурення у водну фазу.

На розсіяному світлі екстракти стійкі протягом робочого дня.

Коефіцієнт концентрування  $K < 1$  дорівнює

$$K = Y_1 / Y_2 ,$$

де  $Y_1$  - обсяг аліквоти, взятий для концентрування, см<sup>3</sup>;

$Y_2$  - Обсяг органічної фази,  $Y_2 = 5$  см<sup>3</sup>

### **5.7 Підготовка спектрофотометра до роботи і вибір умов вимірювання**

Підготовку приладу до роботи, його включення і виведення на робочий режим здійснюють по прикладеним до спектрофотометра технічним інструкціям.

Особливості вимірювання низьких концентрацій елементів вимагають

ретельного дотримання таких вимог, що сприяють зменшенню дрейфу і "пам'яті" і збільшення відношення сигналу до шуму:

а) прогрівання джерела резонансного випромінювання перед початком вимірювань до отримання стабільної інтенсивності випромінювання, але не менше 0,5 год;

б) юстування джерел резонансного і нерезонансного випромінювання;

в) прогрівання включеної пальника перед початком вимірювань з одночасною її промиванням дистильованою водою протягом 5 - 10 хв;

г) точної настройки монохроматора на резонансну лінію по максимуму випромінювання при мінімальній щілині, але проведення вимірювань при максимальній щілині монохроматора;

д) юстування висоти пальника і співвідношення повітря / ацетилен перед кожною серією вимірювань по максимуму абсорбції одного зі стандартних розчинів порівняння.

Використовуються найбільш чутливі лінії поглинання елементів з наступними довжинами хвиль: для свинцю - 283,3 або 217 нм, для кадмію - 228,8 нм, для міді - 324,8 нм, для цинку - 213,9 нм, для заліза - 248,3 нм. Вибір резонансної лінії свинцю залежить від технічних характеристик лампи і спектрофотометра і проводиться для даного приладу і лампи за критерієм більшої відносини сигнал / шум і за меншим значенням дрейфу чутливості і нульової лінії.

## **6 ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ**

6.1 Розпорошуючи в полум'я нульовий стандарт (при використанні концентрування - його екстракт), встановлюють показання приладу на нуль. Потім в порядку зростання концентрації вимірюють абсорбцію стандартних розчинів порівняння (або їх екстрактів). В кінці градування відзначають положення нульової лінії при розпилюванні нульового стандарту.

6.2 Вимірюють абсорбцію невеликого числа (5 - 10) випробовуваних і контрольних розчинів, промиваючи після кожного вимірювання систему



розпилювача і пальника дистильованою водою або нульовим стандартом (для екстрактів - ефіром) до повернення сигналу до показань, близьким до нуля. Повторюють точно вимірювання абсорбції нульового стандарту і одного зі стандартів порівняння, найбільш близького за концентрацією до випробовуваним розчинів. Якщо при цьому не зазначається помітного зміщення нульової лінії і зміни абсорбції стандарту, продовжують вимірювання абсорбції випробовуваних розчинів, періодично повторюючи контроль дрейфу нуля і чутливості і закінчуючи вимірювання повним градуванням.

Вимірювання абсорбції кожного розчину проводиться не менше 2 разів.

6.3 Якщо в процесі вимірювань відзначається зміщення нульової лінії або зміна чутливості, кожену малу серію випробовуваних розчинів вимірюють двічі в прямому і зворотному порядку послідовності, починаючи і закінчуючи повним градуванням. Обсяг серій визначається швидкістю дрейфу: число розчинів в серії повинно бути таким, щоб зміна абсорбції стандартів порівняння в послідовних градуваннях не перевищувало 5% отн. Якщо зміщення нульової лінії не коригується автоматичними пристроями, воно повинно враховуватися шляхом введення поправок до сигналів поглинання проб і стандартів. Дрейф нуля всередині кожної малої серії вимірювань вважають лінійним.

#### 6.4 Визначення межі виявлення

Після закінчення вимірювань абсорбції повної серії випробовуваних розчинів проводять 20-кратне вимірювання абсорбції стандартного розчину з мінімальною концентрацією або будь-якого випробовуваного розчину, або суміші залишків розчинів з низькою концентрацією елемента. Залежно від наявності дрейфу вимірювання проводять по 6.2 або по 6.3 - за тією ж методикою, що і для випробовуваних розчинів. На основі отриманої статистики розраховують стандартне (середньоквадратичне) відхилення від середнього значення для одиничного вимірювання. Потроєною значення стандартного відхилення вважається межею виявлення елемента в розчині при  $P = 0,99$ .

Якщо в проведеній серії вимірювань присутні не менше 10 розчинів з концентрацією елемента нижче 0,2, спеціальні вимірювання не проводять, а розраховують стандартне відхилення за формулою:

$$S_{\text{п}} = \sqrt{\frac{\sum(c_i' - c_i'')^2}{2k}}$$

де  $(c_i' - c_i'')$  - розбіжність паралельних вимірювань концентрації елемента в  $i$ -м розчині;  $k$  - кількість розчинів.

## 7 ОБРОБЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

7.1 При наявності в приладі комп'ютерної системи розрахунку концентрації за значенням абсорбції використовують рекомендовані в технічній інструкції приладу комп'ютерні програми. При ручній обробці даних будують графік залежності абсорбції від концентрації. Допускається застосовувати лінійну, кусочно-лінійну або згладжену нелінійну апроксимацію градуйованої функції. Для кожної малої серії вимірювань при побудові графіка використовують середнє арифметичне значення абсорбції стандартних розчинів порівняння, отримані в двох градування (до і після вимірів абсорбції випробовуваних розчинів) і виправлені на значення зміщення нульової лінії. За графіком визначають концентрацію елемента в піддослідних і контрольних розчинах. Значення концентрації, більш низькі, ніж досягнутий межа виявлення  $3S_m$ , вважаються рівними нулю. У розрахунках використовують середнє арифметичне значення паралельних вимірювань.

7.2 Масову частку елемента в пробі ( $m$ ),  $\text{млн}^{-1}$ , розраховують за формулою:

$$m = \frac{(c_x - c_k) \times Y \times K}{p}$$

де  $c_x$  - концентрація елемента у випробуваному розчині,  $\text{мкг/см}^3$ ;

$c_k$  - середнє арифметичне значення концентрації елемента для паралельних контрольних розчинів,  $\text{мкг/см}^3$ ;

$Y$  - вихідний обсяг випробуваного розчину,  $\text{см}^3$ ;

$p$  - навішування проби, г;

$K$ - коефіцієнт розведення.

7.3 Якщо різниця ( $c_x - c_k$ ) виявляється менше межі виявлення, то дається одностороння оцінка максимально можливої концентрації елементу в продукті в  $\text{мЛН}^{-1}$ .

$$m_{\text{млн}} < \frac{3S_m \times Y \times K}{p\sqrt{n}}$$

де  $n$  - число паралельних вимірювань абсорбції випробуваного розчину.

7.4 За остаточний результат вимірювань приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень. Остаточний результат округлюють до другого десяткового знаку.

7.5 Допустиме розбіжність між двома паралельними результатами, отриманими в одній лабораторії в одній серії вимірювань, (збіжність  $r$ ) залежить від масової частки елемента в продукті і при  $P = 0,95$  не повинно перевищувати значень екологічно-допустимої концентрації токсичних елементів, вказаних в таблиці 1.

Таблиця 1 – Еколого-токсикологічні показники органічного соку

Найменування показників, одиниці вимірювань	ЕДК	Збіжність $r$
<b><u>Масова частка токсичних елементів мг/кг:</u></b>	не більше	
-свинцю	0,05	0,0050
-кадмію	0,009	0,0034
-міді	0,05	0,22
-цинку	0,09	0,34

УКНД 67.050

**Ключові слова:** еколого-токсикологічні показники, екологічно-допустима концентрація, органічний сік, ідентифікація.

## ДОДАТОК В

Експериментальні значення активної  $G_{\text{експ}}$  та реактивної  $B_{\text{експ}}$  складових адмітансу, отримані під час дослідження різних типів ґрунтів за різних значень параметрів частоти тестового сигналу  $F$  та  $pH$  ґрунту

<b>lg F</b>	<b>pH</b>	<b><math>G_{\text{експ}}</math></b>	<b><math>B_{\text{експ}}</math></b>
чорнозем			
1,69897	4,82	0,000475	0,000322
1,778151	4,82	0,000523	0,000328
2	4,82	0,000634	0,000321
2,079181	4,82	0,000661	0,000318
2,30103	4,82	0,000756	0,000277
2,60206	4,82	0,00085	0,000205
2,69897	4,82	0,000871	0,000186
3	4,82	0,000918	0,000123
3,30103	4,82	0,000945	7,95E-05
3,60206	4,82	0,000962	5,19E-05
3,69897	4,82	0,000966	4,57E-05
4	4,82	0,000977	3,11E-05
4,30103	4,82	0,000984	2,24E-05
4,60206	4,82	0,000991	1,73E-05
4,69897	4,82	0,000992	1,62E-05
5	4,82	0,000997	1,44E-05
1,69897	5,41	0,000448	0,000298
1,778151	5,41	0,000493	0,000301
2	5,41	0,000595	0,00029
2,079181	5,41	0,000621	0,000286
2,30103	5,41	0,000707	0,000245
2,60206	5,41	0,000788	0,00018
2,69897	5,41	0,000808	0,000162
3	5,41	0,000848	0,000107
3,30103	5,41	0,000873	7,02E-05
3,60206	5,41	0,000888	4,62E-05
3,69897	5,41	0,000892	4,07E-05
4	5,41	0,000902	2,77E-05
4,30103	5,41	0,000909	1,97E-05
4,60206	5,41	0,000914	1,49E-05
4,69897	5,41	0,000915	1,39E-05
5	5,41	0,000919	1,24E-05
1,69897	6	0,00041	0,000261
1,778151	6	0,000448	0,000263
2	6	0,000537	0,00025
2,079181	6	0,00056	0,000246
2,30103	6	0,000632	0,000211

<b>lg F</b>	<b>pH</b>	<b>G<sub>експ</sub></b>	<b>B<sub>експ</sub></b>
2,60206	6	0,000702	0,000155
2,69897	6	0,000719	0,00014
3	6	0,000754	9,43E-05
3,30103	6	0,000777	6,24E-05
3,60206	6	0,000791	4,12E-05
3,69897	6	0,000795	3,63E-05
4	6	0,000803	2,43E-05
4,30103	6	0,000809	1,69E-05
4,60206	6	0,000813	1,25E-05
4,69897	6	0,000814	1,17E-05
5	6	0,000817	1,06E-05
1,69897	7,24	0,000359	0,000207
1,778151	7,24	0,000389	0,000207
2	7,24	0,000457	0,000196
2,079181	7,24	0,000474	0,000192
2,30103	7,24	0,00053	0,000165
2,60206	7,24	0,000585	0,000124
2,69897	7,24	0,0006	0,000113
3	7,24	0,000628	7,77E-05
3,30103	7,24	0,000647	5,21E-05
3,60206	7,24	0,00066	3,45E-05
3,69897	7,24	0,000663	3,03E-05
4	7,24	0,00067	2,02E-05
4,30103	7,24	0,000675	1,40E-05
4,60206	7,24	0,000678	1,05E-05
4,69897	7,24	0,000679	9,83E-06
5	7,24	0,000681	9,28E-06
<b>суглинковый грунт</b>			
1,69897	4,82	0,000489	0
1,778151	4,82	0,00051	0,000176
2	4,82	0,000555	0,00014
2,079181	4,82	0,000567	0,000129
2,30103	4,82	0,000594	9,62E-05
2,60206	4,82	0,000617	6,28E-05
2,69897	4,82	0,000624	5,48E-05
3	4,82	0,000633	3,54E-05
3,30103	4,82	0,000641	2,33E-05
3,60206	4,82	0,000646	1,59E-05
3,69897	4,82	0,000648	1,43E-05
4	4,82	0,000651	1,04E-05
4,30103	4,82	0,000654	8,21E-06
4,60206	4,82	0,000657	7,20E-06
4,69897	4,82	0,000657	7,14E-06
5	4,82	0,000659	7,97E-06
1,69897	5,41	0,000396	0
1,778151	5,41	0,000409	0,000116
2	5,41	0,000436	8,89E-05
2,079181	5,41	0,000443	8,10E-05
2,30103	5,41	0,000458	5,92E-05

<b>lg F</b>	<b>pH</b>	<b>G<sub>експ</sub></b>	<b>B<sub>експ</sub></b>
2,60206	5,41	0,000471	3,79E-05
2,69897	5,41	0,000475	3,29E-05
3	5,41	0,000481	2,12E-05
3,30103	5,41	0,000486	1,40E-05
3,60206	5,41	0,000489	9,58E-06
3,69897	5,41	0,00049	8,57E-06
4	5,41	0,000492	6,20E-06
4,30103	5,41	0,000494	4,64E-06
4,60206	5,41	0,000495	3,57E-06
4,69897	5,41	0,000496	3,31E-06
5	5,41	0,000497	2,86E-06
1,69897	6	0,000157	5,44E-05
1,778151	6	0,000163	5,10E-05
2	6	0,000176	4,03E-05
2,079181	6	0,00018	3,71E-05
2,30103	6	0,000188	2,76E-05
2,60206	6	0,000195	1,80E-05
2,69897	6	0,000197	1,57E-05
3	6	0,000199	1,01E-05
3,30103	6	0,000202	6,57E-06
3,60206	6	0,000203	4,40E-06
3,69897	6	0,000204	3,91E-06
4	6	0,000204	2,85E-06
4,30103	6	0,000205	2,42E-06
4,60206	6	0,000206	2,65E-06
4,69897	6	0,000206	2,89E-06
5	6	0,000206	4,45E-06
<b>піщаний ґрунт</b>			
1,69897	4,82	0,000397	0
1,778151	4,82	0,000415	0,000145
2	4,82	0,000453	0,000117
2,079181	4,82	0,000462	0,000109
2,30103	4,82	0,000486	8,32E-05
2,60206	4,82	0,000507	5,66E-05
2,69897	4,82	0,000514	5,01E-05
3	4,82	0,000524	3,40E-05
3,30103	4,82	0,000532	2,35E-05
3,60206	4,82	0,000539	1,66E-05
3,69897	4,82	0,00054	1,48E-05
4	4,82	0,000544	1,06E-05
4,30103	4,82	0,000547	7,96E-06
4,60206	4,82	0,000549	6,65E-06
4,69897	4,82	0,00055	6,54E-06
5	4,82	0,000551	7,37E-06
1,69897	5,41	0,000299	0
1,778151	5,41	0,000308	8,51E-05
2	5,41	0,000328	6,59E-05
2,079181	5,41	0,000333	6,01E-05

<b>lg F</b>	<b>pH</b>	<b>G<sub>ккп</sub></b>	<b>B<sub>ккп</sub></b>
2,30103	5,41	0,000345	4,47E-05
2,60206	5,41	0,000355	2,96E-05
2,69897	5,41	0,000358	2,60E-05
3	5,41	0,000363	1,74E-05
3,30103	5,41	0,000367	1,20E-05
3,60206	5,41	0,000371	8,48E-06
3,69897	5,41	0,000371	7,63E-06
4	5,41	0,000374	5,62E-06
4,30103	5,41	0,000375	4,47E-06
4,60206	5,41	0,000376	4,22E-06
4,69897	5,41	0,000376	4,37E-06
5	5,41	0,000377	5,80E-06
1,69897	6	0,000224	0
1,778151	6	0,000229	4,74E-05
2	6	0,000238	3,51E-05
2,079181	6	0,000241	3,16E-05
2,30103	6	0,000246	2,29E-05
2,60206	6	0,000251	1,48E-05
2,69897	6	0,000253	1,29E-05
3	6	0,000255	8,56E-06
3,30103	6	0,000257	5,91E-06
3,60206	6	0,000258	4,27E-06
3,69897	6	0,000259	3,89E-06
4	6	0,00026	3,05E-06
4,30103	6	0,000261	2,72E-06
4,60206	6	0,000261	3,01E-06
4,69897	6	0,000262	3,29E-06
5	6	0,000262	5,00E-06
1,69897	7,24	5,57E-05	8,29E-06
1,778151	7,24	5,63E-05	7,38E-06
2	7,24	5,76E-05	5,22E-06
2,079181	7,24	5,80E-05	4,61E-06
2,30103	7,24	5,87E-05	3,22E-06
2,60206	7,24	5,93E-05	2,00E-06
2,69897	7,24	5,97E-05	1,71E-06
3	7,24	5,97E-05	1,12E-06
3,30103	7,24	6,00E-05	7,89E-07
3,60206	7,24	6,01E-05	6,44E-07
3,69897	7,24	6,02E-05	6,29E-07
4	7,24	6,03E-05	7,00E-07
4,30103	7,24	6,04E-05	1,02E-06
4,60206	7,24	6,05E-05	1,76E-06
4,69897	7,24	6,06E-05	2,14E-06
5	7,24	6,08E-05	4,07E-06

Експериментальні значення активної  $G_{\text{експ}}$  та реактивної  $B_{\text{експ}}$  складових адмітансу, отримані під час дослідження різних типів ґрунтів за різних значень параметрів частоти тестового сигналу  $F$  та концентрації розчину  $C$ ,  $\text{кг/м}^3$

$\lg F$	$C$	$G_{\text{експ}}$	$B_{\text{експ}}$
чорнозем			
1,69897	0,5	0,001036	0,00095
1,778151	0,5	0,001187	0,001039
2	0,5	0,001563	0,001183
2,079181	0,5	0,001647	0,001229
2,30103	0,5	0,002059	0,001272
2,60206	0,5	0,002597	0,001181
2,69897	0,5	0,002733	0,001143
3	0,5	0,003148	0,000894
3,30103	0,5	0,003426	0,000651
3,60206	0,5	0,003602	0,000447
3,69897	0,5	0,003642	0,000397
4	0,5	0,003738	0,000263
4,30103	0,5	0,003799	0,000175
4,60206	0,5	0,003841	0,000119
4,69897	0,5	0,003851	0,000106
5	0,5	0,003878	7,68E-05
1,69897	1	0,001303	0,001316
1,778151	1	0,001523	0,001479
2	1	0,002065	0,001765
2,079181	1	0,002185	0,001854
2,30103	1	0,002796	0,002023
2,60206	1	0,003684	0,002027
2,69897	1	0,003913	0,002004
3	1	0,004708	0,001677
3,30103	1	0,005279	0,001275
3,60206	1	0,005653	0,000901
3,69897	1	0,005737	0,000804
4	1	0,005938	0,000533
4,30103	1	0,006063	0,00035
4,60206	1	0,006142	0,000232
4,69897	1	0,006161	0,000205
5	1	0,006211	0,000142
1,69897	1,5	0,001604	0,00175
1,778151	1,5	0,001888	0,001997
2	1,5	0,002599	0,002464
2,079181	1,5	0,002768	0,002607
2,30103	1,5	0,003638	0,002955
2,60206	1,5	0,004935	0,003148
2,69897	1,5	0,005285	0,003175
3	1,5	0,006611	0,002824
3,30103	1,5	0,007642	0,002249
3,60206	1,5	0,008352	0,001636
3,69897	1,5	0,00851	0,001473
4	1,5	0,0089	0,000983



<b>Ig F</b>	<b>C</b>	<b>G<sub>експ</sub></b>	<b>B<sub>експ</sub></b>
4,30103	1,5	0,009133	0,000641
4,60206	1,5	0,009277	0,000416
4,69897	1,5	0,009311	0,000365
5	1,5	0,009394	0,000243
1,69897	2	0,001832	0,002084
1,778151	2	0,002135	0,002372
2	2	0,002967	0,002974
2,079181	2	0,003163	0,003158
2,30103	2	0,004211	0,003654
2,60206	2	0,005819	0,004012
2,69897	2	0,006254	0,004077
3	2	0,008003	0,003759
3,30103	2	0,009426	0,003077
3,60206	2	0,010437	0,002283
3,69897	2	0,010664	0,002064
4	2	0,01123	0,001388
4,30103	2	0,011565	0,000903
4,60206	2	0,011768	0,000581
4,69897	2	0,011814	0,000507
5	2	0,011927	0,000329
<b>суглинковий ґрунт</b>			
1,69897	0,5	0,001042	0,000805
1,778151	0,5	0,00115	0,000836
2	0,5	0,001434	0,000854
2,079181	0,5	0,001502	0,000856
2,30103	0,5	0,001772	0,000789
2,60206	0,5	0,002062	0,000637
2,69897	0,5	0,00214	0,000592
3	0,5	0,00231	0,000429
3,30103	0,5	0,002427	0,0003
3,60206	0,5	0,002502	0,000204
3,69897	0,5	0,00252	0,00018
4	0,5	0,002564	0,00012
4,30103	0,5	0,002592	8,11E-05
4,60206	0,5	0,002612	5,63E-05
4,69897	0,5	0,002618	5,07E-05
5	0,5	0,002631	3,82E-05
1,69897	1	0,001405	0,001316
1,778151	1	0,001571	0,001415
2	1	0,002056	0,001592
2,079181	1	0,002163	0,001641
2,30103	1	0,002712	0,001684
2,60206	1	0,003413	0,001554
2,69897	1	0,003611	0,001494
3	1	0,00414	0,00118
3,30103	1	0,00451	0,000876
3,60206	1	0,004756	0,000619
3,69897	1	0,004814	0,000554
4	1	0,004956	0,000374
4,30103	1	0,005047	0,00025
4,60206	1	0,005108	0,000168

<b>Ig F</b>	<b>C</b>	<b>G<sub>експ</sub></b>	<b>B<sub>експ</sub></b>
4,69897	1	0,005123	0,000149
5	1	0,00516	0,000103
1,69897	1,5	0,001634	0,001688
1,778151	1,5	0,001845	0,00185
2	1,5	0,002477	0,002185
2,079181	1,5	0,002592	0,002275
2,30103	1,5	0,003361	0,00247
2,60206	1,5	0,004439	0,002461
2,69897	1,5	0,004737	0,002418
3	1,5	0,00569	0,002041
3,30103	1,5	0,006388	0,001591
3,60206	1,5	0,006873	0,001166
3,69897	1,5	0,006986	0,001054
4	1,5	0,007273	0,000724
4,30103	1,5	0,007457	0,000486
4,60206	1,5	0,007575	0,000323
4,69897	1,5	0,007604	0,000285
5	1,5	0,007673	0,000192
1,69897	2	0,001898	0,002179
1,778151	2	0,002181	0,00245
2	2	0,002979	0,003036
2,079181	2	0,003145	0,003199
2,30103	2	0,004184	0,003681
2,60206	2	0,005803	0,004008
2,69897	2	0,006281	0,004045
3	2	0,008004	0,003711
3,30103	2	0,009403	0,00309
3,60206	2	0,010439	0,002382
3,69897	2	0,010684	0,002183
4	2	0,011333	0,001542
4,30103	2	0,011748	0,001046
4,60206	2	0,01201	0,000692
4,69897	2	0,012071	0,000607
5	2	0,012215	0,000395
<b>піщаний ґрунт</b>			
1,69897	0,5	0,001083	0,000826
1,778151	0,5	0,001192	0,000854
2	0,5	0,001488	0,000857
2,079181	0,5	0,001563	0,000852
2,30103	0,5	0,001831	0,000771
2,60206	0,5	0,002106	0,000615
2,69897	0,5	0,002179	0,00057
3	0,5	0,002341	0,000417
3,30103	0,5	0,002454	0,000296
3,60206	0,5	0,002531	0,000205
3,69897	0,5	0,002548	0,000183
4	0,5	0,002592	0,000123
4,30103	0,5	0,002619	8,19E-05
4,60206	0,5	0,002635	5,54E-05
4,69897	0,5	0,002637	4,92E-05
5	0,5	0,002645	3,57E-05
		0,001478	

<b>lg F</b>	<b>C</b>	<b>G<sub>ксп</sub></b>	<b>B<sub>ксп</sub></b>
1,69897	1	0,001654	0,001423
1,778151	1	0,002193	0,001529
2	1	0,002321	0,001719
2,079181	1	0,002912	0,001765
2,30103	1	0,003665	0,001796
2,60206	1	0,003866	0,00163
2,69897	1	0,004407	0,001563
3	1	0,004791	0,001236
3,30103	1	0,005056	0,00093
3,60206	1	0,005119	0,00067
3,69897	1	0,00528	0,000605
4	1	0,005382	0,000412
4,30103	1	0,005448	0,000274
4,60206	1	0,005465	0,000181
4,69897	1	0,005503	0,000159
5	1	0,001704	0,000107
1,69897	1,5	0,001935	0,001832
1,778151	1,5	0,002618	0,002012
2	1,5	0,002784	0,002384
2,079181	1,5	0,003631	0,002484
2,30103	1,5	0,004807	0,002687
2,60206	1,5	0,005132	0,00265
2,69897	1,5	0,00613	0,002595
3	1,5	0,006863	0,002181
3,30103	1,5	0,007384	0,001713
3,60206	1,5	0,007506	0,001275
3,69897	1,5	0,007832	0,001161
4	1,5	0,008041	0,000806
4,30103	1,5	0,008171	0,000541
4,60206	1,5	0,008202	0,000355
4,69897	1,5	0,008273	0,000311
5	1,5	0,001869	0,000204
1,69897	2	0,002141	0,00216
1,778151	2	0,002947	0,002408
2	2	0,003133	0,002953
2,079181	2	0,004175	0,003102
2,30103	2	0,00573	0,003494
2,60206	2	0,006158	0,003654
2,69897	2	0,007656	0,003626
3	2	0,008801	0,003211
3,30103	2	0,009641	0,002617
3,60206	2	0,009838	0,002005
3,69897	2	0,010382	0,001843
4	2	0,010733	0,001303
4,30103	2	0,010952	0,000883
4,60206	2	0,011002	0,000579
	2	0,011117	

## ДОДАТОК Г

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Виконавчий директор

ТзОВ «Яблуневий дар»

Пилипенко Т. С.



2016 р.

## АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Воробець Ольги Володимирівни

на тему: «Нормативно-технічне забезпечення системи контролю органічного виробництва»

Комісія у складі:




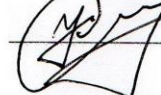
Голови: начальника департаменту якості Демчишак Н. Р.

Членів комісії: начальника лабораторії Чорної С.М., фахівця із сертифікації та стандартизації Пеленської І.Р., фахівця із сертифікації та стандартизації Косовича Ю.Р.

розглянувши дисертаційну роботу Воробець Ольги Володимирівни на тему «Нормативно-технічне забезпечення системи контролю органічного виробництва», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, дійшла висновку, що її результати впроваджуються у ТзОВ «Яблуневий дар», а саме: наукові та практичні підходи щодо нормування показників якості готової органічної продукції дозволили оптимізувати процес її контролю під час порівняння з аналогічною продукцією неорганічного походження; рішення з науково-методичного забезпечення оцінювання ґрунтів щодо їх придатності для органічного виробництва дали можливість вдосконалити процес встановлення зон для ведення органічного виробництва.

Голова комісії:

Члени комісії:

 Демчишак Н. Р.  
 Чорна С. М.  
 Пеленська І. Р.  
 Косович Ю.Р.