

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**Воробець Ольга Володимирівна**



УДК 006.015.5; 631:147

**НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ  
ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА**

05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Львів – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Національному університеті «Львівська політехніка»  
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, доцент  
**Бубела Тетяна Зіновіївна**, професор кафедри  
«Метрологія, стандартизація та сертифікація»  
Національного університету «Львівська політехніка»,  
м. Львів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент  
**Васілевський Олександр Миколайович**, професор  
кафедри «Метрологія та промислова автоматика»  
Вінницького національного технічного університету,  
м. Вінниця

кандидат технічних наук  
**Чабан Олеся Петрівна**, доцент кафедри «Медична  
інформатика» Львівського національного медичного  
університету імені Данила Галицького,  
м. Львів

Захист відбудеться «28» квітня 2017 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.21 у Національному університеті «Львівська політехніка» (79013, Львів-13, вул. С.Бандери, 28а, ауд. 713 п'ятого навчального корпусу).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» (79013, Львів, вул. Професорська, 1)

Автореферат розісланий «27» березня 2017 р.

*В.о. ученого секретаря спеціалізованої  
вченої ради, д.т.н., професор*



В. О. Яцук

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**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 дослідження:** процес нормування технічного забезпечення системи органічного виробництва.

**Предмет дослідження:** 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 вибрати 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 XXXX: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: [1] - проведення експериментальних досліджень по визначенню кислотності ґрунтів за електричними параметрами, [2] - 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, [3] - проведення оптимізації процедури картографування ґрунтів за адмітансом, [4] - проведення експериментальних досліджень визначення важких металів в органічній продукції та формування пропозиції щодо створення способу нормування показників якості органічної продукції, [5] - проведення експериментальних досліджень методів визначення фальсифікації продукції з використанням адмітансного методу вимірювань, [6] - розроблення пропозиції щодо сертифікації органічної продукції в Україні.

**Апробація результатів роботи.** Основні теоретичні положення і результати дисертаційної роботи висвітлено і обговорено на 11 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях і семінарах, а саме: 67-мій студентській науково-технічній конференції, Національний університет «Львівська політехніка», жовтень - листопад 2009р., тип доповіді - усна; 68-мій студентській науково-технічній конференції, Національний університет «Львівська політехніка», жовтень - листопад 2010р., тип доповіді - усна; 69-тій студентській науково-технічній конференції, Національний університет «Львівська політехніка», 17-21 жовтня 2011р., тип доповіді - усна; VII Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті», 3-10 червня 2011р., Варна, Болгарія, тип доповіді - стендова; I Всеукраїнській науково-практичній та студентській конференції «Проблеми розвитку та впровадження систем управління, стандартизації, сертифікації, метрології в регіонах України», Донецький національний технічний університет, 24-26 травня 2011р., тип доповіді - усна; 2-гій науково-практичній конференції «Інформаційно-вимірювальні технології, технічне регулювання та менеджмент якості», Одеська державна академія технічного регулювання та якості, 30-31 травня 2011р., тип доповіді - стендова; Міжнародна науково-технічна конференція «Системи 2013» - «Термографія і термометрія, метрологічне забезпечення вимірювань та

випробувань», Національний університет «Львівська політехніка», 24-27 вересня 2013 р., тип доповіді – усна; Міжнародній науково-практичній конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека», Житомирський національний агроекологічний університет, 2014 р., тип доповіді - стендова; Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених у царині метрології «Technical Using of Measurement – 2015», Академія метрології України, 2-6 лютого 2015 р., тип доповіді – усна; II Міжнародна науково-практична конференція «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», Національний університет «Львівська політехніка», 28-30 травня 2015 р., тип доповіді – усна; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Промислова автоматизація в Україні. Просвіта та підготовка кадрів», Національний університет «Львівська політехніка», 24-25 листопада 2016р., тип доповіді - стендова.

**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.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, вказано зв'язок роботи з науковими програмами, темами та планами, сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет досліджень, наведено методи виконання досліджень, описано наукову новизну та практичне значення отриманих у дисертації результатів дослідження, вказано особистий внесок здобувача, наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію та основні праці, опубліковані за темою дисертації.

У **першому розділі** було проаналізовано сучасний стан нормативного забезпечення виробництва органічної продукції в Україні та встановлено факт відсутності підзаконних нормативних документів. Запропоновано для розроблення національних нормативних документів взяти за основу Європейські Постанови та врахувати національні особливості.

На основі аналізу розвитку закордонних систем контролю органічного виробництва запропоновано шляхи вдосконалення національної системи управління та контролю органічного виробництва.

За результатами проведеного автором соціологічного дослідження встановлено ступені вагомості чинників, які впливають на зростання потреби у органічних харчових продуктах в Україні, що доводить її актуальність.

В роботі здійснено порівняльний аналіз закордонних систем контролю органічного виробництва на прикладі таких країн як ЄС, США та Японія. Порівняння здійснене за критеріями: нормативне забезпечення, правила органічного маркування, правила органічного виробництва та перероблення, акредитація та сертифікація, вимоги щодо імпорту. Результатом дослідження став

висновок про доцільність розвитку саме національної системи органічного виробництва з урахуванням міжнародного досвіду.

Також, в роботі пропонується модель системи контролю виробництва органічної продукції (СКВОП) (рисунок 1), яка базується на чотирьох підсистемах: нормативно-методична, організаційна, інформаційна та технічна підсистеми.



Рисунок 1 - Модель системи контролю виробництва органічної продукції

Конкретизовано напрями подальших досліджень, які полягають у розробленні основних складових СКВОП.

**Другий розділ** присвячений розвитку нормативного забезпечення контролю органічної продукції. Доведено, що запорукою однозначного трактування результатів контролю та надання достовірної інформації про якість органічних продуктів є забезпечення єдності оцінювання якості, яка повинна досягатись на основі функціонування підсистеми методик контролю, що передбачає впорядкування та систематизацію об'єктів та методів оцінювання показників якості (ПЯ) органічних продуктів. З цією метою було 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. Зокрема, методи оцінювання показників якості органічної продукції структуровано за такими критеріями, як: час реалізації, забезпечення необхідного ступення об'єктивності інформації про значення ПЯ, сутність та спосіб отримання кількісного показника якості. Класифікаційними критеріями для об'єктів органічного виробництва вибрано призначення, вміст, походження та склад. В



свою чергу, для ПЯ були запропоновані такі критерії структурування, як призначення органічного продукції, ступінь об'єктивності, наявність альтернативних методів контролю, сутність, складність формування, розмірність, етапи визначення.

Встановлено, що через відсутність нормативної бази щодо органічного виробництва відносини в сфері виробництва, переробки та реалізації органічної сільськогосподарської продукції залишаються досі не врегульованими. Тому доведено доцільність створення незалежної національної системи сертифікації органічного виробництва. З цією метою в роботі запропонована схема оцінювання відповідності виробництва органічних продуктів, яка регламентує послідовність основних етапів процесу органічної сертифікації.

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. За результатами експериментальних досліджень та аналізу статистичної інформації в роботі було запропоновано нормувати показники якості органічної продукції, а саме показники її безпеки не як гранично-допустима концентрація, оскільки (для органічної так і для якісної традиційної продукції фактичне значення показників повинно бути меншим за ГДК) для органічної воно виявилось набагато меншим. Тому запропоновано ввести термін екологічно допустимої концентрації, якою є концентрація шкідливих речовин, що повинна відповідати їх фоновим (природним) концентраціям:

$$ЕДК = K \cdot ГДК, \quad (1)$$

де  $K$  – експериментально встановлюваний коефіцієнт.

З метою підтвердження запропонованого підходу було здійснено статистичні 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 яблучного соку органічного та традиційного походження, узагальнені результати яких представлені в таблиці 1.

Дані таблиці 1 свідчать про те, що результати випробувань еколого-токсикологічних показників яблучного соку традиційного виробництва є в рази вищими, ніж для яблучного соку органічного виробництва. Цей факт дає змогу упевнитись в необхідності нормування еколого-токсикологічних показників для органічної продукції як ЕДК, що допоможе чітко відокремлювати та розрізняти органічну продукцію від звичайної, що убезпечить споживача від фальсифікації виробником.

Таблиця 1 - Еколого-токсикологічні показники яблучного соку традиційного та органічного виробництва

Найменування показників, одиниці вимірювань	Значення показників			Похибка випробувань
	Вимоги НД	Результати випробувань ПЯ соку традиційного виробництва	Результати випробувань ПЯ соку органічного виробництва	
<b><u>Масова частка токсичних елементів мг/кг:</u></b>	Не більше			
-свинцю	0,5	0,4	<0,05	0,01
-кадмію	0,03	0,02	<0,01	0,003
-миш'яку	0,2	0,2	0,006	0,0005
-ртуть	0,02	0,004	0,004	0,0004
-міді	5,0	0,65	<0,05	0,01
-цинку	10,0	3,3	0,09	0,02
<b><u>Масова частка залишкової кількості пестицидів, мг/кг:</u></b>	Не більше			
-ГХЦГ гама-ізомер	0,05	<0,05	<0,05	-
-ДДТ і його метаболіти	0,1	<0,05	<0,05	-
-гептахлор	не доп.	<0,05	<0,05	-
<b><u>Вміст радіонуклідів, Бк/кг:</u></b>	Не більше			
- <sup>137</sup> Cs	140	6,3	<0,5	30%
- <sup>90</sup> Sr	20	2,1	<0,5	30%

Дані таблиці 1 свідчать про те, що результати випробувань еколого-токсикологічних показників яблучного соку традиційного виробництва є в рази вищими, ніж для яблучного соку органічного виробництва. На основі отриманих даних було встановлено показник ЕДК для масової частки токсичних елементів, пестицидів і вмісту радіонуклідів для яблучного соку. Також, за результатами проведених досліджень встановлено коефіцієнт К (таблиця 2).

На підставі отриманих даних (таблиця 2) було розроблено методику контролю автентичності органічного соку та створено проект нормативного документу ДСТУ ХХХХ:2017. Соки органічні. Атомно абсорбційний метод визначення токсичних елементів, за допомогою яких, і зокрема, на вимогу споживача, можна проконтролювати відповідність ПЯ соку вимогам органічної продукції.

Отже, використання запропонованого принципу дасть змогу належним чином нормувати показники якості будь-якої готової органічної продукції (а отже, відрізнити від неорганічної) та контролювати її виробництво, а також мати впевненість споживача в тому, що він придбав продукт саме органічного походження.

Таблиця 2 - Експериментально-встановлені значення екологічно-допустимої концентрації вмісту токсичних елементів, пестицидів і радіонуклідів в органічному яблучному соці

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

**Третій розділ** стосується розвитку технічної складової забезпечення системи контролю органічного виробництва. Зокрема, обґрунтовано, що якість готової органічної сільськогосподарської продукції залежить від якості ґрунтів, на яких її вирощують. Тому було здійснено аналіз показників якості земель, що регламентуються як необхідні для ведення органічного землеробства, за такими критеріями: якість ґрунтів сільськогосподарських угідь, водних ресурсів, атмосферного повітря та місце розташування земельних ділянок відносно джерел забруднення. Показано, що 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 відповідні значення еколого-токсикологічних та ґрунтово-агрохімічних показників ґрунтів, які повинні відповідати встановленим вимогам. Базуючись на результатах аналізу, сформульовано рекомендації щодо встановлення придатності земель для ведення органічного виробництва за еколого-токсикологічними та ґрунтово-агрохімічними показниками.

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. Для оптимізування процесу збору

інформації про ПЯ ґрунтів пропонується концепція, яка базується на використанні адмітансного методу. З метою її реалізації в роботі були здійснені експериментальні дослідження, результати яких дозволили оцінити чутливість електричних параметрів (зокрема активна та реактивна складові адмітансу) різних типів ґрунтів до зміни основних фізико-хімічних показників (ступінь кислотності, ступінь засоленості і температура).

За результатами отриманих частотних залежностей складових адмітансу  $G$  та  $B$  для фіксованих значень кислотності  $H$  для різних типів ґрунту зроблено висновок про те, що зі зростанням частоти сигналів, сигнали відгуків складової  $B$  (рисунок 2б) для різних значень кислотності, починаючи з частоти 5 кГц, майже збігаються. Тому для оцінювання кислотності ґрунтів з використанням адмітансного методу доцільно використовувати значення активної складової адмітансу  $G$  (рисунок 2а). Така закономірність прослідковувалась для всіх типів досліджуваних ґрунтів (чорнозему, суглинкового та піщаного ґрунту).

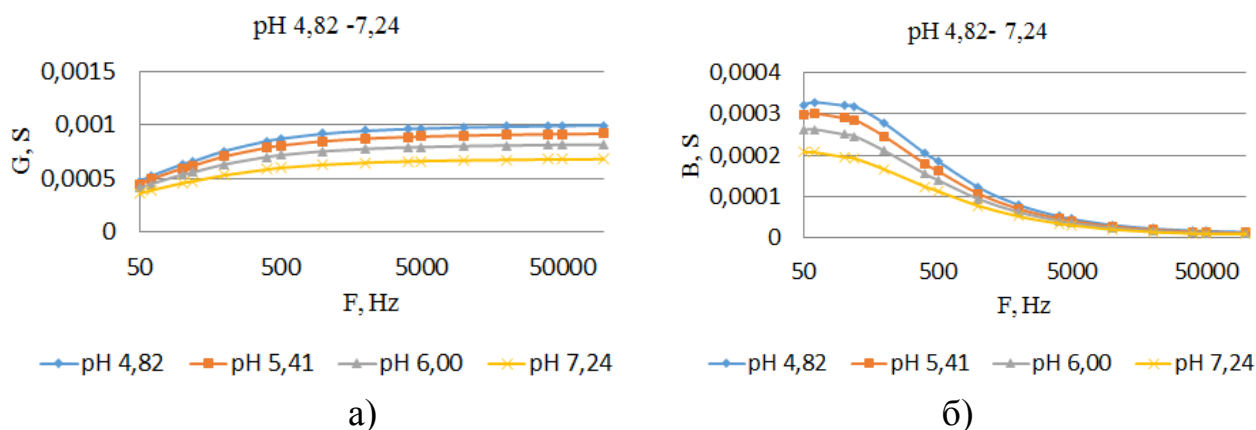


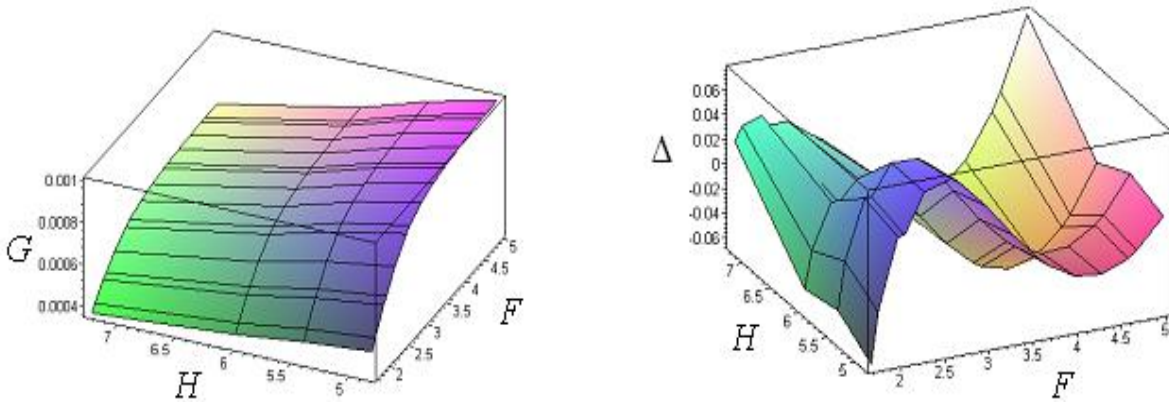
Рисунок 2 - Частотні залежності: а) - активної складової адмітансу  $G$ ; б) - реактивної складової адмітансу  $B$  для фіксованих значень  $H$  для чорнозему

З метою оптимізування дослідження за результатами експериментів побудовані математичні моделі, які з достатньою точністю описують залежність активної складової адмітансу  $G$  від частоти тестового сигналу  $F$  й кислотності  $H$  чорнозему, піщаного та суглинкового ґрунту. Експериментальні дослідження проводили для різних комбінацій значень вказаних параметрів, а саме: кислотність змінювали від 4,8 до 8,5 рН (щоб описати нормований діапазон, який представляє 5,4 до 6,8 рН, та відхилення від нього), частоту - від 0,05 кГц до 100 кГц, при значенні тестової напруги  $U = 0,5$  В. Аналіз залежності сигналу відгуку проводили при фіксованому значенні температури  $T$ . Для зручності опрацювання результатів експерименту використали логарифмічну шкалу по частоті  $\lg F$ .

Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  від частоти сигналу  $F$  й кислотності  $H$  для чорнозему (рисунок 3) отримано модель:

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

де  $a_1 = -0,0002360279$ ,  $a_2 = 0,000733464$ ,  $a_3 = -0,0000197652$ ,  
 $a_4 = -0,000025562$ ,  $a_5 = -0,0000693467$ .



а)

б)

Рисунок 3 - Поверхні: а) - активної складової адмітансу  $G$ ;  
б) - розподілу похибки моделі (2) залежно від частоти сигналу й кислотності для чорнозему

Адекватність моделі (2) оцінювалася коефіцієнтом детермінації  $R^2$ , який склав 0,91.

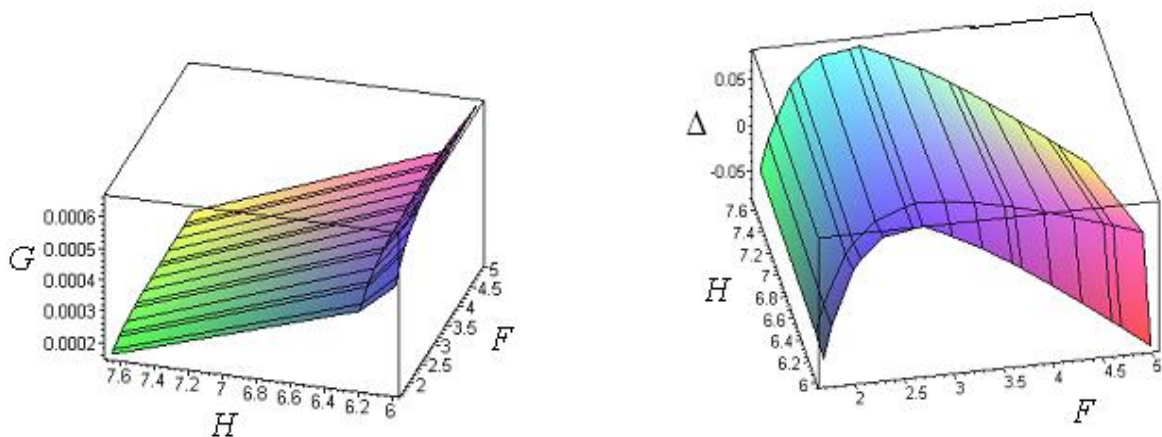
Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  від частоти сигналу  $F$  й кислотності  $H$  для суглинкового ґрунту (рисунок 4) отримано модель:

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

(3)

де  $a_1 = 0,0014220975$ ,  $a_2 = 0,0050903364$ ,  $a_3 = -0,00016815525$ ,  
 $a_4 = -0,0014772322$ ,  $a_5 = 0,000106396$ .

Адекватність моделі (3) склала  $R^2 = 0,9$ .



а)

б)

Рисунок 4 - Поверхні: а) - активної складової адмітансу  $G$ ;  
б) - розподілу похибки моделі (3) залежно від частоти сигналу й кислотності для суглинкового ґрунту

Залежність активної складової адмітансу  $G$  від частоти сигналу  $F$  й кислотності  $H$  для піщаного ґрунту (рисунок 5) отримала наступний вид:

$$G = a_1 + a_2 \lg(F) + a_3 H + a_4 H \lg(F) + a_5 H^2, \quad (4)$$

де  $a_1 = 0,007015822$ ,  $a_2 = 0,0001979279$ ,  $a_3 = -0,0015917013$ ,  
 $a_4 = -0,000023563384$ ,  $a_5 = 0,00009102326$ .

Адекватність моделі (4)  $R^2 = 0,95$ .

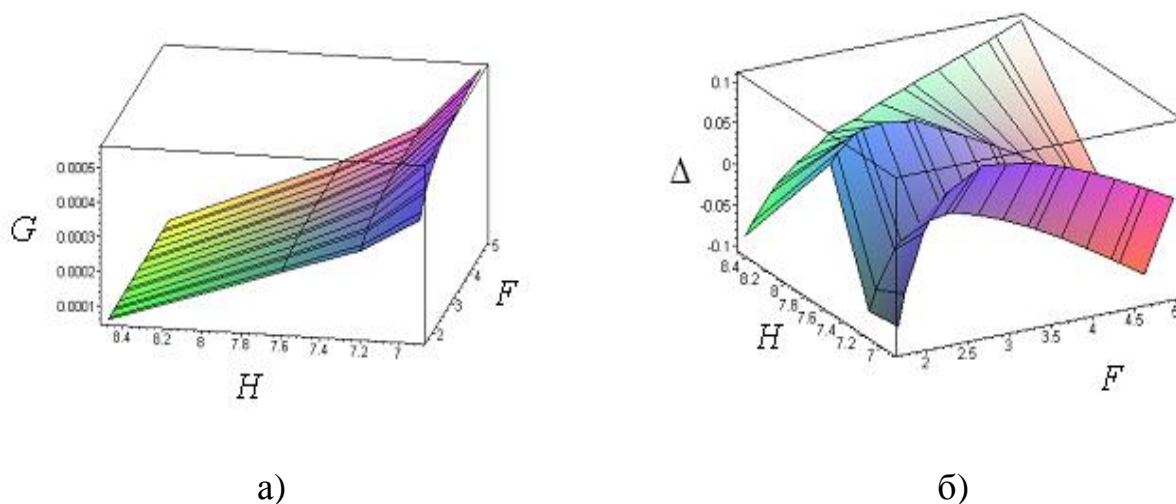


Рисунок 5 - Поверхні: а) - активної складової адмітансу  $G$ ;

б) - розподілу похибки моделі (4) залежно від частоти сигналу й кислотності для піщаного ґрунту

Отримані моделі (2)-(4) підтверджують залежність активної складової адмітансу  $G$  від кислотності ґрунту й частоти сигналу. Було встановлено, що чутливість адмітансу, зокрема активної складової до зміни кислотності є максимальною для чорнозему (мінімальною – для піщаного ґрунту).

Отже, за значенням активної складової адмітансу  $G$  можна оцінити рівень кислотності ґрунту. З цією метою в роботі розв'язано обернену задачу, а саме, отримано математичні моделі для оцінювання кислотності ґрунту  $H$  в залежності від значення активної складової адмітансу  $G$  і частоти тестового сигналу  $F$  для різних типів ґрунту:

$$H = f(G, F). \quad (5)$$

Наступними в роботі стали дослідження залежності параметрів адмітансу від ступеня засоленості  $C$  різних типів ґрунтів. Експериментально було встановлено, що для оцінювання ступеня засоленості ґрунтів з використанням адмітансного методу доцільно використовувати як інформативний параметр значення і активної  $G$  і реактивної  $B$  складових адмітансу, для яких були синтезовані математичні моделі. Зокрема, далі представлено математичні моделі залежності активної складової адмітансу  $G$  від ступеня засоленості  $C$  та частоти тестового сигналу  $F$  для фіксованих значень кислотності.

Для опису залежності активної складової адмітансу  $G$  від частоти сигналу  $F$  й засоленості  $C$  для чорнозему отримано модель:

$$G(F, C) = a_1 + a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg F)^2, \quad (6)$$

де  $a_1 = 0,2826929360e-2$ ,  $a_2 = 0,2845809841e-2$ ,  $a_3 = 0,2457854595e-2$ ,  $a_4 = 0,1732226579e-2$ ,  $a_5 = 0,4300332784e-3$ .

Адекватність цієї моделі становить  $R^2 = 0,95$ .

Відповідно для суглинкового ґрунту аналогічна модель матиме наступний вигляд:

$$G(F, C) = a_1 - a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg F)^2 C, \quad (7)$$

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

Адекватність моделі (7) становить  $R^2 = 0,93$ .

Для піщаного ґрунту залежність активної складової адмітансу  $G$  від засоленості та частоти описується моделлю виду:

$$G(F, C) = a_1 - a_2 \lg F + a_3 C + a_4 \lg FC - a_5 (\lg F)^2 \quad (8)$$

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

Адекватність моделі (8)  $R^2 = 0,95$ .

За результатами моделювання було зроблено висновок, що параметри адмітансу є чутливішими до зміни ступеня засоленості в порівнянні зі зміною кислотності.

При побудові моделей використовували метод рівномірного наближення, оскільки він забезпечує отримання моделей з меншими похибками, ніж при використанні методу найменших квадратів. Невеликі значення похибок та високий ступінь адекватності цих моделей підтверджують можливість використання адмітансного методу для контролю основних параметрів ґрунтів.

**У четвертому розділі** йдеться про прикладні аспекти контролю органічного виробництва. Оскільки адмітансне картографування повинно здійснюватися з використанням RLC-метрів аналітичного призначення, то доцільно дослідити систему об'єкт контролю - первинний перетворювач (ПП) як електрохімічну, властивості якої можна вивчати та передбачувати її поведінку в різних умовах, відображаючи її відповідною схемою заміщення (еквівалентною схемою). Виявлені особливості є важливими під час побудови електрохімічних пристроїв для оперативного моніторингу органічних земель. З цією метою запропоновано еквівалентні схеми заміщення низькоомних об'єктів, до яких відносять ґрунти (на прикладі соляних розчинів).

Для правильної інтерпретації спектрів адмітансу а також розуміння процесів, що відбуваються на межі досліджуваного об'єкта - первинний перетворювач, здійснено аналіз адмітансних спектрів, на основі якого синтезовано еквівалентні схеми (рисунок 6).

Для схем (рисунок 6) було проаналізовані імпедансні спектри у різних частотних діапазонах для різних значень концентрації  $C$  солі NaCl. Результати

аналізу представлені методичними похибками відтворення елементів схем заміщення (таблиця 3, 4)

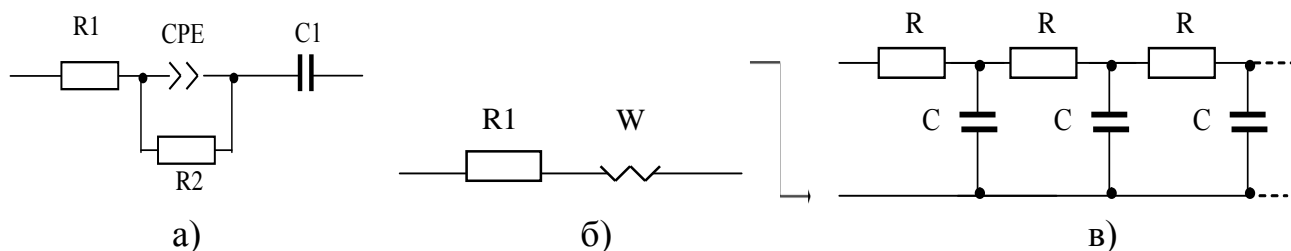


Рисунок 6 - Схеми заміщення системи електрод - електроліт (водний розчин солі NaCl): а) - схема, яка містить C1- ємність подвійного електричного шару, CPE - елемент постійної фази, який характеризує ступінь жорсткості поверхні електроду ПП, а також протікання електрохімічної реакції на електроді, R1 - опір об'єкта дослідження (електроліту-соляного розчину), R2 - опір міжфазного переходу (електрод - електроліт)); б) - схема, яка містить елемент Варбурга W, який характеризує дифузію зарядів поблизу електроду; в) - еквівалентна схема імпедансу Варбурга W

Таблиця 3 - Відтворення значень елементів схеми заміщення (рисунок 8а) у різних частотних діапазонах для різних значень концентрації C водного розчину солі NaCl (P та n – параметри елемента постійної фази CPE)

C, г/л	F, Гц	R1, Ом	$\delta_{R1}$ , %	R2, Ом	$\delta_{R2}$ , %	P	$\delta_P$ , %	n	$\delta_n$ , %
1	50÷100000	153,0 1	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	>100	1,01	>1000
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
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



Таблиця 4 - Відтворення значень елементів схеми заміщення (рисунок 8б) у різних частотних діапазонах для різних значень концентрації  $C$  водного розчину солі  $\text{NaCl}$

$C$ , г/л	$F$ , Гц	$R_1$ , Ом	$\delta_{R_1}$ , %	$W$	$\Delta_w$ , %
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
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
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

Порівняння залежностей похибок відтворення елементів схем заміщення, що містять елемент СРЕ (рисунок 8а, таблиця 3) та елемент Варбурга (рисунок 8б, таблиця 4) дозволило зробити висновок про те, що на частотах від 50Гц до 1кГц еквівалентна схема може бути представлена як на рисунку 8а, а імпеданс Варбурга (рисунок 8б) адекватно описує процеси, що відбуваються у досліджуваній системі, на вищих частотах (від 1кГц до 100кГц), при яких приелектродні ефекти практично зникають.

Подальші дослідження в роботі присвячені створенню методики встановлення придатності земель для органічної сертифікації, як за окремими показниками, так і за комплексним.

Наступним етапом роботи було розроблення рекомендацій для створення систем збору інформації для кіберфізичних систем (КФС) контролю органічного виробництва, що сьогодні є дуже актуальним. З метою адаптування загальної структури кіберфізичної системи до поставленої задачі управління органічним виробництвом, останню було розбито на підзадачі, які пов'язані з етапами технології органічного виробництва. В роботі структуровано показники та тип інформації, яка необхідна для роботи кіберфізичної системи на кожному етапі органічного виробництва, на прикладі зернових культур. На основі опрацювання цієї інформації, яка має як вимірювальний характер, так і довідково-розрахунковий, повинні прийматись управлінські рішення щодо контролю органічного виробництва.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА 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 ХХХХ: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 ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Bubela T. Mathematical modeling of soil acidity by the admittance parameters / T. Bubela, P. Malachivskyy, Y. Pokhodylo, M. Mykyuchuk, O. Vorobets // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies Vol. 6/10 (84) (2016), P. 4-9. (Scopus)

2. Бубела Т.З. Моделювання електрохімічних систем / Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук, М.М. Микийчук, О.В. Воробець // Технічні вісті. Науковий часопис. - 2014. - 1(39). 2 (40). - С. 57-58.
3. Бубела Т.З. Аналіз проблем нормативно-технічного забезпечення виробництва органічної продукції в Україні / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Технологічний аудит та резерви виробництва. Міжнародний журнал. - 2014. - № 6/1 (20). - С. 55-59.
4. Бубела Т.З. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. - 2012. - №1. - С. 62 -65.
5. 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.
6. 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.
7. Бубела Т.З. Алгоритм збирання інформації для кібер-фізичної системи контролю органічного виробництва / Т.З. Бубела, О.В. Воробець, Т.І. Федішин // Промислова автоматизація в Україні. Просвіта та підготовка кадрів: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 24-25 листопада 2016 р., - Львів, - 2016. - С. 9-11.
8. Воробець О.В. Нормативно - технічне забезпечення виробництва органічної продукції в Україні / О.В. Воробець, Т.З. Бубела, // Technical Using of Measurement – 2015: матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині метрології, 2-6 лютого 2015 р., - Славське, 2015. - С. 12-13.
9. Бубела Т.З. Оперативний моніторинг стану ґрунтів шляхом адмітансного картографування / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 28-30 травня 2014 р., - Львів, 2015. - С. 57-59.
10. Бубела Т.З. Роль органічного виробництва у реалізації концепції сталого виробництва харчової продукції / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Органічне виробництво і продовольча безпека: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. - Житомир, 2014. - С. 130-133.
11. Бубела Т.З. Моделювання електричних сигналів систем адмітансного контролю / Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук, Є.В. Походило, О.В. Воробець // Термографія і термометрія, метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань: тези доп. Міжнар. науково-технічної конференції, 23-27 вересня 2013 р., - Львів, 2013. - С.192.
12. Бубела Т.З. Методи вияву вмісту підсолоджувачів у харчовій продукції / Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Інформаційно-вимірювальні технології, технічне регулювання та менеджмент якості: Збірник тез 2-гої науково-практичної конференції, 30-31 травня 2011 р., - Одеса, 2011. - С. 45-47.

13. Воробець О.В. Використання імітансних методів для оперативного контролю об'єктів неелектричної природи / Т.З. Бубела, О.В. Воробець, Т. В. Рябкова // Проблеми розвитку та впровадження систем управління, стандартизації, сертифікації, метрології в регіонах України: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної та студентської конференції, 24-26 травня 2011 р., - Донецьк, ДНТУ, 2011. - С. 64 -66.
14. Воробець О.В. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні / О.В. Воробець, Т.З. Бубела // 69-та студентська науково-технічна конференція: збірник тез доповідей, 17-21 жовтня 2011 р., - Львів, 2011. - С. 65-66.
15. Бубела Т.З. Безпечність та якість харчової продукції /Т.З. Бубела, О.В. Воробець // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы VII Международной конференции, 03-10 июня 2011р., - Варна, Болгария, 2011. - Т.2, С. 31-33.
16. Воробець О.В. Дослідження харчових добавок (підсолоджувачів) з метою виявлення фальсифікації продукції / О.В. Воробець, Т.З. Бубела // 68-ма студентська науково-технічна конференція: збірник тез доповідей. - Львів, - жовтень-листопад 2010 р., - Львів, 2010. - С. 53-55.
17. Воробець О.В. Безпечність та якість харчової продукції / О.В. Воробець, Т.З. Бубела // 67-ма студентська науково-технічна конференція: збірник тез доповідей. жовтень-листопад 2009 р., - Львів, 2009. - С. 42-45.

## АНОТАЦІЯ

**Воробець О.В. Нормативно-технічне забезпечення системи контролю органічного виробництва.** - На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 - стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення. Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, Львів, 2017.

Дисертація присвячена розробленню науково-технічних засад вдосконалення системи контролю органічного виробництва. Запропоновано систему класифікаційних критеріїв та на їх основі класифікатори для об'єктів органічного виробництва, їх показників якості та методів їх визначення. Запропоновано схему оцінювання відповідності органічних господарств на національному рівні. Здійснено експериментальні дослідження еколого-токсикологічних показників органічних соків, за результатами яких встановлено відповідні значення їх екологічно-допустимої концентрації. З метою вдосконалення технічної складової функціонування системи контролю запропоновано метод адмітансного картографування земель, призначених для органічного виробництва. Розроблено математичні залежності фізико-хімічних та електричних властивостей різних типів ґрунтів. Сформульовано вимоги для створення електрохімічних пристроїв для оперативного моніторингу органічних земель. Запропоновано методика встановлення придатності земель для органічної сертифікації як за окремими показниками, так і за комплексним. Розроблено

основні засади створення системи збору інформації кіберфізичної системи контролю виробництва органічної зернової продукції.

**Ключові слова:** органічна продукція, сертифікація, система контролю, екологічно-допустима концентрація, адмітансне картографування, кіберфізична система.

### АННОТАЦИЯ

**Воробец О.В. Нормативно-техническое обеспечение системы контроля органического производства. - На правах рукописи.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.01.02 - стандартизация, сертификация и метрологическое обеспечение. Национальный университет «Львівська політехніка» Министерства образования и науки Украины, Львов, 2016.

Диссертация посвящена разработке научно-технических основ совершенствования системы контроля органического производства. Предложена система классификационных критериев и на их основе классификаторов для объектов органического производства, их показателей качества и методов их определения. Предложена схема оценки соответствия органических хозяйств на национальном уровне. Проведены экспериментальные исследования эколого-токсикологических показателей органических соков, по результатам которых установлены соответствующие значения их экологически допустимой концентрации. С целью совершенствования технической составляющей функционирования системы контроля предложен метод адмитансного картографирования земель, предназначенных для органического производства. Разработаны математические зависимости физико-химических и электрических свойств различных типов почв. Сформулированы требования для создания электрохимических устройств для оперативного мониторинга органических земель. Предложена методика установления пригодности земель для органической сертификации как по отдельным показателям, так и по комплексному. Разработаны основные принципы создания системы сбора информации киберфизической системы контроля производства органической зерновой продукции.

**Ключевые слова:** органическая продукция, сертификация, система контроля, экологически допустимая концентрация, адмитансное картографирование, киберфизическая система.

### ANNOTATION

**Vorobets O.V. Normative and technical provision of organic production control system. - As a manuscript.**

The thesis for a scientific degree of the Candidate of Technical Sciences by speciality 05.01.02 – Standardization, Certification and Metrological Assurance. Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2017.

This thesis is devoted to the development of scientific and technical foundations for the improvement of organic production system control. Research of problems in the field of organic production in Ukraine was conducted, and as a result of a detailed analysis of international experience of organic production regulation, basic aspects of improving the control system of this industry with taking into account international tendencies were formulated. Sociological research was conducted to determine the demand for organic products, and as a result, the most important factors which affect the increasing of popularity of organic food products in Ukraine were determined. The author proposes a model of the organic production control system, which is based on four subsystems: normative-methodical, organizational, informational and technical subsystems. In this thesis, the system of classificatory criteria and on their basis, classifiers for organic production objects, for quality indicators of these objects and for methods of their determination were proposed. The scheme for evaluating the conformity of organic farms at the national level was proposed. Based on experimental data and analyzing statistical information, rationing of quality parameters of organic products such as indicators of its safety by installing ecologically permissible concentrations of harmful components that will allow to distinguish organic from inorganic products and to protect consumers from falsification by the manufacturer was proposed. Experimental research of ecological and toxicological indicators of organic juices was made, as a result, the appropriate values of ecologically allowable concentration were determined. A draft of national standard «Organic juices. Atomic absorption method for determination of toxic elements» was designed.

To improve the technical component of the functioning of the control system, the admittance method of cartography of land intended for organic production was proposed. To implement this method, by results of experimental researches, mathematical dependences of physico-chemical and electrical properties of different types of soils were designed. The obtained results confirmed the possibility of using this method to control the properties of the soil and proved that this frequency dependencies admittance parameter is an important informative parameter for monitoring soil quality indicators. The requirements for the development of electrochemical devices for operative monitoring of organic land were formed. The methodology of establishing the suitability of land for organic certification as per selected indicators, and on the complex was proposed. Basic principles for the creation of a system collecting information by cyber physical systems were developed to control the production of organic grain products, namely, the structured parameters and the type of information needed for cyber physical systems at each stage, based on this information, administrative decisions must be taken and implemented corrective actions.

**Key words:** organic products, certification, control system, ecologically allowable concentration, admittance cartography, cyber physical system.