

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**Бубела Тетяна Зіновіївна**



УДК 006.015.5; 621.317

**СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ  
ОБ'ЄКТІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ**

Спеціальність 05.01.02 – стандартизація, сертифікація  
та метрологічне забезпечення

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Львів – 2014

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

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор,  
Заслужений діяч науки і техніки України  
**Столярчук Петро Гаврилович**, завідувач кафедри  
«Метрологія, стандартизація та сертифікація»  
Національного університету «Львівська політехніка»

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
**Тріщ Роман Михайлович**,  
завідувач кафедри «Охорона праці, стандартизація та  
сертифікація»  
Української інженерно-педагогічної академії,  
м. Харків

доктор технічних наук, професор  
**Кошева Лариса Олександрівна**,  
професор кафедри «Біокібернетика та аерокосмічна  
медицина»  
Національного авіаційного університету,  
м. Київ

доктор технічних наук, професор  
**Середюк Орест Євгенович**,  
професор кафедри «Методи та прилади контролю  
якості і сертифікації продукції»  
Івано-Франківського національного технічного  
університету нафти і газу,  
м. Івано-Франківськ

Захист відбудеться «27» вересня 2014 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.08 у Національному університеті «Львівська політехніка» (79013, Львів-13, вул. С. Бандери, 12, ауд. 226 головного корпусу).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка»: 79013, Львів-13, вул. Професорська 1.

Автореферат розісланий «\_\_» серпня 2014 р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради, д.т.н., проф.



Я.Т.Луцик

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** В умовах участі України в Світовій організації торгівлі (СОТ) та спрямування на євроінтегрування актуальним є вдосконалення технічного регулювання та реалізації споживчої політики відповідно до вимог СОТ та Європейського Союзу (ЄС), сприяння сталому зростанню економіки. Для стимулювання розвитку підприємництва, чесної конкуренції, поліпшення захисту життя, здоров'я людей, довкілля, прав споживачів, усунення технічних бар'єрів у торгівлі необхідно забезпечувати високий рівень якості продукції і послуг та інформувати про це усі зацікавлені сторони. Відповідно до стандартів ISO серії 9000 якість треба забезпечувати, поліпшувати, контролювати та управляти нею, а це неможливо без формування кількісних оцінок якості.

Науковою основою забезпечення порівнюваності результатів кількісного оцінювання якості є теоретичні засади кваліметрії, яка, як самостійна наука про оцінювання якості об'єктів, сформувалася наприкінці 60-х років ХХ ст. Слід зазначити, що сьогодні важливо отримувати достовірну інформацію про кількісні значення якості оперативно. Вирішенню цих завдань присвячено чимало розробок навчальних закладів та наукових організацій усієї України, проте вони потребують подальшого розвитку, оскільки порівняння якості об'єктів різної природи повинно здійснюватись на основі об'єктивної процедури їх оцінювання. Остання, в свою чергу, відбувається шляхом установаження відповідності остаточного результату оцінювання поставленій цілі, що формується, виходячи з призначення та умов використання об'єкта, вимог нормативної документації (НД) та замовника, встановлених ринкових потреб та світових тенденцій.

Довіра до результатів оцінювання однотипних об'єктів в тій чи іншій галузі повинна забезпечуватись незалежно від місця та часу проведення оцінювання, що на сьогодні є відсутнім, оскільки процедура кваліметричного оцінювання, переважно, здійснюється обмеженим колом осіб в окремо взятих організаціях. Звідси й виникає необхідність отримання об'єктивної, неупередженої та вірогідної інформації про якість об'єктів та довіри до тих, хто здійснює цю процедуру. Не беручи до уваги обмеженість апріорної інформації, недосконалість методів та засобів визначення показників якості (ПЯ), наявність впливу об'єктивних та суб'єктивних чинників, результати оцінювання якості при повторному відтворенні тих самих умов повинні збігатися. Лише тоді єдність оцінювання якості забезпечується.

В останні роки дедалі помітнішою стає неефективність існуючих теоретичних та методичних прийомів кваліметрії, які базуються на комплексному підході до оцінювання якості. Необхідність запровадження системної кваліметрії доводиться наявністю недоліків існуючого комплексного підходу, які полягають у відсутності єдиних принципів структурування показників якості, єдиного підходу до визначення коефіцієнтів вагомості, методів встановлення системних взаємозв'язків між показниками якості, методик формування остаточного результату оцінювання якості.

Розкриваючи актуальність досліджень роботи, варто зазначити, що єдність оцінювання якості значною мірою обумовлена належним станом нормативної бази, яка для проведення вимірювань є переважно сформованою, чого не можна сказати

про оцінювання якості. Методики оцінювання якості для багатьох об'єктів відсутні, або ж знаходяться на етапі формування, а наявні найчастіше містять невідповідності та не погоджені з міжнародними нормами, що не дозволяє однозначно й повно тлумачити отримані результати. Часто новітні методи та технічні засоби визначення ПЯ об'єктів оцінювання неможливо втілити в практику через відставання розвитку й впровадження нормативної документації, через невідпрацьований механізм організаційної структури.

Отже, сьогодні існує науково-прикладна проблема, яка полягає у необхідності створення системи забезпечення єдності оцінювання якості (СЗЄОЯ). Тому проведення досліджень, пов'язаних з розробленням науково-теоретичних, організаційно-методичних та нормативно-технічних засад для побудови СЗЄОЯ, має значне наукове і практичне значення.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Робота виконувалася відповідно до планів наукової роботи кафедри метрології, стандартизації та сертифікації Національного університету «Львівська політехніка», а також в межах науково-дослідних робіт кафедри: держбюджетної науково-дослідної роботи «Розроблення будинкових систем для індивідуального обліку спожитого тепла, води, газу з оцінкою їх якості» (реєстраційний №0104U002312), 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); держбюджетної науково-дослідної роботи «Вдосконалення перетворювачів сонячної енергії та методів і засобів їх випробувань» (реєстраційний №01107U001123), у виконанні яких дисертантка приймала участь як виконавець.

**Мета та задачі дослідження.** Метою дослідження є розвиток теорії забезпечення єдності оцінювання якості об'єктів різної природи.

Для досягнення поставленої в роботі мети необхідно було вирішити такі задачі:

- проаналізувати основні аспекти та проблематику в сфері оцінювання якості об'єктів різної природи та обґрунтувати необхідність забезпечення єдності оцінювання якості з врахуванням міжнародного досвіду та світових тенденцій;
- сформулювати єдині принципи визначення номенклатури та значень показників якості а також принципи формування остаточної оцінки якості для забезпечення можливості порівняння результатів оцінювання якості об'єктів кваліметрії;
- розробити методологічні засади створення системи забезпечення єдності оцінювання якості та її структурних складових, а саме: науково-теоретичної, організаційно-методичної та нормативно-технічної;
- дослідити основні підходи до структурування характеристик об'єктів оцінювання у кваліметрії та інших дисциплінах, використати для кваліметричних досліджень принципи системології та запровадити поняття системної кваліметрії;
- запропонувати модель оцінювання якості об'єктів кваліметрії на основі використання системного підходу для забезпечення науково-теоретичної складової СЗЄОЯ;

- розробити концептуальну модель створення фахових систем оцінювання якості (ФСОЯ) (фахова кваліметрія) для забезпечення організаційно-методичної складової СЗЄОЯ;

- сформуванню структуру нормативно-технічної складової СЗЄОЯ та на прикладі органічної продукції розвинути її елементи, а саме: методи оперативного визначення ПЯ, шляхи нормування ПЯ, методи оцінювання точності результатів визначення ПЯ, методи оперативного контролю характеристик засобів для оцінювання якості, алгоритми формування остаточної оцінки якості для забезпечення функціонування інформаційних систем моніторингу якості.

**Об'єктом дослідження** є система забезпечення єдності оцінювання якості.

**Предметом** дослідження є процедури, моделі, методи визначення показників якості та формування остаточної оцінки якості, організаційна, наукова, та нормативно-технічна складові інфраструктури якості (ІЯ).

**Методи дослідження.** В процесі наукових досліджень, виходячи з особливостей предметної галузі та задач досліджень, використовувалися методи міждисциплінарного теоретичного аналізу, системного аналізу, а також теорії ймовірності, теорії кваліметрії, теорії прийняття рішень, теорії множин та експертних оцінок, а також емпіричні і статистичні методи та експериментальні дослідження з використанням електричних та оптичних методів.

**Наукова новизна одержаних результатів** дисертаційної роботи полягає в розвитку науково-теоретичних, організаційно-методичних та нормативно-технічних засад побудови системи забезпечення єдності оцінювання якості об'єктів різної природи.

В роботі одержані наступні наукові результати:

1. Вперше розроблено методологічні засади та принципи створення системи забезпечення єдності оцінювання якості об'єктів різної природи та її структурних складових, використання яких сприяє отриманню неупередженої та об'єктивної оцінки якості на основі створеної інфраструктури якості в системі технічного регулювання.

2. Розвинуто методологію оцінювання якості на основі системного підходу (системна кваліметрія), відповідно до якого доведено доцільність аналізу оцінюваних об'єктів як систем, що уможлиблює підвищення ефективності оцінювання якості.

3. Розроблено систему класифікаційних критеріїв та на їх основі запропоновано класифікатори для об'єктів кваліметрії, показників якості та методів їх визначення, що є базою для раціонального вибору методів визначення показників якості для конкретного об'єкта за встановлених умов.

4. Запропоновано збалансовану систему показників якості (ЗСПЯ), використання якої максимізує узгодженість інтересів усіх зацікавлених сторін під час забезпечення єдності у формуванні номенклатури показників якості об'єктів різної природи.

5. Запропоновано та науково обґрунтовано концептуальну модель фахових систем оцінювання якості (фахова кваліметрія), що визначають організаційно-методичну складову СЗЄОЯ. Розроблено метод оцінювання сталого розвитку ФСОЯ

на основі інформаційного підходу, реалізація якого дає можливість контролювати стабільне функціонування ФСОЯ в умовах швидких змін вимог до якості.

6. Розроблено концепцію експрес-контролю показників якості органічного виробництва та визначено шляхи їх нормування, що сприяє підвищенню ефективності функціонування інформаційної системи моніторингу якості СЗЄОЯ.

7. Отримали подальший розвиток методи оперативного визначення показників якості об'єктів кваліметрії, для яких ці методи є нетиповими, що дозволяє підвищити ефективність технічних заходів системи забезпечення єдності оцінювання якості.

8. Запропоновано структуру оперативного контролю метрологічних характеристик засобів аналітичного призначення в умовах їх експлуатації та обґрунтовано широке впровадження таких методів в метрологічну практику, що дозволяє підвищити якість (відтворюваність) результатів визначення ПЯ.

**Практичне значення одержаних результатів.** Виконані в роботі дослідження дозволили одержати наступні практичні результати:

1. Запропонована оптимізована інфраструктура якості як взаємопогоджене паралельне функціонування елементів, які перебувають у сфері впливу урядових установ і фахових об'єднань, дозволяє формувати об'єктивну, фахову та вірогідну інформацію щодо якості об'єктів різної природи.

2. Розроблений алгоритм реалізації концепції системного аналізу об'єкта оцінювання створює умови для забезпечення єдності відображення функційної природи різних об'єктів, структурування функцій, ПЯ та оперування ними на основі єдиних правил їх формулювання.

3. Розроблені в роботі критерії формування класифікаторів для об'єктів кваліметрії, ПЯ та методів їх визначення дають змогу ефективно вибирати методи визначення ПЯ.

4. Запропонована ЗСПЯ та система представлення остаточної оцінки якості об'єктів кваліметрії дозволяють забезпечити якомога вищий ступінь досягнення цілей оцінювання якості як під час формування номенклатури ПЯ, так і остаточної оцінки якості.

5. Розроблена методика оцінювання сталого розвитку фахових систем оцінювання якості, яка базується на використанні інформаційного підходу та розрахунку запропонованого в роботі показника  $P_{инф}$ , підвищує оперативність виявлення невідповідностей та здійснення коригувальних заходів у функціонуванні цих систем в умовах швидких змін вимог до якості, а сформований критерій ефективності ФСОЯ сприяє забезпеченню оптимальності її функціонування.

6. Розроблений алгоритм реалізації концепції експрес-контролю ПЯ органічного виробництва та запропоновані методи їх визначення забезпечують оперативність отримання інформації для результативного функціонування інформаційної системи моніторингу якості СЗЄОЯ.

7. Отримані математичні моделі залежності електричних параметрів об'єкта досліджень від умов проведення вимірювань дозволяють охопити необхідний діапазон змін параметрів контрольованого об'єкта.

8. Розроблена методика розрахунку невизначеності результатів експертного оцінювання показників якості дозволяє оцінити ступінь вірогідності інформації,

отриманої експертним шляхом, а рекомендації щодо нормування показників якості експертів забезпечують оптимізування процедури їх атестації, що в свою чергу сприяє організації метрологічного забезпечення експертного оцінювання якості в СЗЄОЯ.

9. Удосконалена процедура калібрування засобів аналітичного призначення шляхом використання інтелектуальних пристроїв, значення яких встановлено за стандартними зразками, забезпечує оперативний контроль метрологічних характеристик засобів визначення показників складу об'єктів.

10. Запропонований метод оцінювання якості об'єктів кваліметрії з безпосередньою участю користувача на основі гнучких алгоритмів забезпечує ефективне функціонування інформаційної системи моніторингу якості в складі СЗЄОЯ.

Результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень можуть знайти застосування при модернізації інфраструктури якості в системі технічного регулювання (СТР); в організаціях та установах під час оцінювання їх продукції, послуг та систем управління якістю, підвищенні вірогідності результатів оцінювання показників якості продукції, послуг та процесів, а також під час реалізації заходів з забезпечення єдності оцінювання якості.

Наукові положення та висновки дисертації використовуються у філії УМГ «Львівтрансгаз» Публічного акціонерного товариства «Укртрансгаз», ПАТ НВО «Термоприлад» ім. В.Лаха, Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН України. Окрім того, результати роботи застосовуються у навчальному процесі на кафедрі метрології, стандартизації та сертифікації Національного університету «Львівська політехніка» при викладанні дисциплін «Прилади та методи вимірювань в окремих галузях промисловості», «Фізико-хімічні вимірювання», «Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація», які читаються студентам напряму підготовки 6.051002 «Метрологія, стандартизація та сертифікація» та студентам спеціальності 8.18010010 «Якість, стандартизація та сертифікація» та знайшли відображення у дипломному проектуванні студентів, випускних роботах магістрів і дослідженнях аспірантів.

**Особистий внесок здобувача.** Основні теоретичні та прикладні дослідження виконані автором самостійно. Серед публікацій зі співавторами здобувачу належить: [3] - визначення основних етапів метрологічного забезпечення оцінювання якості продукції; [4] - формування шляхів вдосконалення метрологічного забезпечення якості продукції; [5] - моделювання відгуків систем адмітансного контролю з метою виявлення характерних властивостей поверхонь відгуків; [6] - метод визначення сталого розвитку систем управління якістю в умовах швидких змін вимог до якості; [8] - спосіб контролю параметрів засобів температурної діагностики у харчовій промисловості; [9] - спосіб нормування показників якості органічної продукції, а саме: показників її безпеки, шляхом встановлення їх екологічно допустимої концентрації; [10] - статистичний підхід до встановлення взаємозв'язку між результатами операційного та вихідного контролю та розроблення математичного апарату їх ефективного погодження; [11] - алгоритм оцінювання стану забруднення об'єктів органічного виробництва (ґрунтів) шляхом використання адмітансного методу; [12] - метод виявлення несанкціонованого застосування харчової добавки

аспартаму у харчових напоях; [13] - результати дослідження електрохімічних ефектів у водних середовищах; [14] - результати досліджень електричних параметрів харчових об'єктів методом адмітансу; [15] - формування рекомендацій для оцінки відповідності органічного виробництва; [16] - результати дослідження характеристик контактних первинних перетворювачів адмітансним методом; [17] - метод оцінювання рівня якості засобів обчислювальної техніки та алгоритм, що є базою для створення відповідного програмного забезпечення; [18] - результати дослідження водних середовищ за допомогою первинних перетворювачів ємнісного типу з платиновими електродами; [19] - шляхи оптимізування процесу оцінювання якості водних середовищ; [20] - встановлення метрологічних особливостей процедури визначення складу речовин, характеристика її джерел невизначеності; [21] - аналітичне дослідження вітчизняної та закордонної систем контролю якості; [22] - порівняльний аналіз способів вимірювання адмітансу двополіусників; [23] - введення в номенклатуру груп показників для оцінювання рівня якості процесів виробництва продукції групи показників робастності та встановлення їх характеристик; [24] - метод формування оцінки якості шляхом застосування гнучкого алгоритму, реалізація якого передбачає безпосередню участь користувача; [25] - розроблення основних принципів забезпечення єдності оцінювання якості, а саме: щодо обґрунтування вибору і встановлення номенклатури показників якості, методів їх визначення, встановлення оптимальних значень та формування остаточної оцінки якості об'єктів різної природи; [26] - аналізування характеристик вірогідності правильного визначення рівня якості об'єкта методичною та інструментальною складовими вірогідності оцінювання якісного рівня; [27] - дослідження сумарної імовірності знаходження значень характеристики об'єкта як значення одиничного показника для окремого виробу, кількох зразків з партії, чи цілої партії виробів для порівняння з аналогічними виробами іншого виробника; [28] - макет пам'ятки керівнику, створений на основі застосування причинно-наслідкового аналізування та структурування інформації про проблеми, які можуть виникнути при створенні систем управління якістю, коригувальні дії вищого керівництва та результати цих дій; [29] - ґрунтовний аналіз основних аспектів, що торкаються поняття «якості», а також підходи до забезпечення єдності процедури оцінювання якості; [30] - аналіз трактування нових метрологічних понять, зазначених у стандарті ДСТУ ISO 10012, та ідентифікація з існуючими узаконеними термінами; [32] - дослідження можливості контролю якості термоелектродного дроту адмітансним методом, аналітичне порівняння традиційного та пропонованого способу контролю засобів температурної діагностики.

Роботи [1, 5, 7, 31, 33] виконані здобувачем без співавторів.

**Апробація результатів дисертації.** Наукові результати та положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися у період з 2003 р. до 2013 р. на 22 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях і семінарах: Міжнародній науково-технічній конференції «Температура - 2003» (Львів, 2003); VIII Міжнародній конференції «Контроль і управління в складних системах» (КУСС-2005) (Вінниця, 2005); XIII Міжнародній конференції з автоматичного управління «Автоматика-2006» (Вінниця, 2006); V Міжнародній науково-технічній конференції «Метрологія-2006» (Харків, 2006); XV Міжнародному семінарі



метрологів «Методи і техніка перетворення сигналів при фізичних вимірюваннях МСМ'07» (Львів - Ряшів, 2007); IV Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (Варна, Болгарія, 2008); Міжнародній конференції ASCN «Сучасні комп'ютерні системи та мережі: розробка та використання» (Львів, 2009); VI Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (Варна, Болгарія, 2010); VI Міжнародній науково-практичній конференції «Україна у європейському просторі. Проблеми бізнесу, політики, права» (Львів, 2010); П'ятій ювілейній науково-практичній конференції з міжнародною участю «Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС'2010» (Київ, 2010); II-й Міжнародній науково-практичній конференції «Якість технологій - якість життя» (Судак, 2010); VII Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (Варна, Болгарія, 2011); III-й Міжнародній науково-практичній конференції «Якість технологій - якість життя» (Харків, 2011); IV Всеукраїнській науково-технічній конференції «Перспективи розвитку озброєння і військової техніки сухопутних військ» (Львів, 2011); Першій Міжнародній науковій конференції пам'яті проф. В.Поджаренка «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах» (Винниця, 2011); The 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (Prague, Czech Republic, 2011); VIII Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (Варна, Болгарія, 2012); Першій Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні системи і технології» (Суми, 2012); IX Міжнародній науково-технічній конференції «Методи і засоби вимірювань фізичних величин» (Львів, 2012); Міжнародній науково-практичній конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи» (Львів, 2013); Міжнародній науково-технічній конференції «Термографія і термометрія, Метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань» (Львів, 2013); The 7th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (Berlin, Germany, 2013).

**Публікації.** Основні результати наукової роботи опубліковані в 62 друкованих працях, в тому числі 33 статті (з них 5 одноосібних), з яких 29 статей – у фахових виданнях України та 4 статті у закордонних періодичних та наукометричних виданнях; а також 2 патенти України на корисну модель.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та додатків, викладена на 319 сторінках друкованого тексту і містить 96 рисунків, 31 таблицю та список використаних джерел з 253 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформовано мету та основні завдання досліджень, відображено зв'язок роботи з науковими програмами та планами, визначено об'єкт та предмет досліджень. Сформульовано наукову новизну отриманих результатів та показано їх практичну цінність, а також подано відомості про особистий внесок здобувача, апробацію результатів роботи та основні праці, опубліковані за темою дисертації.

У першому розділі здійснено аналіз основних аспектів оцінювання якості у кваліметрії (рисунок 1), на основі якого сформовано проблематику та напрями подальших досліджень.



Рисунок 1 - Основна проблематика кваліметрії

Визначено методологічні принципи оцінювання якості, основними з яких є отримання вірогідної оцінки якості та наявність незалежного технічного, наукового та організаційного апарату.

Встановлено, що основою об'єктивної порівнюваності об'єктів однакового призначення є створення системи забезпечення єдності оцінювання якості, яка є комплексом взаємопов'язаних науково-теоретичних, організаційно-методичних та нормативно-технічних заходів (рисунок 2), спрямованих на досягнення вірогідної, неупередженої та фахової оцінки якості.

Для розробленої структури СЗЄОЯ (рисунок 2) запропоновано математичну модель з метою оцінювання ефективності її функціонування:

$$E_S = E_{П1} \cup E_{П2} \cup E_{П3}, \quad (1)$$

$$E_S \xrightarrow{D \rightarrow \text{var}} \text{opt}, \quad (2)$$

$$E_{П1} = \left\| K_{i-j}^1 \right\| \times \left\| e_i \right\|^{i=1, \bar{n}}, \quad (3)$$

$$E_{П2} = \|K_{i-j}^2\| \times \|e_i\|^{i=1,n}, \quad (4)$$

$$E_{П3} = \|K_{i-j}^3\| \times \|e_i\|^{i=1,n}, \quad (5)$$

де  $\|K_{i-j}^l\|$  - матриця зв'язків між підсистемою складових та принципів СЗЄОЯ,  $l=3$ ;  
 $\|e_i\|^{i=1,n}$  - матриця - стовпець елементів підсистеми «єдині принципи у СЗЄОЯ»,  $n=5$ .

Функція погодження  $\Phi_S$  підсистем матиме вигляд:

$$\Phi_S = R_{i-j \text{ var}}^\Omega \|K_{i-j}^l\| \rightarrow opt, \quad (6)$$

де  $R_{i-j \text{ var}}^\Omega$  - регламент погодження підсистем у вигляді нормативно-правового документу.

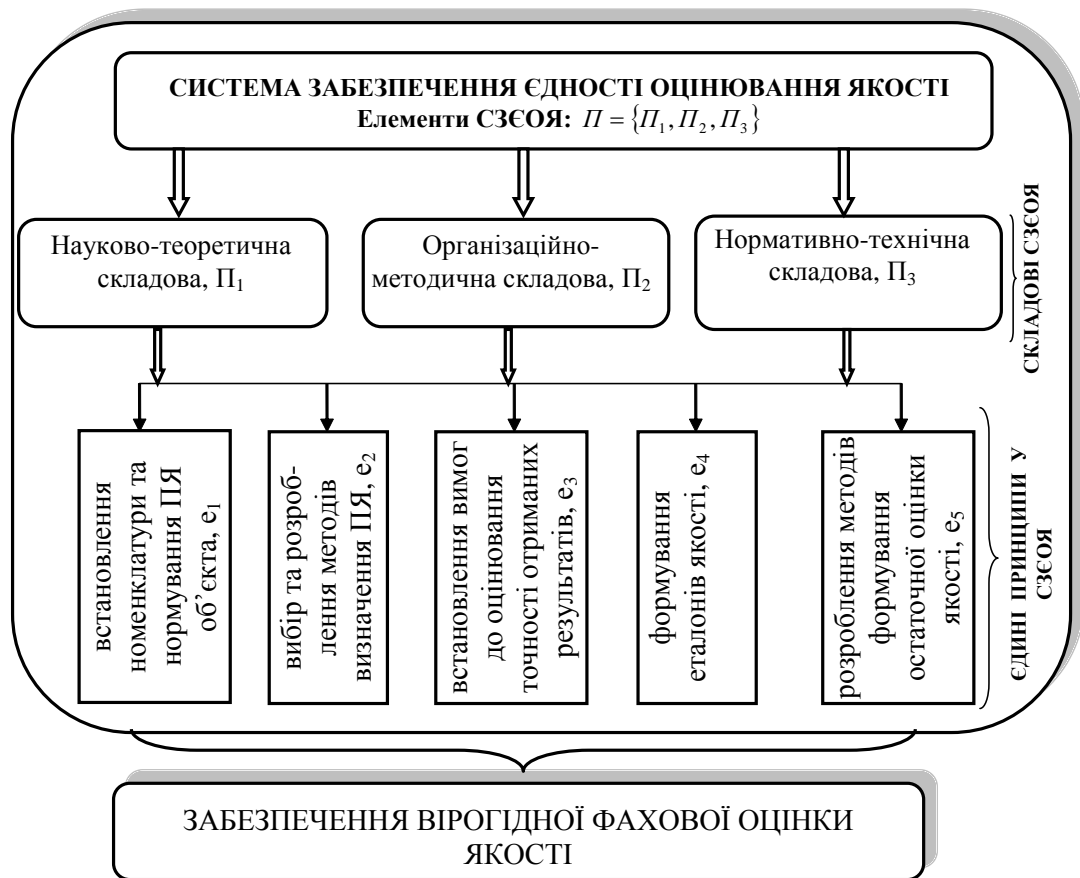


Рисунок 2 - Структура системи забезпечення єдності оцінювання якості

Для функціонування СЗЄОЯ структуровано вимоги щодо формування єдиних підходів до оцінювання якості об'єктів різної природи.

З метою аналізу альтернативних шляхів оцінювання якості проведено дослідження моделей досконалості організацій, на основі якого встановлено:

- фактично всі моделі досконалості придатні для оцінювання діяльності організацій, а вагомість критерію «якість їх продукції та послуг» в цьому процесі є невисокою;

- існує монополія урядових організацій на проведення конкурсу якості, засади якого базуються на використанні моделей досконалості, що унеможливорює об'єктивність формування остаточного результату;

- відсутнє фахове розмежування у підходах до оцінювання різних галузей діяльності.

Для вирішення поставленої мети проаналізовано досвід оцінювання якості на прикладі вітчизняної системи сертифікації та закордонної системи оцінювання якості електронних виробів. Отримані результати дають змогу зробити висновок про необхідність використання нових засад до створення системи забезпечення єдності оцінювання якості об'єктів кваліметрії, які повинні базуватись на системному та фаховому підходах, що забезпечить отримання вірогідної оцінки якості.

Визначено тенденції розвитку оцінювання якості та конкретизовано напрями подальших досліджень роботи, які полягають у розробленні основних складових СЗЄОЯ.

**Другий розділ** присвячений формуванню науково-теоретичної  $P_1$  та організаційно-методичної  $P_2$  складових СЗЄОЯ (рисунок 2).

Для розкриття сутності першої  $P_1$  здійснено аналітичне порівняння комплексного (традиційного в кваліметрії) та системного підходу до оцінювання якості об'єктів (таблиця 1), за результатами якого запропоновано використати для кваліметричних досліджень принципи системології та запровадити поняття «системної кваліметрії», основним постулатом якої є представлення об'єкта оцінювання як цілісної системи, яка характеризується комплексом взаємопов'язаних ПЯ.

Таблиця 1 - Порівняння комплексного та системного підходів

<b>Критерій порівняння</b>	<b>Комплексний підхід</b>	<b>Системний підхід</b>
<b>Об'єкт дослідження</b>	Будь-які об'єкти, явища, процеси, як адитивні комплекси	Будь-які об'єкти, явища, процеси, як цілісна система, що складається з закономірно структурованих та функційно-завершених елементів
<b>Стратегія реалізації цілі</b>	Синтез на основі різних дисциплін (галузей) з подальшим об'єднанням отриманих результатів	Синтез в межах однієї наукової дисципліни (галузі) на рівні нових знань, що мають системотворчий характер (закони, принципи)
<b>Методичний підхід</b>	Адитивне згортання ПЯ	Використання всіх показників, що впливають на якість для кожної конкретної цілі оцінювання з врахуванням їх системної взаємодії
<b>Понятійний апарат</b>	Базовий зразок, норми, диференційний, комплексний, змішаний методи, адитивний підхід	Динаміка розвитку об'єкта як системи, аналітичні залежності, багатокритеріальна оптимізація вибору остаточного рішення

Запропоновано методологію оцінювання якості на основі системного підходу, для реалізації якої сформовано алгоритм (рисунок 3).

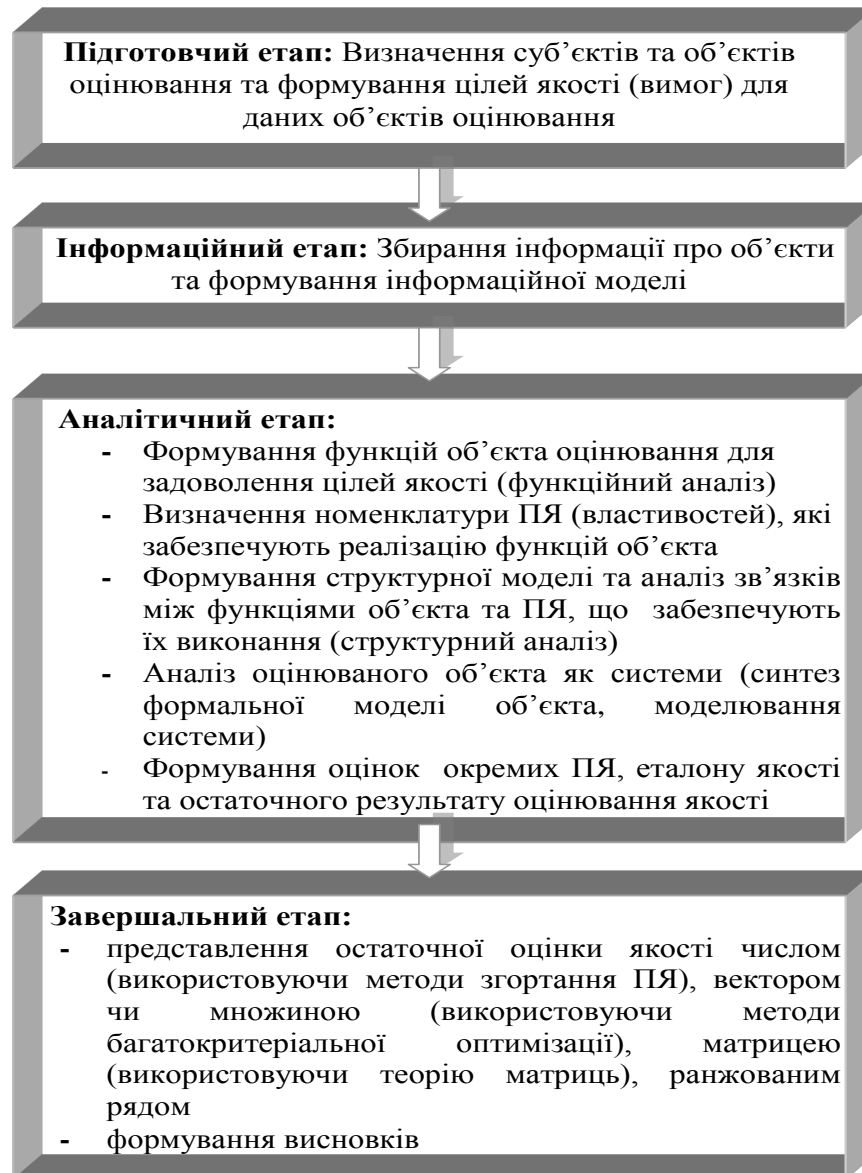


Рисунок 3 - Алгоритм реалізації оцінювання якості на основі системного підходу

Встановлено, що на аналітичному етапі реалізації алгоритму (рисунок 3) визначаються функції об'єкта для задоволення цілей якості та структура ПЯ, які в свою чергу, забезпечують виконання функцій об'єкта. Отже, для оцінювання якості запропоновано концептуальну модель об'єкта кваліметрії як системи, яка представляє собою комплекс взаємопов'язаних ПЯ та функцій об'єкта, останні з яких формуються шляхом використання функційного аналізу та пов'язані з цілями суб'єкта оцінювання (рисунок 4). Класична ж кваліметрія представляє структуру ПЯ у вигляді дерева ПЯ, що потребує присвоєння параметрів вагомості для подальшого згортання ПЯ у один комплексний показник якості. Показано, що сьогодні не існує єдиного підходу до визначення параметрів вагомості. Крім цього, зв'язки між ПЯ не встановлюються, однак при застосуванні запропонованого функційно-цільового

підходу формується система, яка відображає цілісну взаємопов'язану структуру, що є природним для об'єкта оцінювання.

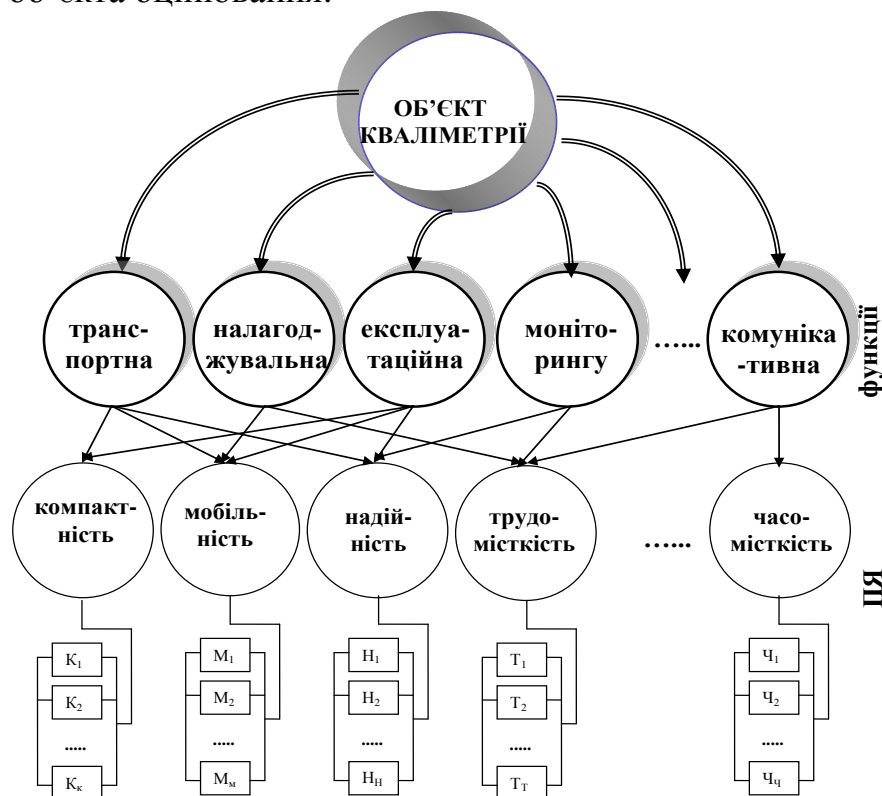


Рисунок 4 - Концептуальна модель оцінювання об'єкта як системи

Аналізуючи рисунок 4, можна зауважити, що різні функції можуть пов'язуватись з одними і тими самими групами ПЯ (групи К, М, Н, Т, Ч формуються за принципом факторного аналізу, а саме: в межах кожної групи ПЯ пов'язані сильними кореляційними зв'язками), тобто одні і ті самі групи ПЯ можуть забезпечувати реалізацію різних функцій. Наприклад, показники надійності забезпечують реалізацію і транспортної, і монтажної, і експлуатаційної, і комунікаційної функцій. Отже, чим більше зв'язків має група ПЯ, тим вона важливіша. Зроблено висновок, що поєднання визначення функційних можливостей та показників якості об'єкта кваліметрії дає можливість не лише формувати оцінку якості, але й комбінувати технічні рішення для забезпечення окремої функції та визначати узгодженість з іншими функціями.

З метою забезпечення єдності формування номенклатури ПЯ в окремих галузях запропоновано створення збалансованої системи показників якості (рисунок 5), яка базується на збалансованій системі цілей якості. Остання будується за принципом розділення зацікавлених осіб на категорії за спільністю їх інтересів відносно якості оцінюваної системи, тобто її використання дозволяє узгодити вимоги усіх зацікавлених сторін під час збалансованого формування відповідей на основні цільові запитання щодо якості, а саме:

- як оцінюють якість споживачі (аспект споживача)?
- які процеси можуть забезпечити продуценту виключні конкурентні переваги та які процеси є критичними (внутрішньо-господарський аспект якості, тобто аспект виробника)?

- як оцінює якість акціонер (аспект ефективності об'єкта, тобто аспект вкладника-акціонера)?

- яким чином можна досягти подальшого поліпшення якості (аспект інновацій та вдосконалення, тобто спільний аспект усіх зацікавлених осіб)?

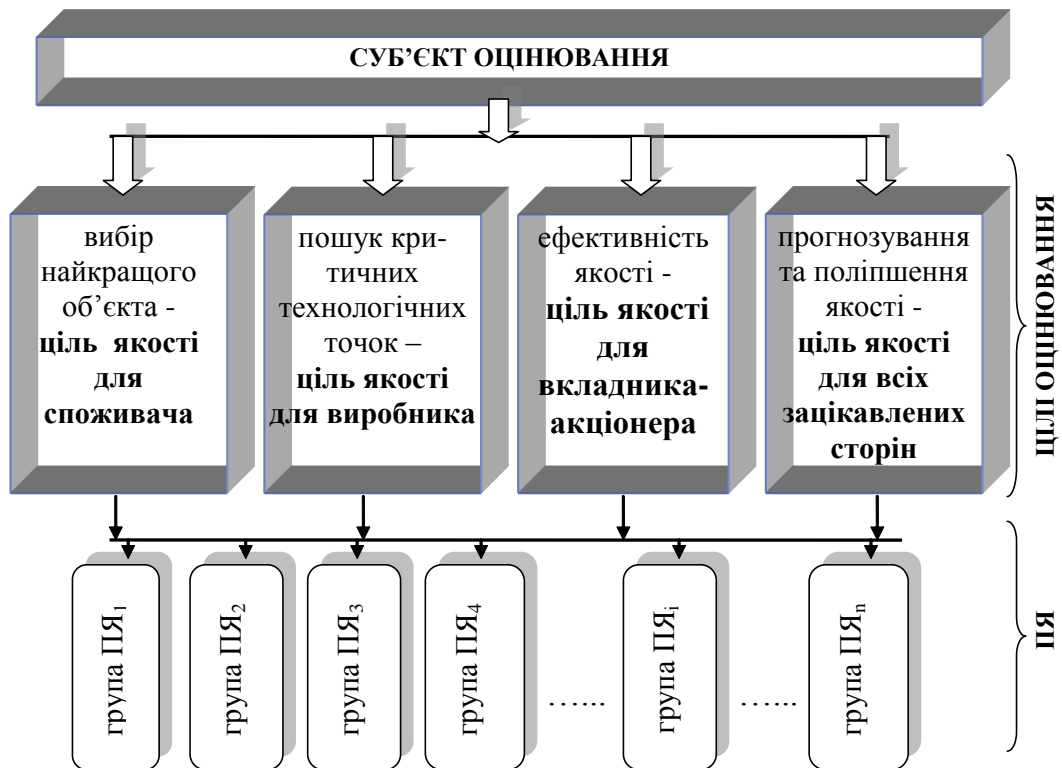


Рисунок 5 - Модель ЗСПЯ на базі збалансованої системи цілей

Розроблено класифікаційні критерії та на їх основі запропоновано класифікації для об'єктів кваліметрії, показників якості, та методів їх визначення та сформовано рекомендації для оптимізування вибору ефективних методів визначення ПЯ в залежності від об'єкта оцінювання.

Запропоновано аналізувати оцінювані об'єкти як системи на предмет дії законів розвитку систем з метою підвищення ефективності процесу формування оцінки якості. Тобто, з позиції закону нерівномірного розвитку запропоновано твердження, що повинно підлягати аналізу для об'єктів кваліметрії, а саме: розвиток елементів та ПЯ системи відбувається нерівномірно; чим складніша система, тим нерівномірніший її розвиток та процес покращання якості цієї системи. Показано, що в процесі кількісного росту в результаті нерівномірного розвитку ПЯ об'єкта як системи виявляються протиріччя. Останні виникають через невідповідність між різними вимогами до об'єкта та обмеженнями, що накладаються на об'єкт законами природи, соціуму, рівнем розвитку науки та техніки. На початковому рівні існування об'єкт має досить високий потенціал та ресурс (точка А на рисунку 6), але в подальшому для будь-якого моменту часу  $\tau > \tau_1$  між вимогами та здатністю об'єкта їх задовольнити з'являється невідповідність  $\alpha$ . Тобто, доведено доцільність створення таких об'єктів, які б мали на момент формування  $\tau_1$  високий «запас якості» (точка В на рисунку 6), а для оцінювання цієї властивості необхідно

запровадити ПЯ - запас якості, що особливо актуально для об'єктів, якість яких швидко прогресує

$$Z_{\text{я}} = \frac{\text{ПЯ}_{\text{оц}}}{\text{ПЯ}_{\text{етал}}} > 1, \quad (7)$$

де  $Z_{\text{я}}$  - запас якості по окремому ПЯ;  $\text{ПЯ}_{\text{оц}}$  - ПЯ оцінюваного об'єкта;  $\text{ПЯ}_{\text{етал}}$  - ПЯ еталону.

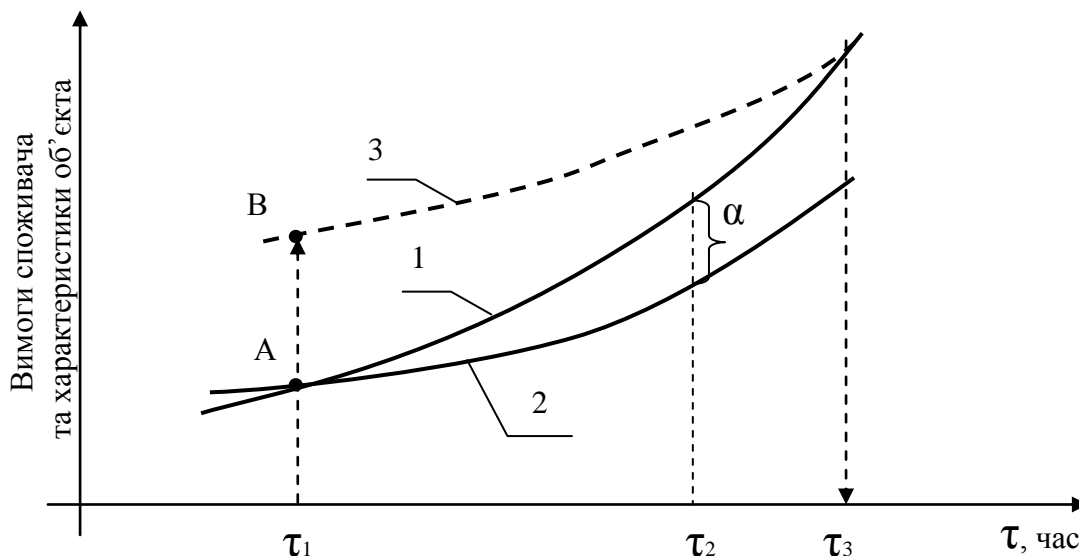


Рисунок 6 - Виникнення невідповідності вимог та характеристик об'єкта в часі: 1 – зростання вимог; 2 – зростання можливостей об'єкта (покращання ПЯ) щодо задоволення потреб; 3 – зростання можливостей за наявності запасу якості

Встановлено, що не менш дієвою є процедура аналізу об'єкта з позиції закону забезпечення динаміки та керованості ним як системою. Для об'єкта кваліметрії запропоновано наступне формулювання закону: з метою підвищення ефективності а, отже, якості жорсткі об'єкти оцінювання як системи повинні ставати динамічними, тобто переходити до гнучкішої структури та функціонування, що швидко адаптуються до змін. Обґрунтовано, що під час подальшого вдосконалення об'єкта як системи важливим є забезпечення його динаміки, а саме: введення додаткових елементів, заміна жорстких на гнучкі, використання спеціальних фізичних, хімічних чи інших ефектів та зворотних зв'язків, інтелектуалізація об'єкта, які сприятимуть ефективному адаптуванню системи до нових вимог якості. Доведено, що застосування в кваліметрії закону забезпечення динаміки дозволить поліпшити процес управління якістю конкретного об'єкта оцінювання. Отже, обґрунтовано доцільність введення у ЗСПЯ показника якості - динаміка якості:

$$D_{\text{я}} = F(I, Z_{\text{зв}}, \Gamma, A), \quad (8)$$

де  $D_{\text{я}}$  - показник динаміки якості об'єкта;  $I$  - ступінь інтелектуалізації, що може бути оцінений як кількість інтелектуальних елементів в оцінюваному об'єкті;  $Z_{\text{зв}}$  - кількість зворотних зв'язків;  $\Gamma$  - кількість гнучких елементів;  $A$  - ступінь адаптованості об'єкта до нових умов застосування.

Важливим для аналітичного етапу (рисунок 3) є моделювання оцінюваної системи, а саме розрахунок групових ПЯ та пошук зв'язків всередині кожної групи. Це передбачає ідентифікацію законів функціонування окремих ПЯ як елементів системи  $S$ , їх взаємодію та визначення відгуків системи як наслідків взаємодії



елементів оцінюваної системи  $S$ . Отже, з метою формалізації пошуку зв'язків між ПЯ статичного об'єкта в межах груп математичну модель можна представити:

$$Y = f(X, V, \Sigma), \quad (9)$$

де  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  - множина змінних, що характеризує сукупність ПЯ - елементів системи;  $n$  - їх кількість;  $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$  - множина змінних, що характеризує вплив зовнішніх факторів на елементи системи;  $m$  - кількість зовнішніх факторів;  $\Sigma = \{\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \dots, \Sigma_i\}$  - множина зв'язків між самими елементами системи та елементами системи і зовнішніми впливами;  $i$  - кількість всіх зв'язків, що утворюють структуру системи  $S$ ;  $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_j\}$  - множина вихідних характеристик оцінюваної системи;  $j$  - кількість вихідних характеристик оцінюваної системи.

Встановлено, що системна кваліметрія, на відміну від класичної, розглядає поділ об'єктів на статичні (9) (де оцінюється якість стану об'єкта в певний момент часу) та динамічні (де оцінюється якість поведінки об'єкта в часі), отже, з метою формалізації пошуку зв'язків між ПЯ динамічного об'єкта в межах груп математична модель матиме вигляд:

$$Y = Y(t) = F(X, V, \Sigma, t), \quad (10)$$

де  $F$  - оператор, що описує закон функціонування системи в часі  $t$  та може задаватися у вигляді функції.

Рекомендовано під час здійснення моделювання застосовувати наступні математичні схеми, а саме: для моделювання статичних об'єктів (якості стану системи) – регресійний апарат, для моделювання динамічних об'єктів (якості поведінки системи) – диференційне числення.

Доведено, що форма представлення остаточної оцінки якості значною мірою залежить від головних цілей оцінювання якості, які в роботі були згруповані за принципом збалансованого узгодження інтересів усіх потенційних суб'єктів оцінювання. Отже, для формування остаточної оцінки якості запропоновано систему (рисунок 7), яка передбачає можливість комбінування форм її представлення для забезпечення необхідного ступеня інформативності результату оцінювання якості. Тобто, для споживача рекомендовано остаточно оцінку якості представляти окремим числом (рисунок 7), а саме: системним показником якості  $ПЯ_s$ . Проте не завжди така форма є достатньо інформативною. Тому для порівняння кількох об'єктів одночасно доцільно застосувати рейтинговий підхід. Формування оцінки якості у вигляді множини  $Q$  груп ПЯ чи матриці  $M_{ня}$ , в якій кожна група ПЯ представлена у розгорнутому вигляді, є найактуальнішим для виробника, оскільки для нього важливо оцінювати якість з погляду пошуку критичних точок технологічного процесу її створення. Морфологічний опис може стати ефективним як для акціонерів, так і для інших зацікавлених сторін.

Зроблено висновок про те, що важливою процедурою під час оцінювання якості є формування градацій якості. Адже останні можуть бути представлені більшою чи меншою кількістю градацій  $K_{град}$ . Встановлено, що основною умовою правильності проходження цієї процедури є забезпечення умови розрізнення градацій. З метою забезпечення її виконання запропоновано застосувати у фаховій системній кваліметрії метрологічний підхід, а саме ввести критерій:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{2\Delta} \geq K_{град}, \quad (11)$$

де  $x_1$  та  $x_2$  - нижня та верхня межа діапазону величини  $x$ , що є прототипом діапазону оцінки якості;  $\Delta$  - похибка визначення  $x$ .

Якщо кількість встановлених градацій  $K_{град}$  менше або дорівнює розрахованому значенню  $R$ , то кількість градацій встановлено правильно, у протилежному випадку необхідно здійснити укрупнення градацій.

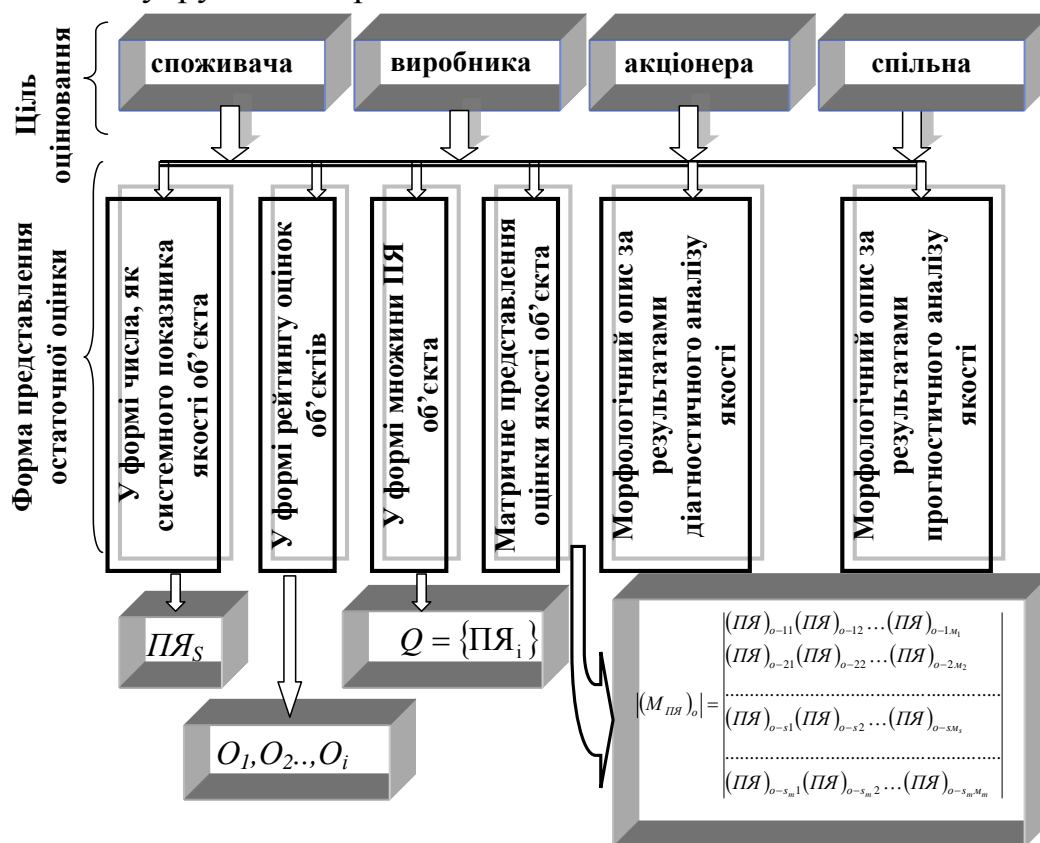


Рисунок 7 - Система представлення остаточної оцінки якості об'єктів кваліметрії

Організаційно-методична складова  $П_2$  СЗЄОЯ в роботі представлена заходами модернізації системи технічного регулювання, метою функціонування якої є захист життя та здоров'я, охорони довкілля, запобігання недобросовісній практиці, тобто досягнення належної якості об'єктів різної природи. Доведено, що ефективність цієї системи повинна забезпечуватись наявністю інфраструктури якості, до якої належать стандартизація, метрологія, оцінювання відповідності, акредитація, ринковий нагляд, захист прав споживачів та оцінювання якості.

За результатами аналітичного дослідження підходів до побудови СТР встановлено, що з метою забезпечення єдності оцінювання якості в окремих галузях діяльності процес формування об'єктивної оцінки якості доцільно реалізовувати лише на базі децентралізованої системи технічного регулювання з врахуванням професійних інтересів суб'єктів аналізування. Тобто інфраструктура якості має базуватись на фаховому структуруванні СТР. Останнє дасть можливість заявити додаткові переваги об'єкта в порівнянні з іншими однотипними об'єктами того самого призначення, що є важливим під час здійснення вибору товару споживачем в

умовах великого різноманіття виробників, які сертифікували свою продукцію та системи управління якістю. Показано, що наявність сертифікату відповідності - це ще не оцінка його якості, а лише підтвердження того, що продукція чи послуга відповідає встановленим вимогам конкретного нормативного документу.

Доведено, що створення елементів інфраструктури якості за фаховим принципом в законодавчо-нерегульованій сфері сприятиме підвищенню власної впевненості керівництва організації-продуцента продукції чи послуг в їх якості. Обґрунтовано, що важливим для споживача, виробника та інших зацікавлених сторін є обізнаність у рейтингах оцінок однотипної продукції та послуг, тобто в результатах оцінювання їх якості. З цією метою запропоновано оптимізувати систему технічного регулювання шляхом її доповнення елементом «фахові системи оцінювання якості», що є логічним для ІЯ (рисунок 8).



Рисунок 8 - Оптимізована інфраструктура якості

Отже, запропоновано взаємопогоджене паралельне функціонування елементів ІЯ, що знаходяться як у сфері впливу урядових установ, так і фахових об'єднань (рисунок 8), які непрямо погоджують свої функції з урядом.

Запропоновано поняття «фахова кваліметрія», застосування якої забезпечить єдність математичного та технічного інструментарію оцінювання якості в тій чи іншій галузі (медична кваліметрія, освітня кваліметрія, харчова кваліметрія, кваліметрія довкілля та інше).

Зроблено висновок про необхідність запровадження у стандартах серії ISO 9000 поняття «оцінювання якості», що забезпечило б можливість системам управління якістю здійснювати самооцінювання з метою моніторингу якості функціонування системи.

На основі аналізу загальної мети та завдань ФСОЯ, використання методів системного аналізу запропоновано концептуальну модель функціонування ФСОЯ (рисунок 9). З метою формалізації критерію ефективності ФСОЯ її модель представлено у вигляді процесу управління зі зворотнім коригувальним зв'язком для отримання додаткової інформації, уточнення даних, проведення додаткових випробувань.

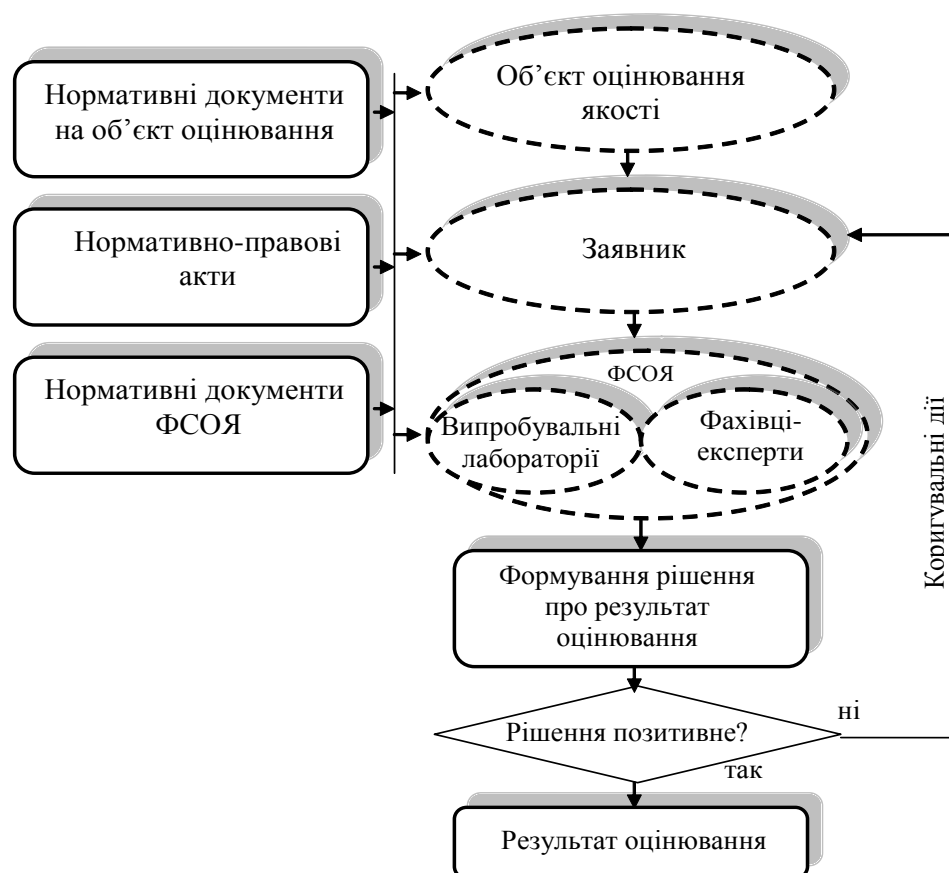


Рисунок 9 - Концептуальна модель функціонування ФСОЯ

Сформульовано критерій ефективності ФСОЯ, а саме: необхідно вибрати параметри системи таким чином, щоб вони досягали оптимального значення при мінімумі витрат  $B$  на створення та функціонування ФСОЯ

$$X_i^{opt} = \overline{0,6} \approx \text{ФСОЯ} = \min B_{\text{ФСОЯ}}(X_0, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, P_0, P_0', P_1, P_1', t) \quad (12)$$

$$\text{при} \quad \begin{aligned} P_0 &> P_0', \\ P_1 &> P_1', \end{aligned}$$

де  $X_0$  - множина параметрів, що встановлюють взаємодію між елементами ФСОЯ, в тому числі (фахівцями-експертами з якості в даній сфері, випробувальними лабораторіями, органами оцінювання якості, об'єктами оцінювання);  $X_1$  - сукупність параметрів, що характеризують організаційні характеристики ФСОЯ;  $X_2$  - множина технічних параметрів ФСОЯ;  $X_3$  - параметри, що характеризують методичні засади ФСОЯ;  $X_4$  - сукупність економічних характеристик;  $X_5$  - сукупність показників об'єкта оцінювання;  $X_6$  - показники нормативних документів системи;  $P_0$  - ймовірність того, що мета ФСОЯ досягнута та прийнято відповідне рішення;  $P_0'$  - задане значення ймовірності того, що мета досягнута та оцінка якості сформована;

$P_1, P'_1$  - фактичне та задане значення ймовірності відповідності ФСОЯ вимогам законодавчих, нормативно-правових та нормативних документів;  $t$  - час (період) моделювання.

Доведено, що успішне функціонування ФСОЯ повинне забезпечуватись впровадженням сучасних управлінських моделей, спрямованих на забезпечення гарантій виконання вимог споживачів і досягнення на цій основі сталого розвитку ФСОЯ, сутність якого полягає у встановленні балансу між задоволеністю сучасних потреб і захистом інтересів майбутнього. Показано, що для органічного інтегрування ФСОЯ в загальну ІЯ виникає необхідність узгодження їх принципів існування, що є дуже важливим для розвитку ФСОЯ в період швидких змін вимог до якості.

Розроблено метод, на базі якого сформовано методика оцінювання сталого розвитку ФСОЯ. Сутність реалізації методу передбачає моделювання сталого розвитку ФСОЯ, для якого запропоновано використати інформаційний підхід. З метою застосування останнього доведена необхідність формування інформаційної бази, для створення якої сформульовано основні критерії, а саме: керованість та можливість систематизування її показників. Для оцінювання ступеня сталого розвитку ФСОЯ (ступеня різноманіття управлінських рішень в межах ФСОЯ) запропоновано показник  $\Pi_{inf}$ :

$$\Pi_{inf} = -\sum_{j=1}^K P_j \cdot \log_2 P_j = -\sum_{j=1}^K \frac{n_j}{N} \cdot \log_2 \frac{n_j}{N}, \quad (13)$$

де  $P_j = \frac{n_j}{N}$  - ймовірність  $j$ -ого стану ФСОЯ, що дорівнює відношенню кількості методів модернізацій  $n$  в  $j$ -ому пріоритетному напрямі розвитку ФСОЯ до загальної кількості  $N$  можливих методів вдосконалення в межах даної ФСОЯ;  $K$  - кількість пріоритетних напрямів (цільових функцій) розвитку ФСОЯ.

Встановлено умови зміни значень показника  $\Pi_{inf}$ , а саме:

- якщо  $n_j = N$  і  $P_j = \frac{n_j}{N} = 1$ , то показник  $\Pi_{inf} = 0$ . Це означає, що в даному випадку для досягнення цільової функції використовується обмежена кількість управлінських рішень в межах одного напрямку розвитку цільової функції ФСОЯ;

- якщо  $0 < P_j < 1$ , то величина  $\Pi_{inf}$  набуватиме значень, що перевищують нуль і зростатиме зі збільшенням різноманіття напрямів розвитку ФСОЯ. Показник  $\Pi_{inf}$  набуватиме максимального значення в тому випадку, якщо всі ймовірності рівні між собою.

Отже, підвищувати показник  $\Pi_{inf}$  можна або шляхом збільшення різноманіття напрямів розвитку ФСОЯ та підвищенням її стійкості, або шляхом збільшення різноманіття методів модернізації системи в межах різноманіття її напрямів розвитку. Значення  $0 < \Pi_{inf} < 1$  свідчить про сталий розвиток ФСОЯ.

Доведено, що реалізація інформаційного підходу повинна враховувати коефіцієнт стохастичності  $G$ :

$$G = \frac{P_{min}}{P_{max} - P_{min}}, \quad (14)$$

де  $P_{\max} = \max \{P_j\}$ ,  $P_{\min} = \min \{P_j\}$  - відповідно максимальне та мінімальне значення ймовірності стану ФСОЯ.

Обґрунтовано, що крайні значення коефіцієнта  $G$  призведуть або до абсолютної детермінованості (а отже, в кінцевому результаті до виродження), або до максимальної стохастичності ФСОЯ. Справді, якщо інформація про різноманіття пріоритетних напрямів розвитку ФСОЯ та її складових є повністю детермінованою, тобто існує, наприклад, один напрям її розвитку, то  $P_{\max} = 1$ ,  $P_{\min} = 0$  і  $G=0$ . Якщо  $P_{\max} = P_{\min}$ , то коефіцієнт стохастичності в цьому випадку прямуватиме до нескінченності  $G \rightarrow \infty$ , тобто ФСОЯ деградуватиме. Встановлено, що збільшення значення параметра  $\Pi_{\text{инф}}$ , а отже, і постачання системи інформацією, повинно відбуватися, насамперед, шляхом збільшення різноманіття пріоритетних напрямів (цільових функцій) розвитку ФСОЯ. Після того, як даний напрям розвитку буде вичерпано, подальше зростання показника  $\Pi_{\text{инф}}$  має бути досягнуте збільшенням кількості методів досягнення цілей.

**Третій розділ** стосується розвитку нормативно-технічної складової  $\Pi_3$  СЗЄОЯ (рисунок 2) на прикладі органічного виробництва, для розкриття сутності якої запропоновано структуру заходів (рисунок 10).

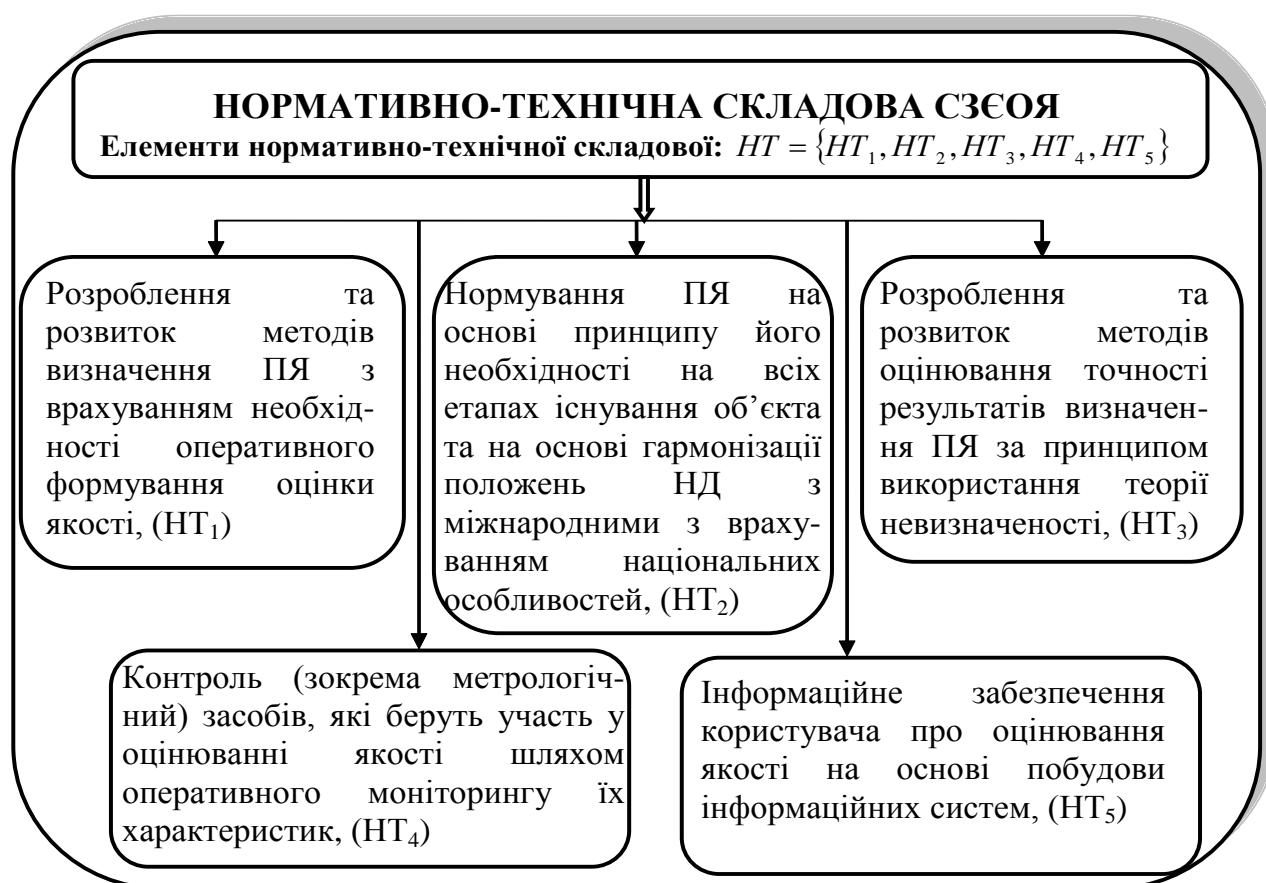


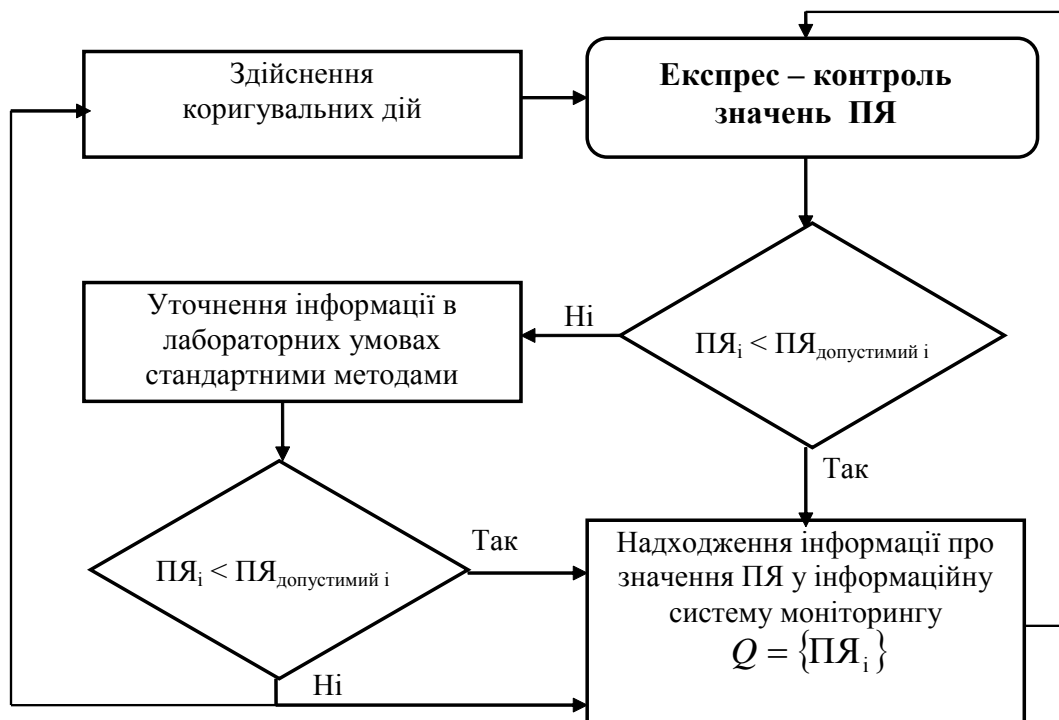
Рисунок 10 - Структура нормативно-технічної складової СЗЄОЯ

З метою формалізації процедури оптимізування структури (рисунок 10) та її функцій запропоновано математичну модель:

$$M_{\Pi_3} \Rightarrow \begin{cases} Q = Q(HT, K, ZB_{nl}) \\ A^{opt} = \min W \rightarrow \max S \\ v_i(HT_i) - \text{важливість елемента } HT_i \\ s_i(HT_i) - \text{ступінь реалізації елемента } HT_i \\ w_i(HT_i) - \text{витрати на реалізацію кожного елемента } HT_i \\ v_i \in V, i = \overline{1, n_v}; s_i \in S, i = \overline{1, n_s}; \\ w_i \in W, i = \overline{1, n_w} \end{cases} \quad (15)$$

де  $A^{opt}$  - критерій ефективності підсистеми  $\Pi_3$ ;  $Q(HT, K, ZB)$  - оператор;  $HT$  - множина складових підсистеми  $\Pi_3$ ;  $K$  - множина зв'язків складових підсистеми  $\Pi_3$ ;  $ZB_{nl}$  - множина зовнішніх впливів, зумовлених, насамперед, дією підсистем  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$ ;  $v_i \in V, i = \overline{1, n_v}; s_i \in S, i = \overline{1, n_s}, w_i \in W, i = \overline{1, n_w}$  - область існування відповідних параметрів моделі.

Обґрунтовано, що основною вимогою виробництва органічної продукції є забезпечення екологічно-чистої сировини, що зростає на екологічно-чистих ґрунтах. Зроблено висновок про те, що в сучасних умовах необхідно оперативно визначати ПЯ ( $HT_i$  на рисунку 10), отже, для оцінювання якості органічного виробництва запропоновано концепцію експрес-контролю його ПЯ (рисунк 11). Встановлено, що, насамперед, необхідно здійснювати оперативний контроль ПЯ найважливіших елементів органічного виробництва (ґрунту та води), а потім вже готової органічної продукції, найвагомішими серед яких є показники складу.



Рисунк 11 - Алгоритм реалізації концепції експрес-контролю ПЯ для оперативного забезпечення роботи інформаційної системи моніторингу якості

Сформульовано основні переваги запропонованої концепції експрес-контролю ПЯ органічного виробництва, а саме: можливість для формування інформаційної

моделі стану ґрунтів; створення бази даних різних типів ґрунтів та їх забруднень за територіальним принципом; забезпечення єдності оцінювання якості ґрунтів; забезпечення можливості управління ґрунтами і здійснення сертифікації земель та нагляду за сертифікованими ґрунтами; вдосконалення процесу збирання інформації (зменшення довготривалості, трудомісткості та коштовності аналізу) про характеристики ґрунтів через впровадження експрес-методів контролю. Розвиток останніх представлено дослідженнями перспективного електричного адмітансного методу.

За результатами експериментальних досліджень параметрів ємнісних первинних перетворювачів на предмет часової стабільності їх характеристик та ефективності матеріалу, з якого вони виготовлені, підтверджено, що найкраще зарекомендували себе електрохімічні комірки з платиновими електродами та електродами з нержавіючої сталі, оскільки вони є хімічно стійкими до зовнішніх впливів. Під час досліджень впливу рівня тестового сигналу напруги на значення адмітансу, отриманих для первинних перетворювачів ємнісного типу з електродами, виготовленими з різних матеріалів, суттєвих особливостей не виявлено.

Встановлено, що за значенням частоти екстремуму реактивної складової адмітансу можна оцінювати тип забруднювачів ґрунтів та водних середовищ. Запропоновано для різних видів ґрунтів здійснювати адмітансне картографування на основі побудови типових для них адмітансограм.

За результатами експериментальних досліджень запропоновано метод визначення важливого ПЯ ґрунтів (показника складу), а саме: загальної концентрації солей, де інформативним параметром є значення частоти екстремумів реактивної складової адмітансу. Реалізація методу полягає у визначенні електропровідності розчину під дією тестового сигналу змінного струму; встановленні на основі частотної залежності реактивної складової адмітансу  $B$  від значень концентрацій калібрувальних розчинів (рисунок 12а) калібрувальної залежності «частота екстремуму реактивної складової адмітансу – концентрація» калібрувальних розчинів (рисунок 12б); фіксуванні екстремального значення реактивної складової провідності  $B$  досліджуваного розчину під час зміни частоти тестового сигналу; визначенні значення частоти тестового сигналу у цій точці та здійсненні порівняння з калібрувальними залежностями, на основі чого визначенні вмісту солей у досліджуваному об'єкті.

Сформульовано переваги пропонованого методу над стандартизованим кондуктометричним методом (де інформативним параметром є значення провідності), які полягають у інваріантності інформативного параметру до зовнішніх впливних факторів (температури; неінформативних провідностей, пов'язаних з конструкцією сенсора); у забезпеченні вищої у 1,6 разів чутливості інформативного параметру до зміни концентрації, ніж у провідності; у можливості оперативного контролю водних середовищ та ґрунтів; забезпеченні більш, ніж удвічі, вищої точності в порівнянні зі стандартизованим методом (таблиця 2). Розроблено методику розрахунку невизначеності реалізації запропонованого методу, на основі якої сформовано бюджет невизначеності (таблиця 2).



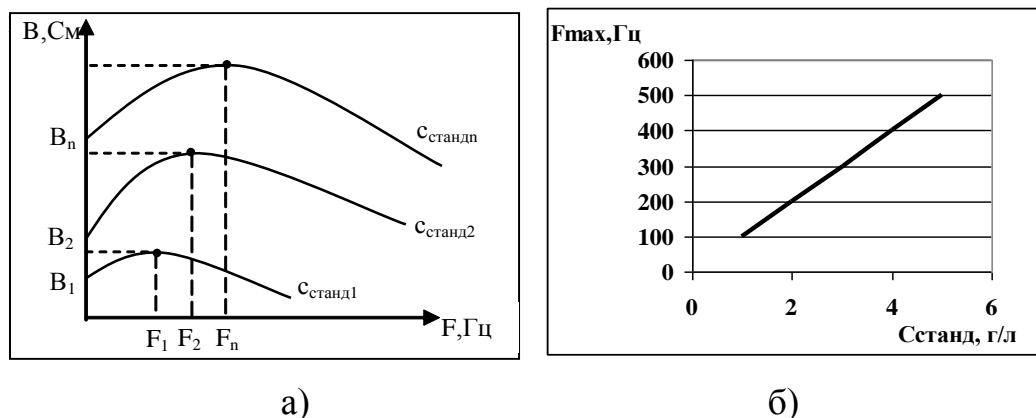


Рисунок 12 - Формування калібрувальної залежності для реалізації запропонованого методу: а) частотна залежність реактивної складової адмітансу  $B$  від значень концентрацій калібрувальних розчинів; б) калібрувальна залежність значення частоти екстремумів реактивної складової адмітансу  $B$  від значень концентрацій  $C_{станд}$  калібрувальних розчинів

Таблиця 2 - Бюджет невизначеності реалізації запропонованого методу

Вхідна величина	Значення оцінки величини	$\pm\Delta$	Тип невизначеності	Тип розподілу ймовірності	Відносна стандартна невизначеність $u$ , %
Етап підготування об'єкта до аналізу					
Маса проби, г	20	0,01	B	Прямокутний	0,03
Об'єм проби, $см^3$	100	1,25	B	Прямокутний	0,72
Температура проби, $^{\circ}C$	20	0,1	B	Прямокутний	0,29
Час струшування, с	30	0,3	B	Прямокутний	0,58
Приготування калібрувальних розчинів концентрації $C_{станд i}$					
Об'єм калібрувального розчину, $дм^3$	1,0	0,0008	B	Прямокутний	$4,62 \cdot 10^{-2}$
Кількість речовини, моль	0,1	$5 \cdot 10^{-5}$	B	Прямокутний	$2,89 \cdot 10^{-2}$
Масова частка	0,99	0,01	B	Прямокутний	$5,77 \cdot 10^{-1}$
Процедура калібрування та визначення значення частоти екстремуму реактивної складової адмітансу $F_{max}$					
Пік-детектор, Гц		0,005	B	Прямокутний	0,0029
Частота екстремумів реактивної складової адмітансу, Гц			A	Нормальний	0,151
Сумарна невизначеність реалізації методу					1,7
Розширена невизначеність реалізації методу					2,8

Здійснено математичне моделювання залежності сигналу відгуку (реактивної складової адмітансу) досліджуваної системи адмітансного контролю від її параметрів (концентрації досліджуваного об'єкта, його температури і частоти тестового сигналу). При цьому виявлено низку особливостей та доведено доцільність використання отриманих математичних моделей для опису, дослідження та прогнозування поведінки оцінюваного об'єкта в заданих умовах. Планування експерименту проводилось відповідно до несиметричного плану, на основі чого синтезовано моделі у вигляді поліному:

$$Y = \sum_{j_1=0}^{n_1} \sum_{j_2=0}^{n_2} \dots \sum_{j_k=0}^{n_k} a_{j_1, j_2, \dots, j_k} \cdot C^{j_1} \cdot F^{j_2} \cdot T^{j_3}, \quad (16)$$

де  $C$  - концентрація об'єкта;  $F$  - частота тестового сигналу;  $T$  - температура об'єкта.

З метою підвищення ефективності аналізування результатів моделювання запропоновано методику побудови частинних перерізів, сутність якої полягає у представленні відгуків  $y_i(x_i)$  системи, як залежності від зміни одного чи двох параметрів  $x_i = \text{var}$  за сталих значень решти  $x_j = \text{const}, j \neq i$ . Цей підхід дає можливість графічно візуалізувати результати моделювання та оптимізувати процес їх аналітичного дослідження.

Синтезовано залежність сигналу відгуку системи «об'єкт контролю - первинний перетворювач» від концентрації розчину (на прикладі солі NaCl) та частоти тестового сигналу для фіксованого значення температури (рисунок 13), тобто для моделі з параметрами  $X = \{\lg F, C_i\}$ :

$$\begin{aligned} B(\lg F, C) = & 0.008685 - 0.00911005 \cdot \lg F - 0.00547534 \cdot C + 0.00756387 \cdot \lg F \cdot C + \\ & + 0.00261710 \cdot (\lg F)^2 + 0.000221729 \cdot (\lg F)^3 \cdot C - 0.0024382 \cdot (\lg F)^2 \cdot C + \\ & + 0.00008108 \cdot (\lg F) \cdot C^2 - 0.000228147 \cdot (\lg F)^3 - 0.0000027318 \cdot (\lg F)^3 \cdot C^2 \end{aligned}, \quad (17)$$

де  $B$  - реактивна складова адмітансу.

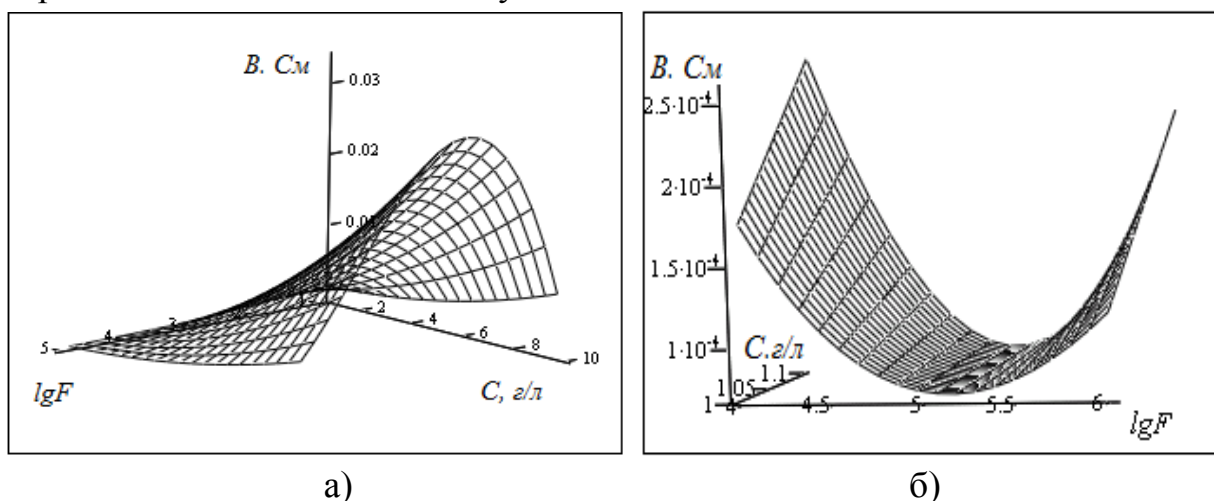


Рисунок 13 - Відображення поверхні відгуків системи: а) побудоване у діапазоні значень параметрів  $C=(1\div 9)$  г/л,  $F=(10\div 100)$  кГц, на підставі яких була побудована математична модель (17); б) у діапазоні  $C=(1\div 3)$  г/л,  $F=(10\div 1000)$  кГц, побудоване на підставі моделі (17)

Отримано математичний вираз для залежності відгуків системи від частоти сигналів і температури розчину (на прикладі солі NaCl) для фіксованих значень концентрації розчину солі (рисунок 14), тобто для моделі з параметрами  $X = \{\lg F_i, T_i\}$ :

$$B(\lg F, T) = -0,012230053 + 0,01557466 \cdot \lg F + 0,0000730388 \cdot T - 0,00002779 \cdot \lg F \cdot T - 0,00615844 \cdot (\lg F)^2 + 0,0000026712 \cdot (\lg F)^2 \cdot T + 0,00084922 \cdot (\lg F)^3 - 0,000005704 \cdot (\lg F)^5 \quad (18)$$

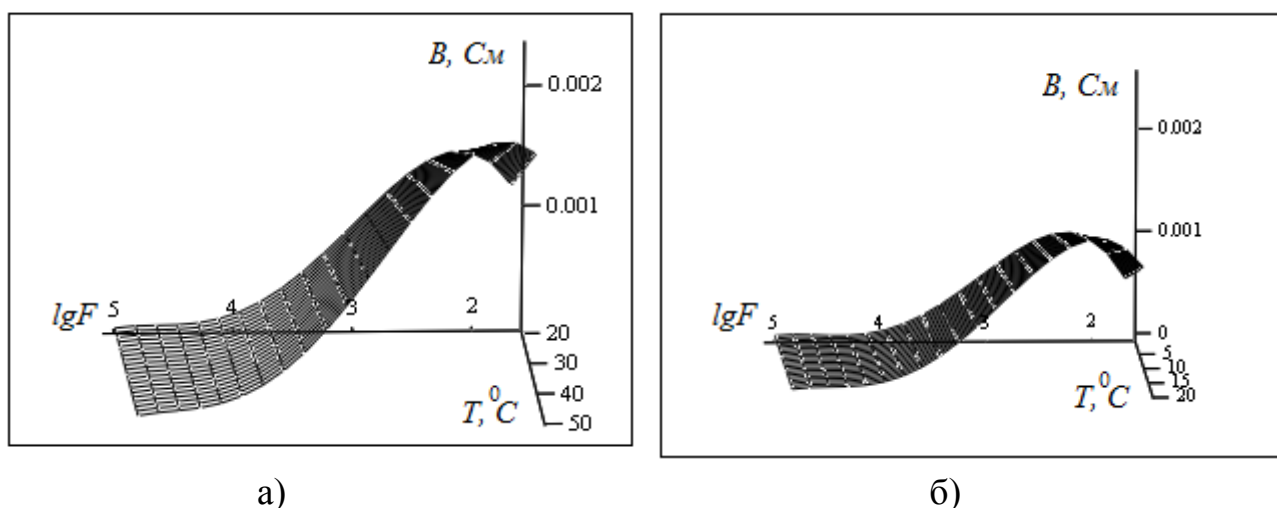


Рисунок 14 - Поверхня відгуків системи: а) побудована у діапазоні значень параметрів  $T=(20\div 50)$  °C,  $F=(0,05\div 100)$  кГц, на основі яких була побудована математична модель (18); б) побудована у діапазоні  $T=(0\div 20)$  °C,  $F=(0,05\div 100)$  кГц на основі значень моделі (18)

Обґрунтовано, що отримані аналітичні вирази можна використати для налагодження та градування вимірювальних приладів. Здійснено дослідження електрохімічних ефектів у водних системах під дією ззовні прикладеного гармонічного сигналу та обґрунтовано їх використання під час оцінювання ПЯ.

Досліджено можливості використання рентгенофлуоресцентного методу для забезпечення інформаційної системи моніторингу якості оперативними даними про показники якості, що визначаються за оптичними параметрами.

**У четвертому розділі** здійснено подальше формування нормативно-технічної складової системи забезпечення єдності оцінювання якості на прикладі готової органічної продукції. Для цього досліджено проблематику нормування її показників якості. На основі аналізу літературних джерел та нормативної бази встановлено, що для готової органічної продукції не існує нормованих показників якості, а лише для етапу її виробництва, що суперечить принципам формування нормативно-технічної складової СЗЄОЯ ( $HT_2$  на рисунку 10). Оскільки ПЯ готової органічної продукції є чимало і дослідити їх в межах однієї роботи складно, було прийнято рішення вибрати серед них найважливіші з погляду безпеки, а саме: вміст шкідливих речовин - важких металів, таких як мідь, цинк, кадмій та свинець, що за ступенем впливу на живі організми віднесені до класу високотоксичних речовин і присутність їх в організмі не має перевищувати тисячних часток відсотка.

За результатами експериментальних досліджень вмісту важких металів у хлібних виробках, встановлено, що нормування показників складу щодо вмісту важких металів для органічної продукції необхідно здійснювати не за гранично-допустимими концентраціями (ГДК), оскільки і для органічної, і для якісної неорганічної продукції фактичні значення цих показників якості є і повинні бути меншими за ГДК, але для органічної продукції вони мають бути набагато меншими. Отже, для того щоб відрізнити органічну продукцію від неорганічної запропоновано ввести для нормування ПЯ органічної продукції термін «екологічно допустима концентрація» (ЕДК). ЕДК - це концентрація шкідливих речовин, яка повинна відповідати їх фоновим (природним) концентраціям, які є набагато меншими за ГДК. На основі експериментів зроблено висновок, що фактичні значення вмісту важких металів у органічній продукції відрізняються від ГДК у кілька разів. Запропоновано визначення ЕДК, як добутку ГДК на коефіцієнт  $K$ , який показує у скільки разів фактичне (природне) значення концентрації визначальних елементів є меншим за ГДК (таблиця 3).

Таблиця 3 – Рекомендації щодо нормування ЕДК важких металів в органічній хлібній продукції

Назви елементів	ГДК	Фактичні значення концентрації	ЕДК= $K * ГДК$
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

Обґрунтовано запровадження принципу територіальності під час формування значень ЕДК для органічної продукції в масштабах країни, що забезпечить ефективність нормування ПЯ для такої продукції.

Оскільки велику групу небезпечних для здоров'я чинників складають штучні харчові добавки, вміст яких у органічній продукції є заборонений, в роботі представлено дослідження способів їх ідентифікації. На основі експериментальних досліджень адмітансу запропоновано метод експрес-виявлення харчової добавки - аспартаму на базі вимірювання активної складової адмітансу  $G$  (рисунок 15).

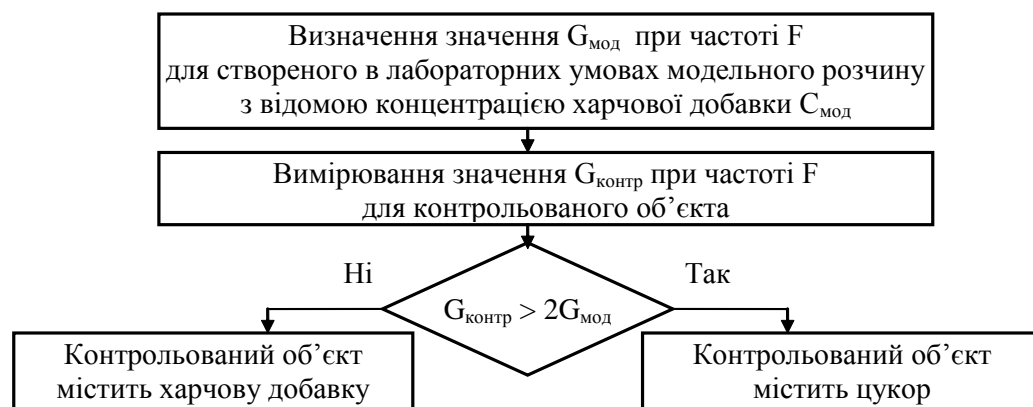


Рисунок 15 - Алгоритм реалізації методу виявлення харчової добавки – аспартаму (цукрозамінника) у фруктових напоях

Досліджено перспективи застосування вихорострумowego методу для контролю засобів температурної діагностики, що є особливо важливим при оперативному забезпеченні необхідних технологічних режимів під час виробництва органічної продукції.

Для органічної продукції здійснено практичну реалізацію концепції системного та фахового підходу до оцінювання якості, а саме: запропоновано модель фахової системи оцінювання та методика системного оцінювання якості органічної продукції.

**П'ятий розділ** присвячено прикладним аспектам забезпечення єдності оцінювання якості, які практично розкривають елементи СЗСОЯ. Одним з найвагоміших серед них є оцінювання точності результатів визначення ПЯ ( $HT_3$  на рисунку 10).

Оскільки велика частка визначень ПЯ у ФСОЯ (в тому числі і для ФСОЯ органічної продукції) повинна здійснюватись експертними методами, то для забезпечення єдності «експертних вимірювань» в роботі запропоновано метод, на основі якого розроблено методику розрахунку невизначеності результатів експертних досліджень. Для реалізації методу було проаналізовано джерела невизначеності експертного оцінювання та встановлено, що їх слід розглядати в трьох напрямках, а саме: недосконалість експертів, невірний вибір кількості експертів та невідповідні умови експертизи (рисунк 16).

Складову сумарної невизначеності, пов'язану з недосконалістю експертів, запропоновано визначати за типом А. Тобто експерти розглядаються як аналогія до засобів вимірювальної техніки, якими здійснюється нерівноточні багаторазові спостереження за одним і тим самим об'єктом оцінювання якості. Тоді невизначеність за типом А для  $i$ -того об'єкта оцінювання рахуватиметься згідно з формулою:

$$u_{Ai} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{K_{\text{експерт}}} \sum_{i=1}^n (Q_j \cdot (x_{ji} - \bar{x}_i)^2)}{Q \cdot (K_{\text{експерт}} - 1)}}, \quad (19)$$

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^{K_{\text{експерт}}} \sum_{i=1}^n (Q_j \cdot x_{ji})}{Q}, \quad (20)$$

$$Q = \sum_{j=1}^{K_{\text{експерт}}} Q_j, \quad (21)$$

де  $x_j$  - результат експертного оцінювання, тобто експертна оцінка  $j$ -того експерта для  $i$ -того об'єкта;  $\bar{x}_i$  - середнє арифметичне експертних оцінок для всіх  $K_{\text{експерт}}$  експертів для  $i$ -того об'єкта;  $Q_j$  - ступінь досконалості кожного  $j$ -того експерта (рисунк 16).

Відповідно, стандартна невизначеність для всіх оцінюваних об'єктів експертною групою обчислюватиметься як:

$$u_A = \frac{\sum_{i=1}^n u_{A_i}}{n}, \quad (22)$$

де  $n$  - кількість оцінюваних об'єктів експертною групою.



Рисунок 16 – Джерела невизначеності експертного оцінювання

Для обчислення складової сумарної невизначеності за типом В, джерелом якої є невірний вибір кількості експертів, в роботі розраховано значення похибок для різної кількості експертів  $K_{експерт}$  та довірчої ймовірності експертної оцінки на основі положень теорії ймовірності.

Оскільки для параметрів, які характеризують умови проведення експертизи, існують нормативні документи, де вказані нормовані показники та їх похибки, то для визначення складової сумарної невизначеності, джерелом якої є невідповідні умови проведення експертизи (рисунок 16), рекомендовано також застосувати невизначеність типу В.

Вираз для обчислення сумарної стандартної невизначеності експертного оцінювання за умови некорельованості її складових матиме вид:

$$u_C = \sqrt{u_A^2(Q) + u_B^2(K_{експерт}) + u_B^2(U_{експерт})}. \quad (23)$$

З метою атестації фахівців-експертів з оцінювання якості запропоновано номенклатуру та значення їх показників якості, нормовані шляхом встановлення

нижньої межі допустимого значення (таблиця 4), застосування яких уможливило створення бази для атестації аудиторів з якості у фахових системах оцінювання якості.

Таблиця 4 - Рекомендації щодо нормування показників якості фахівців-експертів з оцінювання якості

Тип нормування Назва показника	Нижня межа допустимого значення
<b>Показник компетентності</b> , обчислений за результатами: самоцінювання $Q_{сам}$ , взаємного оцінювання $Q_{вз}$ , документального оцінювання $Q_{до}$ , експериментального тестування $Q_{кк}$	по 3 бали
<b>Показник зацікавленості</b> , обчислений за результатами оцінювання організаторами експертизи $Q_{оє}$	3 бали
<b>Показник об'єктивності</b> , обчислений за результатами статистичного опрацювання даних через коефіцієнт конкордації $Q_{узг}$ для кожного експерта	0,7
<b>Показник надійності</b> , обчислений за результатами експериментального тестування через коефіцієнт відтворюваності результатів $Q_{вр}$ , отриманих в кількох турах	0,6

Доведено, що для забезпечення формування вірогідної оцінки якості в СЗЄОЯ важливим є здійснення оперативного контролю метрологічних характеристик засобів вимірювання (ЗВ) показників якості ( $HT_4$  на рисунку 10), особливо таких визначальних, як показники складу органічної продукції. Встановлено, що для забезпечення належного рівня відтворюваності та надійності результатів вимірювання приладів аналітичного призначення, необхідно оперативно реагувати на зміни метрологічних характеристик таких приладів безпосередньо на місцях їх експлуатації (зокрема ЗВ на базі RLC-метрів). На основі аналітичного дослідження зроблено висновок, що сьогодні калібрування фізико-хімічних приладів здійснюється за допомогою стандартних зразків, що є трудомісткою та часомісткою процедурою. Тому в роботі запропоновано здійснювати калібрування вимірювального каналу RLC-метрів аналітичного призначення шляхом використання інтелектуалізованих пристроїв на базі кодо-керованих мір. Для цього розроблено методику, відповідно до якої слід: 1 - приготувати низку стандартних зразків, які виконуватимуть функцію міри концентрації визначеного об'єкта у всьому можливому діапазоні її зміни; 2 - виміряти в заданому частотному діапазоні

електричні параметри адмітансу цих стандартних зразків (що виконуватимуть роль міри концентрації визначеного об'єкта) прецизійним вимірювачем RLC - параметрів; 3 - здійснити опрацювання цих результатів шляхом формування матриці  $N_i$  цифрових кодів для описової міри  $G_M$ , що відповідає виміряним параметрам даного об'єкта (рисунок 17).

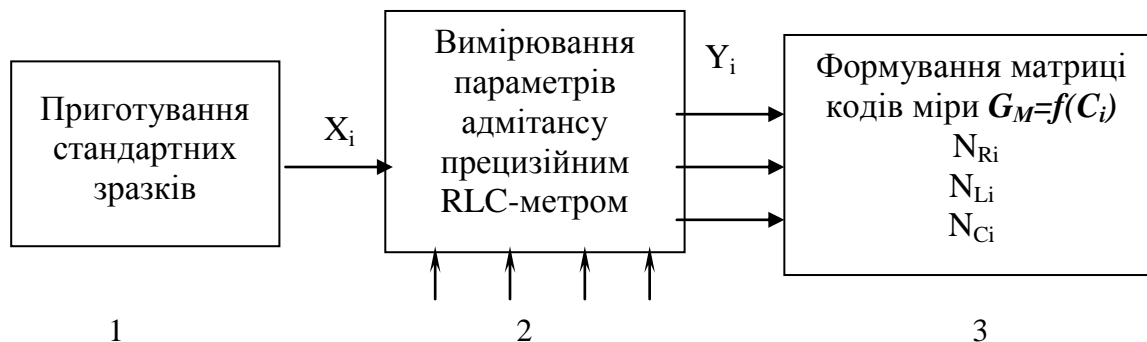


Рисунок 17 - Схема калібрування приладів аналітичного призначення

Доведено доцільність подальшого контролю метрологічних характеристик ЗВ адмітансу аналітичного призначення здійснювати або методом заміщення, або ж диференційним чи нульовим методами вимірювання опору. Здійснено аналітичне дослідження шляхів побудови кодо-керованих мір адмітансу та визначено їх недоліки. Сформовано пропозиції щодо практичної реалізації кодо-керованої міри адмітансу на базі активних імітаторів. Обґрунтовано, що впровадження запропонованої структури оперативного контролю метрологічних характеристик засобів вимірювань аналітичного призначення створює необхідні умови для стандартизації та нормування їх індивідуальних метрологічних характеристик.

Для підвищення ефективності контролю характеристик RLC-метрів аналітичного призначення здійснено моделювання електрохімічної системи первинний перетворювач - об'єкт оцінювання. Результати моделювання дають можливість здійснювати відповідні коригувальні дії щодо мінімізації впливу несприятливих впливів у системі «первинний перетворювач - об'єкт» під час вимірювання його показників якості.

За результатами аналітичного дослідження особливостей процесу оцінювання об'єктів, якість яких швидко прогресує, визначені проблемні аспекти в цій сфері та сформовано рекомендації для їх вирішення, які базуються на використанні можливостей випереджувальної стандартизації.

З метою максимального врахування вимоги кожного користувача до формування оцінки якості запропоновано метод оперативного оцінювання якості об'єктів з використанням гнучкого алгоритму (рисунок 18). Процес оцінювання якості об'єктів з адаптацією до вимог користувача передбачає окрім стандартної процедури оцінювання ФСОЯ ще й самостійний вибір ним номенклатури ПЯ, які його цікавлять в першу чергу. Застосування запропонованого алгоритму дозволяє здійснювати користувачем оптимальний вибір товарів та послуг та практично забезпечити інформаційну складову системи забезпечення єдності оцінювання якості.



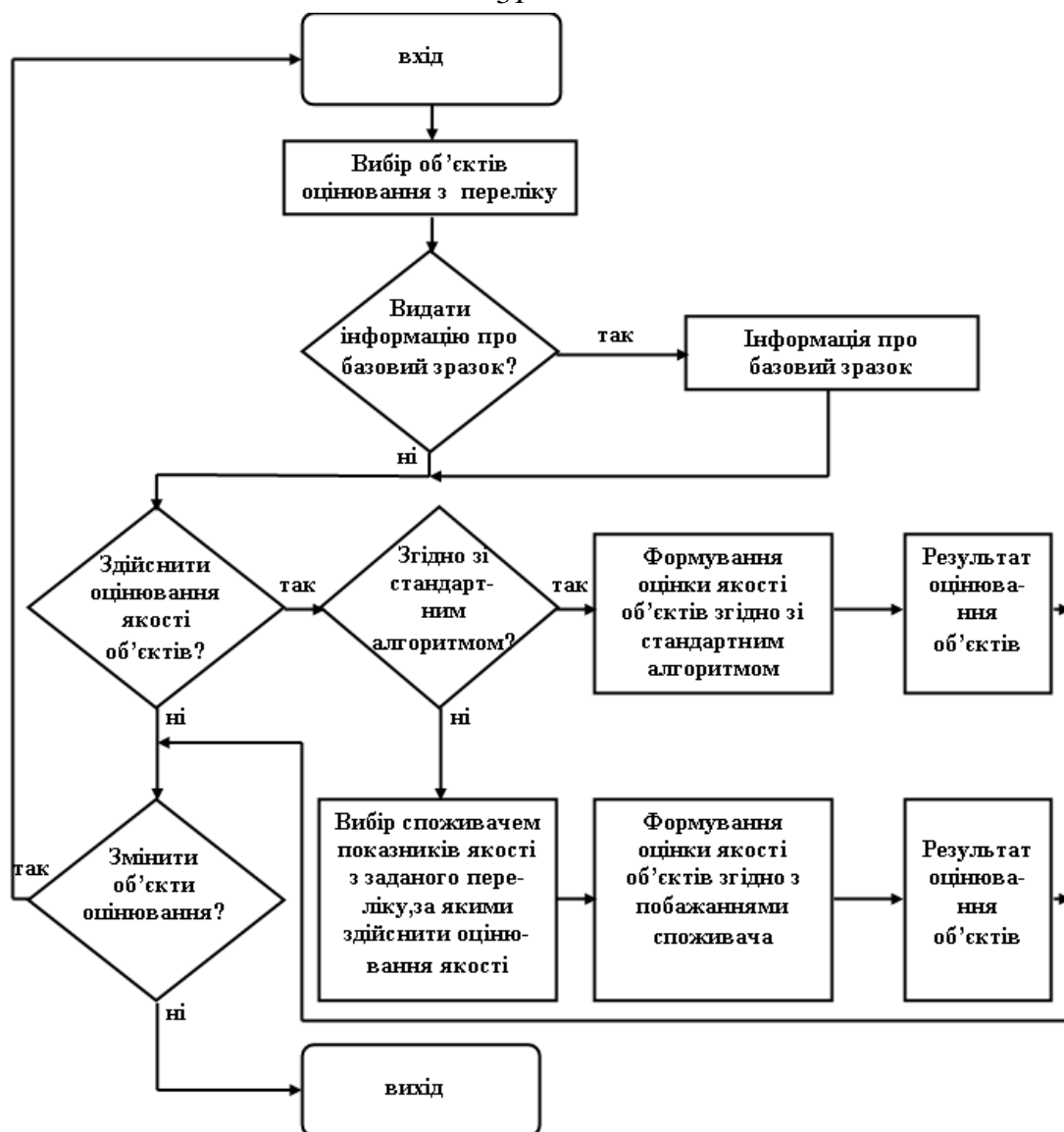


Рисунок 18 - Алгоритм формування оцінки якості об'єктів з адаптацією до вимог користувача

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі вирішено науково-прикладну проблему розвитку теорії та створення системи забезпечення єдності оцінювання якості шляхом розроблення та використання нових принципів та підходів, здатної формувати об'єктивну та достовірну оцінку якості об'єктів різної природи. Отримано такі висновки:

1. На основі аналізу основних аспектів та проблематики оцінювання якості об'єктів різної природи обґрунтовано створення системи забезпечення єдності оцінювання якості, для функціонування якої структуровано вимоги щодо формування єдиних підходів до оцінювання якості об'єктів з метою їх порівняння.

2. Запропоновано концепцію створення системи забезпечення єдності оцінювання якості об'єктів різної природи, застосування якої дає змогу розвинути основні її складові, а саме науково-теоретичну, організаційно-методичну та нормативно-технічну.

3. На основі використання апарату системології обґрунтовано суть функційно-цільового аналізу якості, який полягає у застосуванні сукупності методів та способів аналізу якості на основі порівняння функцій (що забезпечуються певною номенклатурою ПЯ одного і того самого об'єкта залежно від цілей оцінювання якості) об'єкта та заданих цілей (що можуть бути представлені, наприклад, як різні градації, або умови використання об'єкта) якості.

4. Розроблено алгоритм реалізації концепції системного аналізу об'єкта оцінювання з метою забезпечення єдності відображення функційної природи різних об'єктів, структурування функцій, ПЯ та оперування ними на основі єдиних правил їх формулювання, що дозволяє розвинути науково-теоретичну складову системи забезпечення єдності оцінювання якості.

5. Удосконалено термінологічний апарат оцінювання якості. Запропоновано класифікаційні ознаки та сформовано класифікації для об'єктів кваліметрії, показників якості, та методів їх визначення, що дозволяє оптимізувати процедуру вибору методів оцінювання показників якості для конкретного об'єкта за встановлених умов.

6. Розроблено методологію створення фахових систем оцінювання якості, в основу якої закладено принципи фахового підходу, довіри споживача та виробника, незаангажованості з боку державних структур та гармонізації з міжнародними вимогами та нормами, що дозволяє формувати об'єктивну оцінку якості об'єктів різної природи. На базі ФСОЯ запропоновано оптимізовану інфраструктуру якості, яка передбачає взаємопогоджене паралельне функціонування елементів, що знаходяться як у сфері впливу урядових установ, так і фахових об'єднань.

7. На основі інформаційного підходу запропоновано методіку оцінювання сталого розвитку ФСОЯ, реалізація якої дозволяє контролювати стабільне функціонування ФСОЯ та ступінь різноманіття її управлінських рішень в умовах прогресу вимог до якості.

8. З метою розвитку технічної складової системи забезпечення єдності оцінювання якості запропоновано концепцію експрес-контролю показників складу, що базується на використанні експрес-методів, використання яких дає можливість підвищити ефективність збирання інформації під час моніторингу якості.

9. Розроблений проект ДСТУ «Якість ґрунту. Метод визначення загальної концентрації солей» відображає запропонований метод, використання якого забезпечує інваріантність результатів визначення оцінюваного ПЯ до зовнішніх впливних факторів, що призводить до підвищення ефективності контролю ПЯ, зокрема органічного виробництва.

10. Отримані математичні моделі залежності відгуків систем адмітансного контролю від параметрів системи. При цьому виявлено низку особливостей та доведено доцільність їх використання для опису, дослідження та прогнозування характеру досліджуваної системи в заданих умовах, що дає можливість оптимально вибрати параметри контролю ПЯ в залежності від характеристик об'єкта та поставлених вимог.

11. Отримані результати досліджень дозволили запропонувати інструменти реалізації метрологічного аспекту нормативно-технічної складової СЗСОЯ. Розроблено методіку калібрування засобів вимірювання аналітичного призначення,

яка за комплексом метрологічних характеристик та функціональних можливостей забезпечує оперативний контроль метрологічних характеристик засобів вимірювань аналітичного призначення.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бубела Т.З. Побудова національної системи оцінювання якості / Т.З. Бубела // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. - 2013. - №1(80). - С. 49-53.
2. Бубела Т.З. Системный подход к оцениванию качества / Т.З. Бубела // Международный журнал Технического университета Варна «Устойчивое развитие». - 2013. - №12. - С. 56-62.
3. Герасим М.Р. Метрологічне забезпечення якості продукції / М.Р. Герасим, Т.З. Бубела // Технологічний аудит та резерви виробництва. - 2014. - № 1/4(15). - С. 14-15.
4. Микийчук М.М. Основні завдання та ознаки метрологічного забезпечення якості продукції / М.М. Микийчук, П.Г. Столярчук, Т.З. Бубела // Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий науково-технічний збірник. - 2013. - №74. - С. 92-98.
5. Bubela T. Signal Simulation Electric Systems of Admittance Monitoring / T. Bubela, P. Stolyarchuk, P. Malachivskyy, O. Basalkevych // Sensors and Transducers, vol. 155, Issue 8, 2013, pp. 294-299.
6. Бубела Т.З. Устойчивое развитие систем управления качеством, как элемента производственного менеджмента / Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук, М.М. Мыкыйчук // Международный журнал Технического университета Варна «Устойчивое развитие». - 2012. - №4. - С. 95-99.
7. Бубела Т.З. Концептуальні засади створення фахових систем вимірювання якості / Т.З. Бубела // Електротехнічні і комп'ютерні системи. Науково-технічний журнал. - 2012. - №06(82). - С. 210-215.
8. Бубела Т.З. Вихорострумний контроль засобів температурної діагностики нафтогазопромислового обладнання / Т.З. Бубела, В.М. Друзюк, П.Г. Столярчук // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. - 2012. - №27. - С. 9-12.
9. 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(74). - С. 62-66.
10. Микийчук М.М. Комбінований метод оцінювання якості продукції / М.М. Микийчук, Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. - 2011. - №2(69). - С. 52-55.
11. Бубела Т.З. Алгоритм оперативного контролю забруднення ґрунтів / Т.З. Бубела, Т.В. Рябкова // Комп'ютерні системи та мережі. Вісник НУ «Львівська політехніка». - 2010. - №688. - С. 30-34.
12. 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.

13. Бубела Т.З. Вимушені коливання іонів під дією гармонічної сили / Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук // Метрологія та прилади. Науково-виробничий журнал. - 2011. - №1(27). - С. 57-60.

14. Бубела Т.З. Метод ідентифікації харчових добавок (підсолоджувачів) з метою виявлення фальсифікації продукції / Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук, Б.Ю. Гриневич, М.М. Микийчук // Вісник НТУ «Харківський політехнічний інститут». - 2010. - №46. - С. 3-7.

15. 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.

16. Бубела Т.З. Дослідження контактних первинних перетворювачів для контролю водних розчинів / Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. - 2010. - №24. - С. 35-40.

17. Бубела Т.З. Підтвердження відповідності як інструмент належної якості засобів обчислювальної техніки / Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук // Комп'ютерні системи та мережі. Вісник НУ «Львівська політехніка». - 2009. - №658. - С. 20-26.

18. Бойко Т.Г. Розроблення та дослідження первинних перетворювачів для оцінювання якісного рівня продукції / Т.Г. Бойко, Т.З. Бубела, М.С. Міхалева // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. - 2009. - №23. - С. 137-142.

19. Міхалева М.С. Шляхи вдосконалення нормування показників якості водних середовищ / М.С. Міхалева, П.Г. Столярчук, Т.Г. Бойко, Т.З. Бубела // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2008. - №2/3 (32). - С. 34-37.

20. Бубела Т.З. Метрологічні аспекти визначення складу речовин / Т.З. Бубела, Т.Г. Бойко, Є.В. Походило // Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий науково-технічний збірник. - 2008. - №68. - С. 83-87.

21. 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(50). - С. 21-24.

22. Походило Є.В. Уніфіковані засоби вимірювання імітансу для контролю показників якості продукції / Є.В. Походило, Т.Г. Бойко, Т.З. Бубела // Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий науково-технічний збірник. - 2007. - №67. - С. 103-108.

23. Микийчук М.М. Параметрична модель для оцінювання якості технологічних процесів / М.М. Микийчук, Т.Г. Бойко, Т.З. Бубела // Автоматика, вимірювання та керування. Вісник НУ «Львівська політехніка». - 2007. - №574. - С. 89-93.

24. Бубела Т.З. Метод визначення параметрів вагомості показників якості продукції / Т.З. Бубела, Т.Г. Бойко, Є.В. Походило, П.Г. Столярчук // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. - 2007. - №18. - С. 76-79.

25. 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.

26. Бойко Т.Г. Імовірність правильного визначення якісного рівня продукції / Т.Г. Бойко, Т.З. Бубела, Є.В. Походило // *Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал.* - 2006. - №17. - С. 90-93.

27. Бойко Т.Г. Оцінювання якісного рівня як імовірнісна задача / Т.Г. Бойко, Т.З. Бубела, П.Г. Столярчук // *Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал.* - 2006. - №16.- С. 73-76.

28. Рудницький В. СУЯ: використання пам'яток персоналу для управління створенням і підготовкою до сертифікації / В. Рудницький, В. Ніколаєв, Т. Бубела // *Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал.* - 2006. - №1. - С. 51-55.

29. Бубела Т.З. Що ж таке якість товару? / Т.З. Бубела, Т.Г. Бойко, П.Г. Столярчук // *Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал.* - 2005. - №4. - С. 51-54.

30. Бойко Т.Г. ДСТУ ISO 10012: Нові підходи до формування нормативної бази управління якістю вимірювання / Т.Г. Бойко, Т.З. Бубела, М.М. Микийчук // *Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал.* - 2005. - №2. - С. 30-33.

31. Бубела Т.З. Спосіб контролю якості термоелектродного дроту / Т.З. Бубела // *Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий науково-технічний збірник.* - 2003. - №64. - С.7-10.

32. Бичківський Р.В. Контроль якості термоелектродного дроту засобами вимірювання параметрів імпедансу / Р.В. Бичківський, Т.З. Бубела, Є.В. Походило, П.Г. Столярчук // *Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий науково-технічний збірник.* - 2003. - №63. - С. 145-148.

33. Бубела Т.З. Виявлення хімічної неоднорідності / Т.З. Бубела // *Автоматика, вимірювання та керування. Вісник НУ «Львівська політехніка».* - 2002. - №475. - С. 112-117.

34. Пат. 66183 України на корисну модель, МПК G01N 27/00. Спосіб визначення загальної концентрації солей у розчині / Бубела Т.З., Мартинович Н.В., Походило Є.В., Столярчук П.Г.; заявник та власник патенту НУ «Львівська політехніка». - № u201107137, завл. 06.06.2011; опубл. 26.12.2011, Бюл. №24.

35. Пат. 63555А на винахід, МПК G01N 27/02. Спосіб контролю якості термоелектродного дроту / Бубела Т.З., Столярчук П.Г., Походило Є.В.; заявник та власник патенту НУ «Львівська політехніка». - № 2003043993, завл. 30.04.2003; опубл. 15.01.2004, Бюл. №1.

## АНОТАЦІЯ

**Бубела Т.З. Система забезпечення єдності оцінювання якості об'єктів різної природи.** - На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.01.02 - стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення. Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, Львів, 2014.

Дисертація стосується науково-прикладної проблеми створення системи забезпечення єдності оцінювання якості (СЗЄОЯ) для об'єктів різної природи.

В роботі аналітично досліджено основні аспекти та проблематику у сфері оцінювання якості об'єктів кваліметрії та доведено необхідність забезпечення єдності оцінювання якості з врахуванням міжнародного досвіду та світових тенденцій. Сформовано єдині принципи визначення показників якості та підсумкової оцінки якості для забезпечення можливості порівняння результатів оцінювання якості об'єктів кваліметрії. Розроблено методологію створення системи забезпечення єдності оцінювання якості та її структурних складових, а саме: науково-теоретичної, організаційно-методичної та нормативно-технічної. Запропоновано модель оцінювання якості об'єктів кваліметрії на основі використання системного підходу для забезпечення науково-теоретичної складової СЗЄОЯ. Розроблено концептуальну модель створення фахових систем оцінювання якості для забезпечення організаційно-методичної складової СЗЄОЯ. Сформовано структуру нормативно-технічної складової СЗЄОЯ та на прикладі виробництва органічної продукції розвинуто її елементи, а саме: методи оперативного визначення показників якості, шляхи їх нормування, методи оцінювання точності результатів визначення показників якості, методи оперативного контролю характеристик засобів для оцінювання якості, алгоритми формування остаточної оцінки якості для забезпечення функціонування інформаційних систем моніторингу якості.

**Ключові слова:** забезпечення єдності оцінювання якості, органічна продукція, показники якості, системна кваліметрія, фахові системи оцінювання, оперативний контроль.

## ANNOTATION

**Bubela T.Z. Quality Assessment Conformity Assurance System for different nature objects.** - As a manuscript.

Thesis for a Doctoral degree in Technical Sciences in the specialty 05.01.02 - Standardization, Certification and Metrological Assurance. «Lviv Polytechnic» National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2014.

Thesis expounds the applied scientific problem of evolving Quality Assessment Conformity Assurance System (QACAS) for different nature objects.

The main aspects and problems in the area of qualimetry object quality assessment are under analytical consideration of the suggested work. The assurance of quality assessment conformity with regarding international experience and world tendencies is necessitated. The unified principles of quality indices determination and final quality assessment aimed at ensuring the comparability of qualimetry objects quality assessment results have been developed. Methodology of evolving the system ensuring the conformity of quality assessment and its structural components, namely, scientific and theoretical, organizational and methodological, normative and technical, has been developed. The model of qualimetry object quality assessment based on the systematic approach to ensuring the QACAS scientific and theoretical component is proposed. The conceptual model of evolving professional quality assessment systems for supporting the QACAS organizational and methodological component has been devised. The suggested structure of the QACAS normative and technical component as well as its elements in case of

organic production industry includes: methods of efficient quality indices determination and ways of their standardization; accuracy evaluation methods for quality indices determination results; methods of efficient parameters monitoring for the means of quality assessment; algorithms supporting final quality assessment aimed at ensuring the workability of informational quality-monitoring systems.

**Keywords:** assurance of quality assessment conformity, organic products, quality indices, system qualimetry, professional assessment system, efficient monitoring.

## АННОТАЦИЯ

**Бубела Т.З. Система обеспечения единства оценивания качества объектов разной природы.** - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.01.02 - стандартизация, сертификация и метрологическое обеспечение. Национальный университет «Львовська политехника» Министерства образования и науки Украины, Львов, 2014.

Диссертация посвящена решению научно-прикладной проблемы создания системы обеспечения единства оценивания качества (СОЕОК) объектов различной природы. В решении указанной проблемы особенно заинтересованы объединения производителей, организации и учреждения, в которых осуществляется оценивание их продукции, услуг и систем управления качеством. Использование научных и практических положений работы повысит достоверность и объективность результатов оценивания качества продукции, услуг и процессов. Аналитически исследованы основные аспекты и проблематика сферы оценивания качества объектов квалиметрии и доказана необходимость обеспечения единства оценки качества с учетом международного опыта и мировых тенденций. Сформированы единые принципы определения показателей качества и итоговой оценки качества для обеспечения репрезентативности и возможности сравнения результатов оценки качества объектов квалиметрии. Разработана методология создания системы обеспечения единства оценивания качества и ее структурных составляющих, а именно: научно-теоретической, организационно-методической и нормативно-технической. Предложена модель оценивания качества объектов квалиметрии на основе системного подхода для обеспечения научно-теоретической составляющей СОЕОК. Введено понятие «системной квалиметрии» и математический аппарат оценивания качества с применением функционально-целевого подхода, согласно которому доказана целесообразность анализа оцениваемых объектов как систем на предмет действия законов их развития, что делает возможным повышение эффективности оценивания качества. Разработанная система классификационных критериев и на их основе предложенная классификация объектов квалиметрии, показателей качества и методов их определения послужит базой при выборе оптимальных методов оценки показателей качества для конкретного объекта в установленных условиях. Сформирована система представления итоговой оценки качества объектов квалиметрии как гибкая структура, которая позволяет комбинировать формы представления окончательного результата оценивания качества для обеспечения как можно более высокой степени достижения целей оценивания качества. Разработана концептуальная модель создания

специализированных систем оценивания качества для обеспечения организационно-методической составляющей СОЕОК. Предложена структура нормативно-технической составляющей СОЕОК и на примере производства органической продукции развиты ее элементы, а именно: методы оперативного определения показателей качества, пути их нормирования, методы оценивания точности результатов определения показателей качества, методы оперативного контроля характеристик средств оценивания качества, алгоритмы формирования окончательной оценки качества для функционирования информационных систем его мониторинга.

**Ключевые слова:** обеспечение единства оценивания качества, органическая продукция, показатели качества, системная квалиметрия, специализированные системы оценивания, оперативный контроль.