

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Компанець Микола Миколайович

Компанець

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА
ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ
ПРИ ВИМІРЮВАННІ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Спеціальність 05.11.16 – Інформаційно-вимірювальні системи
(в науці та промисловості)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Вінниця – 1996



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Вінницькому державному технічному університеті на кафедрі автоматики та інформаційно-вимірвальної техніки.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Скидан Юрій Анатолійович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Коваленко Микола Вікторович

кандидат технічних наук, доцент
Хобін Віктор Андрійович

Провідне підприємство: інститут "Хлібопродуктів", м. Київ.

Захист відбудеться "7" 12 1996 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 10.01.01 у Вінницькому державному технічному університеті, за адресою:

286021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці ВДТУ.

Автореферат розісланий "4" 11 1996р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

С.В. Пухчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТИ

Актуальність. Волога відіграє важливу роль в процесах життєдіяльності рослин. Волога сільськогосподарських продуктів (зерно) є головним показником їх якості, визначає більшість його властивостей: обумовлює можливість тривалого зберігання, залікову вагу, ціну та суттєво впливає на технологічні процеси при переробці.

Зараз в лабораторіях підприємств по зберіганню та переробці зерна (біля 800 на Україні) вимірюють вологість за допомогою сушарних електрошаф СЕШ-ЗМ.

СЕШ-ЗМ - прилад для вимірювання по стандартизованій методиці. Для СЕШ-ЗМ не встановлено, які його забракувальні рівні та по яким параметрам вони повинні контролюватися, щоб пройдені контроль догідні екземпляри із взаємозаміною ідентично забезпечували потрібне відтворення збезводжування проб речовин. Не встановлено чи різні будуть вимоги для різних речовин, чи однакові. Відтворення збезводжування та точність зважування коректного узгодження не одержали. Шафа та терези не функціонують як елементи (складові частини) одного приладу та "розділені" діями оператора. Контроль інструментальних властивостей шафи та терезів не гарантує якості вимірювання через визначений вплив дій оператора.

Мета роботи - дослідження та вибір оптимального методу вимірювання вологості, розробка автоматизованої системи контролю (АСК) параметрів та управління при вимірюванні вологості зерна.

У відповідності із наміченою метою основними задачами досліджень є:

1. Оцінювання сучасного стану, потреб підприємств у технічних засобах вимірювання вологості та актуальності автоматизації процесу вимірювання вільгості зерна, шляхом критеріального аналізу методів та реалізуючих їх засобів вимірювання (ЗВ) вологості.
2. Дослідження процесів тепло-вологообміну при повітряно-тепловому сушінні вологих речовин.
3. Дослідження принципів побудови термогравіметричних вимірювачів вологості, сформулювання вимог до АСК і розробка структури.
4. Розробка та дослідження АСК вологості зерна.
5. Дослідження та аналіз похибок термогравіметричного методу, метрологічних характеристик і впливу чинних на результат ЗВ та методиками виконання вимірювання (МВВ), питань градування та

питань градування та повірки ЗВ.

Наукова новизна роботи полягає в розробці класифікації методів вимірювання вологості; проведенню порівняльного критеріального аналізу по оцінці ефективності АСК, розробленої на базі різних методів вимірювання вологості; встановленні закономірностей зміни вологості зерна під час сушіння та визначенню якості сушіння по побічних показниках, на основі окремого їх контролю, шляхом використання керуючого нагріву та застосування запропонованого способу вимірювання в реалізованій системі вимірювання вологості, яка дозволяє реалізовувати відтворювальні методики нагріву та сушіння; розробці та дослідженні адаптивних структур АСК.

На захист винесено: класифікацію методів вимірювання вологості та їх критеріальний аналіз; спосіб визначення вологості та система вимірювання вологовмісту, реалізуюча його; спосіб виміру концентрації летких складових у конденсаті чинника сушіння; прилад візуального відображення інформації при вимірюваннях; програмно-алгоритмічне управління адаптивною АСК.

Методи досліджень базуються на використанні принципів системного аналізу, теорії ймовірності та математичної статистики, прикладної теорії інформації, теорії управління та обробки сигналів із застосуванням адаптивних алгоритмів.

Практична цінність результатів роботи, полягає в завершеності розробки АСК, яка дозволяє достовірно вимірювати вологість зерна, реалізовувати відтворювальні методики нагріву та сушіння, що забезпечить якість приймального та технологічного контролю вологості різних речовин.

Достовірність наукових положень дисертації підтверджується співпаданням теоретичних оцінок з практичними результатами матеріалів випробувань трьох дослідницьких систем.

Апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на 2-й науково-технічній конференції країн Співдружності Незалежних Держав//Контроль та управління в технічних системах (25-28 жовтня 1993 року, м.Вінниця); на 3-й Українській конференції з автоматичного керування// "Автоматика-96" м.Севастополь; на науково-технічній конференції з міжнародною участю// "Приладобудування-96" м.Судак; на Республіканському семінарі працівників підприємств по заготівлі та переробці зерна (ВДНГ

України 1991 року); на XIX-XXV (1990-96 рр.) науково-технічних конференціях Вінницького політехнічного інституту та Вінницького державного технічного університету, семінарах кафедри автоматки та інформаційно-вимірювальної техніки.

Публікації. По темі дисертації надруковано 11 робіт, у тому числі два авторських свідоцтва на винахід СРСР, та одержано чотири патенти України.

Структура та обсяг роботи. Дисертація має: вступ, п'ять розділів, заключення і додаток. Загальний обсяг 272 сторінки друкованого тексту, в тому числі 141 сторінка основного тексту, 26 рисунків, 3 таблиці, 1 ілюстрація; містить бібліографію з 171 найменування, 19 додатків на 131 сторінці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність і сформульована мета дисертаційної роботи, коротко викладені теоретичні та практичні результати роботи.

Перший розділ присвячений аналізу та класифікації методів вимірювання вологості твердих речовин. Встановлено, шляхом критеріального аналізу ефективності методів та засобів контролю, реалізованих на них, що найбільш прийнятним методом є термогравіметричний (Табл.1). Досліджені: зерно - об'єкт сушіння, повітря - чинник сушіння, закономірності (статика, кінетика та динаміка) сушіння. Сформовані вимоги до АСК, визначені: задачі та напрямки досліджень. Функціонально-статистичний критерій відображає відношення ефективностей реальної та потенційної АСК:

$$\varepsilon = \frac{K_p}{K_n}, \quad (1)$$

де $K_p = I_p / C_p$ - ефективність реальної АСК; $K_n = I_n / C_n$ - ефективність потенційної АСК; I_p - кількість інформації яку одержує реальна АСК; I_n - кількість інформації, яку одержує потенційна АСК; C_p - вартість реальної АСК; C_n - вартість потенційної АСК.

Із 1500 державних стандартів на вимірювання вологості 1200 використовують термогравіметричний метод.

У другому розділі проведені теоретичні дослідження розроблених математичних моделей сушіння (систем: "утворення пару - убування пару з проби", "нагрів проби в бункі", "сушарна камера як об'єкт регулювання температури сушарного чинника", "обігрівач -

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз методів вимірювання вологості

| Критерії Методи | точ ність | екс прес ність | на дій ність | ви тр ти | вибір ко вість | роз повсю дже ність | авто мати зація | S min | S max | σ | I | ε |
|---|--------------|----------------------|--------------------|----------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Вакуумне сушіння | ++ | - | + | + | - | - | + | 5 | 45 | 0, 13 | 6, 05 | I |
| Повітряно-теп лове сушіння | + | - | ± | - | ± | ++ | ++ | 8 | 40 | 0, 25 | 4, 97 | 0, 82 |
| Диелектрич ний | - | ++ | + | + | ± | + | + | 12 | 35 | 2 | 1, 48 | 0, 24 |
| Зверхвисокочас тотний метод | ± | + | ± | + | ± | ± | + | 10 | 40 | 2 | 1, 87 | 0, 30 |
| Дистиляційний | + | - | + | ± | ± | - | ± | 10 | 40 | I | 2, 87 | 0, 47 |
| Теплофізичні | + | ± | + | + | + | ± | + | 10 | 40 | 0, 5 | 3, 88 | 0, 64 |
| Екстракційний | + | - | - | + | ± | - | ± | 10 | 40 | 2 | 1, 87 | 0, 30 |
| Кондуктоме тричний | - | + | + | - | ± | + | + | 8 | 30 | 3 | 0, 83 | 0, 14 |
| Оптичні | ± | + | + | + | ± | - | + | 10 | 45 | I | 3, 09 | 0, 51 |
| Ослаблення енер гії ядерного випромінення | ± | ± | ± | + | ± | - | + | 5 | 40 | 2 | 2, 09 | 0, 35 |
| Радіометричні | ± | ± | ± | + | ± | - | + | 5 | 40 | 2 | 2, 09 | 0, 35 |
| Акустичний | ± | ± | ± | ± | ± | ± | + | 10 | 25 | 1, 5 | 1, 28 | 0, 21 |
| Хімічний | + | + | ± | ++ | ± | ± | ± | 5 | 40 | 0, 5 | 4, 1 | 0, 68 |
| Пікнометричний | - | - | - | - | + | - | - | 8 | 30 | 2 | 1, 42 | 0, 23 |
| Механічні | - | ± | + | - | - | + | ± | 8 | 30 | 4 | 0, 42 | 0, 06 |
| Комбінаційні методи | + | + | ± | ++ | + | + | + | 5 | 45 | 0, 2 | 5, 62 | 0, 93 |

обігрівача проба"). Досліджені критерії тепломасообміну. Показана можливість, при обробці результатів, виконання прогнозування значення ваги (вологості в %) зразка, яка відповідає стану гігро-термічної рівноваги зерна та навколишнього парогазового середовища, - процес екстраполяції дегідратаційної кривої, а також шляхом керування нагрівачем. Встановлений теоретично зумовлений критерій якості сушіння по закономірностям термодинамічних змін. Обґрунтована можливість підвищення експресності термогравіметричних аналізів. Досліджені адаптивні ітерактивні процедури, які дозволяють суттєво підвищити ефективність вимірювань, при випадковому процесі вимірювання вологості, ймовірні характеристики якого змінюються, проведено ізрахункові експерименти.

Згідно класичного означення адаптація - процес зміни параметрів структури системи, а, можливо, і керуючого впливу на основі протікаючої інформації з метою досягнення конкретного, звичайно оптимального, стану системи при початковій невизначеності та зміні умов роботи. Схема дослідження адаптації зображена на Рис.1:



Рис. 1. Процес адаптації.

Результати моделювання адаптації зображено на Рис. 2.

Сигнал передається по каналу на приймальний пристрій, який приймає сигнал s - масу сухої речовини, та не корельовану з ним заваду n_0 - масу води. Суміш сигналу та завади $s + n_0$ є вхідним сигналом приладу подавлення. На інший приймальний пристрій приймається завада n_1 - вологість повітря, не корельовану з сигналом s , но деяким невідомим чином корельовану з завадою n_0 (рівновага вологості). В ньому формується "взірцевий сигнал" для пристрою подавлення. В результаті фільтрації завади n_1 , формується сигнал u , який приблизно являє собою копію n_0 . Цей сигнал віднімається від вхідного сигналу

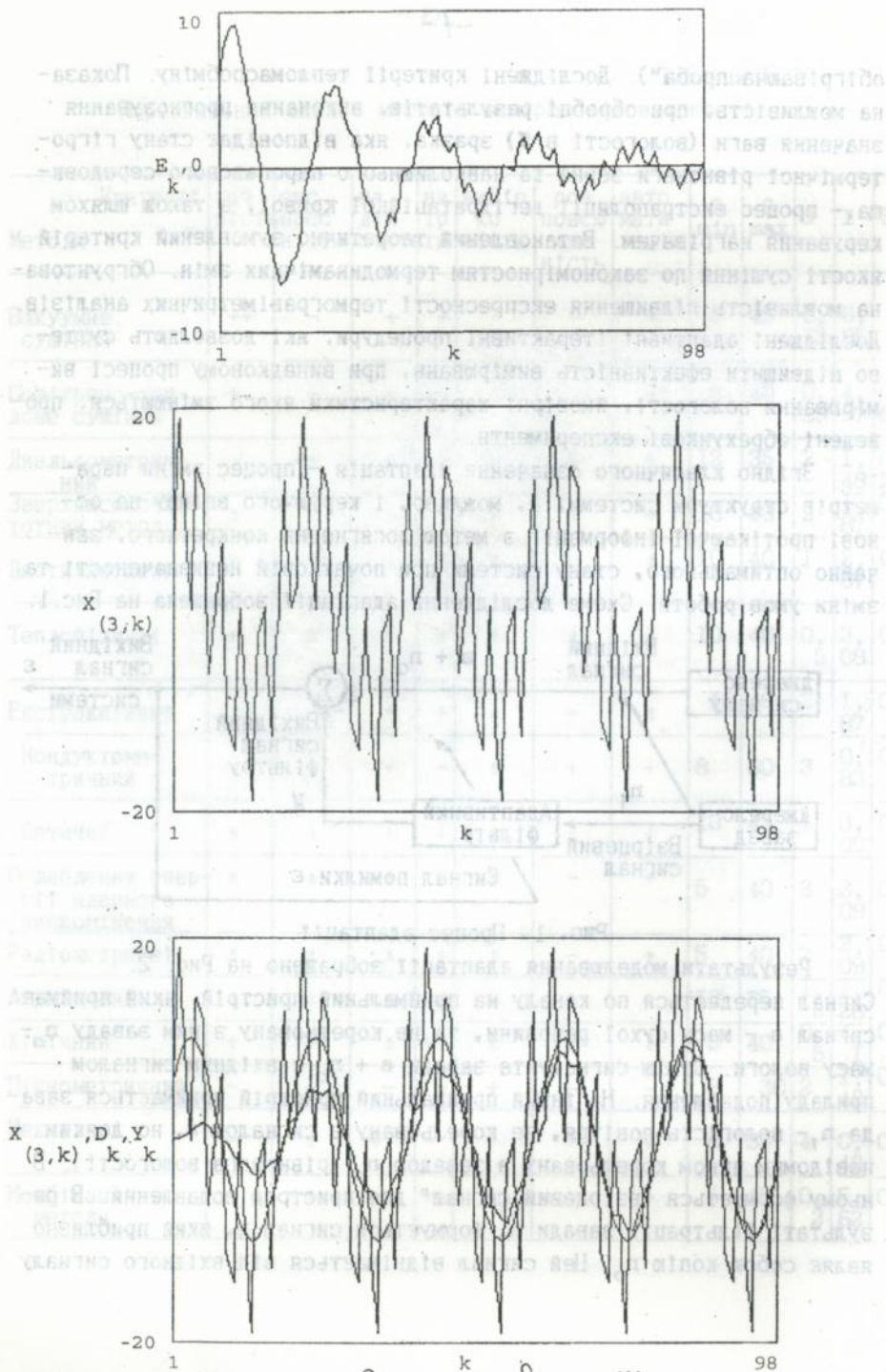


Рис. 2. Дослідження адаптації.

$v + n_0$ для того, щоб сформувати вихідний сигнал системи $v + n_0 - v$.

У загальному випадку вихідний сигнал ε є сума сигналу v та деякої завади на виході, яка дорівнює $n_0 - v$. Оскільки при мінімізації $E[\varepsilon^2]$ здійснюється мінімізація $E[(n_0 - v)^2]$, то мінімізація загальної потужності вихідного сигналу призводить до мінімізації потужності завади на виході. І так, як сигнал на виході залишається постійним, то це приводить до максимізації вихідного відношення сигнал/завада. Вираз для навчальної кривої по методу найменших квадратів:

$$\tau_{\text{СКО}} = \frac{L + 1}{4M} = 2,5(L + 1), \quad (2)$$

де L - останній номер вагового коефіцієнта), M - відносне середнє значення СКО.

З проведених досліджень встановлено, що в процесі вимірювання вологості під час сушіння можливо реєструвати ряд параметрів та керувати нагрівом в залежності від їх значень або швидкості їх зміни. Запропонований спосіб вимірювання вологості, який враховує наступні параметри: зміна ваги в процесі сушіння; вимірювання температури наважки; реєстрування зміни вологості чинника сушіння, вимірюючи її на вході та виході з камери сушіння; вимірювання відмінних від води летких компонентів; вимірювання температури чинника сушіння та визначення вологості експрес-вологовиміром.

Таким чином, вологість в процесі сушіння

$$W \cong f(W_0, T_c, m, \frac{dW}{dt}, V_c, \phi, \rho, t, y) \quad (3)$$

де W_0 - початкова вологість, T_c - температура чинника сушіння, m - вага наважки, $\frac{dW}{dt}$ - швидкість сушіння, V_c - швидкість чинника сушіння, ϕ - вологість чинника сушіння, ρ - хімічний склад, t - час сушіння, y - градувальна характеристика.

У третьому розділі розроблена АСК. Розроблені схеми попередньої обробки та досліджені первинні вимірювальні перетворювачі системи: давач температури, убитку маси, вологості сушарного чинника, експрес-вологоміра, концентрації відмінних від води летких складових, які забезпечують вимір параметрів при повітряно-тепловому сушінні. Вибрані мікропроцесорні засоби, розділені функції в АСК між апаратними та програмними засобами, зіп'яжені цифрова та аналогова частини, розроблено програмно-алгоритмічне забезпечення системи з віртуальною перебудовчою структурою, з операціями адаптації та оптимізації системи, підготовки та контролю роботи.

Розроблена термогравіметрична АСК (Рис. 3) включає наступні блоки: подачі тепла до проб (БТП); відводу тепла та вилученої з

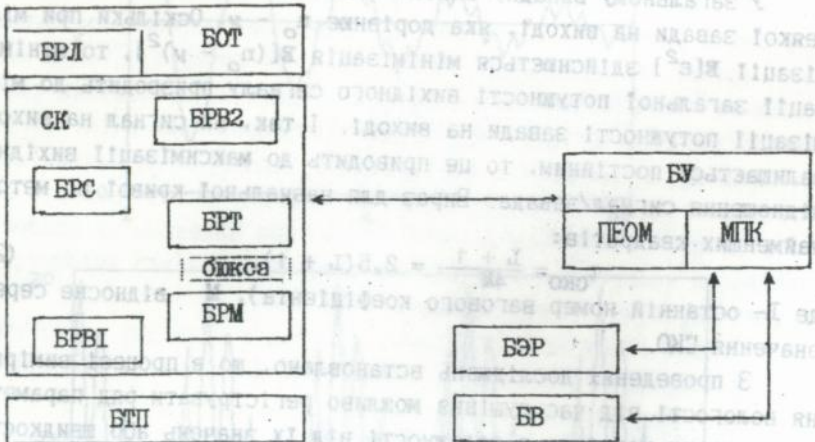


Рис. 3. Система вимірювання вологості термогравіметричним методом.

проб в процесі сушки парогазової суміші (БОТ); реєстрації убування маси проб в процесі їхнього сушіння (БРМ); вимірювача ваги (лабораторні, електронні терези – БВ); реєстрації температури сушарного чинника (БРС); реєстрації температури проб в процесі сушіння (БРТ); реєстрації відміних від води летких компонентів вмісту проб (БРЛ); реєстрації вологості парогазової суміші (БРВ); експрес-реєстрації вологості проб (БЕР); блок реєстрації, читання, обробки даних та управління процесом вимірювання (БУ – мікропроцесорний контролер, ПЕОМ).

АСК містить шість вимірювальних каналів: два канали вимірювання температури – чинника та наважки в процесі сушіння; вимірювання убування маси; вимірювання вологості сушильного чинника; вимірювання кількості відмінних від води летких складових; вимірювання вологості експрес-методом.

Суть способу вимірювання концентрації летких, відмінних від води, полягає в тому, що число циркуляції виміреного імпульсу в контурі (1)–(2)–(3)–(4) буде залежити від концентрації вода-іншої рідини в давачі (Рис. 4) та вираховується по одержаному виразу (4) де P_2 – концентрація летких у відносних одиницях; ϵ_1, ϵ_2 – діелектричні проникності рідин; T – час циркуляції; T_k – тривалість виміре-

$$P_2 = \frac{1}{\epsilon_1 - \epsilon_2} \left[\epsilon_1 - \frac{(T - \tau)^2 \cdot 0^2}{N^2 l^2} \right] \quad (4)$$

ного імпульсу; N- число циркуляцій; l- довжина давача, відрізка довгої лінії; c - швидкість світла в вакуумі.

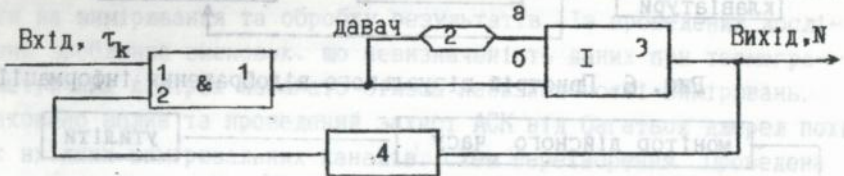


Рис. 4. Давач концентрації конденсату на рециркуляторі

Мікроконтролер (Рис. 5) - проблемозорієнтований на задачі програмно-логічного управління, обчислення, тестування та сервісу (Рис. 6) мікропроцесорний пристрій, програмне забезпечення якого (Рис. 7), розміщене на чотирьох пріоритетних рівнях та визначається алгоритмом роботи.

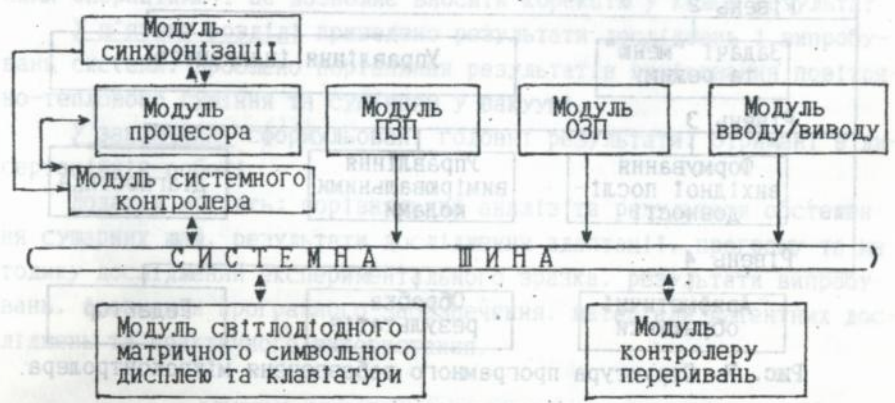


Рис. 5. Структура мікропроцесорного контролера.

Основні функції, що автоматизовані: самодіагностика та початкове налагодження системи; захист від перебоїв напруги живлення; інтерфейс з оператором, ЕОМ, клавіатурою та індикацією, принтером, управління нагрівом, звуковою сигналізацією, вимірювання температури нагріву сушарного чинника; калібровка: вимірювача убування маси, вимірювача вологості сушарного чинника, концентратоміра

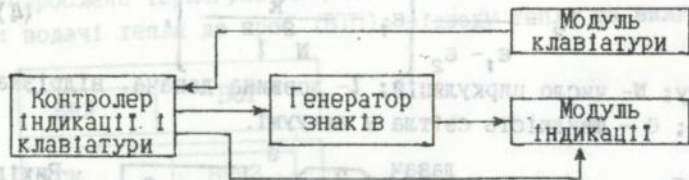


Рис. 6. Пристрій візуального відображення інформації.

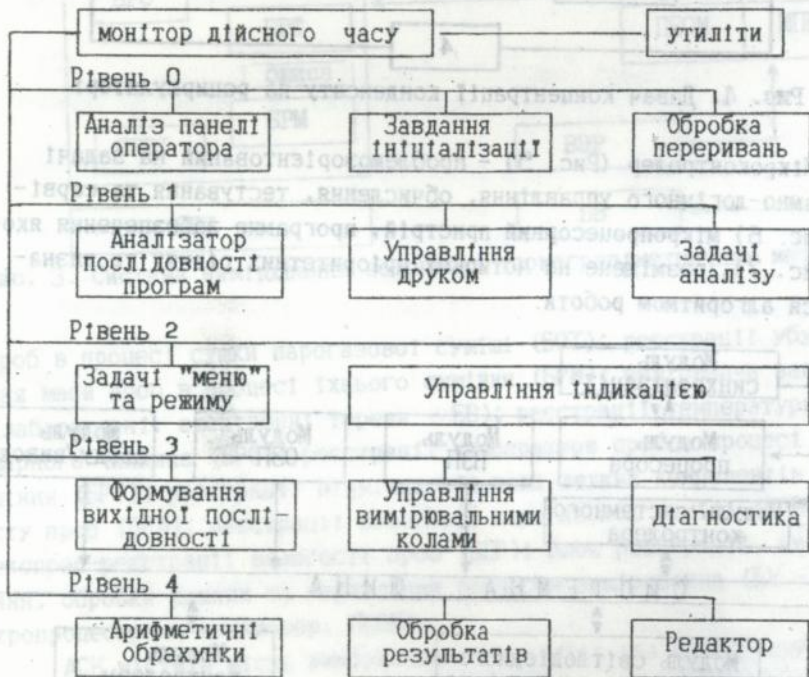


Рис. 7. Структура програмного забезпечення мікроконтролера.

конденсату, термометру, експрес-вимірвача вологості; індикація всієї інформації про вимірювання; запам'ятовування калібрувальних постійних та зберігання їх при відключеному живленні; вибір та завдання різних режимів нагріву; обробка, обрахунок та корекція %-го складу вологості та запам'ятовування результату; видача протоколу сушіння на ЕОМ та принтер (дата, час, здавач, об'єм та вага партії зерна, вологість/вологість з корекцією (на вологість повітря, культуру, сортність, %-не співвідношення летких, заліко-

ва вага, ціна партії і т. д.).

Четвертий розділ присвячений питанням: аналізу джерел та систематизація похибок термогравіметричного методу, розглянуті похибки ЗВ та методик виконання вимірів (МВВ). Їх взаємозв'язок у загальній похибці вимірювання, розглянуті питання градування, якості повірки та контролю ЗВ твердих речовин, розглянуто нормативні акти на вимірювання та обробку результатів. Із проведених досліджень зроблений висновок, що невизначеність даних при термогравіметричних вимірах набагато більша невизначеності вимірювань. Враховано вплив та проведений захист АСК від багатьох джерел похибок вхідних вимірювальних каналів, схем перетворення. Проведена оцінка повної похибки АСК та розподілення її поміж ланками.

Автоматична корекція похибок АСК, у більшості випадках, переважна констактації того, що метрологічні характеристики знаходяться в нормі або вийшли за встановлені межі. Така корекція може бути виконана після виконання операції знаходження метрологічних характеристик. При використанні адаптації метрологічні характеристики одержуються одночасно з основними вимірювальними та обчислювальними операціями і це дозволяє вносити корекцію у кожен результат.

У п'ятому розділі приведено результати досліджень і випробувань системи, зроблено порівняння результатів вимірювання повітряно-теплового сушіння та сушінням у вакуумі.

У заклученні сформульовані головні результати, отримані в дисертаційній роботі.

Додатки містять: порівняльний аналіз та результати обстеження сушарних шаф, результати дослідження адаптації, програму та методику дослідження експериментального зразка, результати випробувань, фрагменти програмного забезпечення, матеріали патентних досліджень та практичного використання.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ВИСНОВКИ

1. На основі аналітичного огляду, показано актуальність розробки та шляхом критеріального аналізу ефективності методів та засобів контролю, реалізованих на базі них, вибраний термогравіметричний метод (повітряно-теплове сушіння) та досліджені процеси, які проходять із зерном під час нагріву.

2. Отримані результати досліджень, виразів та залежностей

визначають, що відповідним підбором параметрів при сушінні можливо забезпечити його постійну швидкість, високу повторювальність результатів в умовах перемінного і взагалі випадкового терморезиму, що забезпечує одержання достовірного результату.

3. Розроблена адаптивна замкнута система автоматичного управління процесом по показникам: зміна ваги зразка в процесі сушіння, температура зразка, зміна вологості сушарного чинника, аналіз концентрації конденсату, внаслідок адаптивного управління нагрівом. Підбудова структури здійснюється на основі одержання системою апостеріорної та плинної інформації про характеристики повідомлень.

4. Підвищення інструментальної точності при термогравіметричних вимірюваннях (маси, температури, потужності та їхніх похідних і інш.), врахування та усунення впливу методичних похибок може виконуватись практично необмежено. Залишалось відкритим питання відносно похибок означення даних, так як невизначеність їх набагато більша невизначеності вимірювань, тому проведено моделювання та дослідження адаптації в структурі системи.

5. Використання розробки в АСУ ТП підприємства дозволяє: достовірно проводити вимірювання, виключає помилки, пов'язані із впливом оператора на результат та документування, дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити матеріальні втрати.

6. По результатам досліджень, на Могилів-Подільському приладобудівному заводі виготовлено три зразки СЕШ-П та проведені випробування на базі Державного науково-впроваджувального підприємства "Зерноприлад" Комітету України по хлібопродуктам м. Одеса. Економічний ефект від впровадження складає 8.2 млн.крб. на 1990р.

Результати досліджень по темі дисертації викладено в таких наукових працях:

1. А.с. І67937І МКИ G OI N 33/02, 2І/2І. Устройство для измерения концентрации многокомпонентных сахарных растворов /Скидан Ю.А., Кривогубченко С.Г., Севастьянов В.В., Лысогор В.Г., Компанец Н.Н., Касаткина Л.В. Блл. изобр. - 1991. - N35.

2. А.с. І73733І МКИ G OI N 33/І4. Способ определения концентрации водного раствора этанола /Скидан Ю.А., Кривогубченко С.Г., Дмитриев Е.Е., Компанец Н.Н., Лысогор В.Г., Павлов Д.Ю. Блл. изобр. - 1992. - N20.

3. Скидан Ю.А., Компанец Н.Н., Кривогубченко С.Г., Лысогор

В.Г. Система управления зерносушением// 2-ая научно - техническая конференция стран Содружества Независимых Государств. Контроль и управление в технических системах: Тез. докл.-Винница, 1993.-С.110.

4. Скидан Ю.А., Компанец Н.Н. Термогравиметрический влагомер зерна и зернопродуктов//2-ая научно - техническая конференция стран Содружества Независимых Государств. Контроль и управление в технических системах: Тез. докл.-Винница, 1993.-С.194.

5. Патент України №613А. Вологометрична установка/Компанець М.М. //Офіційний бюлетень "Промислова власність", №8-1, 1994.

6. Патент України №612А. Спосіб визначення вологості твердих речовин/Компанець М.М. //Офіційний бюлетень "Промислова власність", №8-1, 1994.

7. Патент України №611А. Пристрій візуального відображення інформації/Компанець М.М. //Офіційний бюлетень "Промислова власність", №8-1, 1994.

8. Патент України №7150А. Спосіб визначення концентрації водних розчинів етанолу /Компанець М.М.//Офіційний бюлетень "Промислова власність", №2, 1995.

9. Кулик А.Я., Кривогубченко С.Г., Компанець М.М., Шабат Р.В., Стиснення інформації для передавання в лінію зв'язку//Автоматика-96. Тези доповідей 3-ї Української конференції з автоматичного керування.-Севастополь, 1996 - т.1.- С.207.

10. Кулик А.Я., Кривогубченко С.Г., Компанець М.М., Зралко О.Г., Передавання інформації із захистом//Приладобудування-96: Тези доповідей науково-технічної конференції з міжнародною участю.-Судак, 1996 - ч.2.-С.15.

11. Компанець М.М. Мікропроцесорна сушарна електрошафа//Науково виробничий журнал "Зерно і хліб". -1996.- №4.

Особистий внесок. Всі результати, що складають основний зміст дисертаційної роботи, отримані автором самостійно. В публікаціях, які написані в співавторстві, дисертантові належать: дослідження методів вимірювання вологості [1, 2], -термогравиметричного методу [6]; розробка та розрахунок первинних вимірювальних перетворювачів [8]; розробка та дослідження термогравиметричної, адаптивної АСК [3-5, 7, 11]; програмно-алгоритмічної частини [9,10].

Компанець Н.Н. Информационно-измерительная система для автоматизации контроля параметров при измерении влажности зерна термо-

гравиметрическим методом. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 - информационно-измерительные системы (в науке и промышленности), Винницкий государственный технический университет, Винница, 1996.

Защищается 11 научных работ, в которых содержится теоретические и экспериментальные исследования измерения влажности термogrавиметрическим методом, а также информационно-измерительная система, позволяющая повысить качество, достоверность, воспроизводимость сушки по закономерностям термодинамических изменений. Показано, что соответствующим подбором параметров режима сушки можно обеспечить ее постоянную (заданную) скорость. Установлено, что адаптивная АСК позволяет обеспечить требуемую точность измерения влажности. Осуществлено промышленное внедрение разработанной системы, предложен способ определения влажности, а также структуры высокочастотных преобразователей концентрации отличных от воды летучих.

Компанетс N.N. Information-measuring system for automation of control of parametes when measuring grain moisture by thermogravimetric method. The thesis for a seeking of the scientific degree of speciality 05.11.16 - information-measuring system (in science and industry); Vinnitsa State Technical University, Vinnitsa, 1996.

11 scientific works, which contain theoretucal and experimental investigation of measuring of moisture by thermogravimetric method and also information - measuring system permitting increase of qualiti, reliability, reproducibility of drying according to laws of thermodinamic modifications. It has been demonstrated that, constant /given/ rate of drying regime can be provided by corresponding selection of parameters of drying regime. It has been determined, that adapted automated system of control (ASC) makes it possible to provide required accuracy of measurement of moisture. Industrial introduction of elaborated system was realised, method of moisture test and structure of high-exacted transverters were proposed.

Ключові слова: зерно; вологість; термogrавиметричний метод; тепломасоперенос; адаптація; система вимірювання вологовмісту; похибки методу, засобів вимірювання, методик виконання вимірювання; градування; перевірка; ймовірність контролю; інформація; моделювання; експеримент; випробування.

теоретическим методом. Дисертація на звання кандидата технічних наук по спеціальності 05.11.16 – інформаційно-вимірні системи (в науці і промисловості), Вінницький державний технічний університет, Вінниця, 1996.

Закладена її научна робота, в якій одержано теоретическі і експериментальні дослідження вимірювання вологості термогравіметричним методом, а також інформаційно-вимірні системи, що дозволяють покращити якість, надійність, повторюваність сушки по заданим параметрам режиму сушки згідно з вимогами технологічних схем. Показано, що відповідним підбором параметрів режиму сушки можна забезпечити за заданою (задану) швидкість. Установлено, що адаптивна АСУ покращує якість вимірювання вологості. Осуществлено промислове впровадження розробленої системи, проведено спільне опрацювання алгоритма, а також структури високоякісних програмно-технічних засобів контролю вологості.

Kozubets N.K. Information-measuring system for automation of control of parameter when measuring grain moisture by thermogravimetric method. The thesis for a seeking of the scientific degree of speciality 05.11.16 - information-measuring systems (in science and industry); Vinnytsia State Technical University, Vinnytsia, 1996.

It contains scientific works, which contain theoretical and experimental investigation of measuring of moisture by thermogravimetric method and also information - measuring system permitting increase of quality, reliability, reproducibility of drying according to laws of thermodynamic modifications. It has been demonstrated that, constant /given/ rate of drying regime can be provided by corresponding selection of parameters of drying regime. It has been determined, that adapted automated system of control (ASC) makes it possible to provide required accuracy of measurement of moisture. Industrial introduction of elaborated system was realized, method of moisture test and structure of high-accuracy transmitters were proposed.

Підписано до друку 29.10.1996 р.
Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,6.
Тираж 100 прим. Замовлення № 96-584.01.
Надруковано фірмою "КОНТИНЕНТ"
м. Вінниця, вул. Козицького, 13, т. 35-35-20.

AB 36.004