

УДК 681.518.22

doi: 10.20998/2413-4295.2025.04.04

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗАВОДІВ З ВИГОТОВЛЕННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

І. В. ГРИГОРЕНКО, А. Г. ЛАШКОВ*

кафедра інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

* e-mail: grigmaestro@gmail.com

АНОТАЦІЯ Процес виготовлення макаронних виробів, як і більшість технологічних процесів, потребує постійного контролю на всіх стадіях виробництва. Задачі підвищення точності вимірювань та вірогідності контролю технологічного обладнання постійно ставляться перед розробниками систем. Вирішення таких задач залежить як від підвищення точності обробки первинної інформації, так і від точності обраних сенсорів, що використовуються на окремих ділянках технологічного процесу. Сенсори є важливим компонентом вимірювальних каналів, що входять до складу інформаційно-вимірювальних систем (ІВС). Саме ІВС здатна забезпечити дотримання високої якості макаронних виробів, як найпоширенішого харчового продукту у світі. Тільки в Україні споживання макаронних виробів у середньому становить 6,0 – 7,0 кг на людину на рік, а у деяких країнах ця цифра доходить до 30 кг на людину на рік. Такі цифри пов'язані з тим, що макаронні вироби мають високу харчову цінність, можливість швидкого приготування та можливість тривалого зберігання без зміни якості. Саме для забезпечення високої якості потреб підприємств із виробництва макаронних виробів представлено розроблену ІВС. Виконання поставленої задачі досягнуто шляхом контролю параметрів технологічного процесу у встановлених інтервалах допуску. Розроблена ІВС здатна отримувати інформацію із ділянок контролю завдяки використанню сучасних високоточних сенсорів, обробляти отриману інформацію з подальшою передачею даних до обчислювальної машини вищого рівня. Система дає можливість попереджати виникнення аварійних ситуацій на об'єкті контролю шляхом швидкого отримання, обробки і передачі поточних значень параметрів контролю для формування виконавчих впливів. Наведено структурну схему ІВС, розглянуто її основні елементи, на підставі вибору яких розроблено електричну принципову схему ІВС. Виконано аналіз похибок по каналах системи, який довів можливість забезпечення високої точності та вірогідності контролю запропонованого варіанту ІВС.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система; сенсор; технологічний процес; похибка; макаронні вироби.

INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR PASTA PRODUCTION FACTORIES

I. HRYHORENKO, A. LASHKOV

Department of information and measuring technologies, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, UKRAINE

ABSTRACT The process of making pasta, like most technological processes, requires constant control at all stages of production. The tasks of increasing the accuracy of measurements and the reliability of control of technological equipment are constantly faced by system developers. Solving such tasks depends both on increasing the accuracy of processing primary information and on the accuracy of selected sensors used in individual sections of the technological process. Sensors are an important component of measuring channels that are part of information and measuring systems (IMS). It is the IMS that is able to ensure the high quality of pasta, as the most common food product in the world. In Ukraine alone, pasta consumption averages 6,0 – 7,0 kg per year per person, and in some countries this figure reaches 30 kg per year per person. Such figures are due to the fact that pasta has high nutritional value, the ability to cook quickly and the ability to store for a long time without changing quality. It is to ensure high quality that the IMS developed to meet the needs of pasta production enterprises is presented. The task was achieved by controlling the parameters of the technological process within the established tolerance intervals. The developed IMS is able to receive information from control areas through the use of modern high-precision sensors, process the received information with subsequent data transfer to a higher-level computer. The system makes it possible to prevent emergency situations at the control object by quickly receiving, processing and transferring current values of control parameters to form executive actions. The structural diagram of the IMS is presented, its main elements are considered, based on the selection of which the electrical schematic diagram of the IMS was developed. An analysis of errors in the system channels was performed, which proved the possibility of ensuring high accuracy and reliability of control of the proposed IMS variant.

Keywords: pasta, information and measuring system; sensor; technological process; error; pasta.

Вступ

У наш час макаронні вироби (паста) є одним із найпопулярніших харчових продуктів у світі, бо це не просто їжа, а й важлива частина культурної спадщини багатьох народів. Різні культури споживали пасту

протягом тривалого часу, і сьогодні вона стала невід'ємною складовою кухонь усього світу. Її витоки оповиті міфами та легендами, адже подібні вироби готували в Китаї, Японії, Італії та інших країнах [1]. Майже кожна нація може похвалитися власним видом пасти.

Виробництво пасти розвивалося від невеликих партій і дослідних зразків до сучасного промислового масштабу. Сьогодні, в умовах розвиненої харчової індустрії, спостерігається стрімке зростання виробництва та споживання пасти, адже її різновидів стало більше, ніж будь-коли. Кожна країна має власні рецепти приготування та унікальні форми пасти, але пшениця є найважливішою культурою з погляду світового виробництва пасти завдяки своєму універсальному високоякісному борошну [2].

У [3] зазначено, що: «текстура, колір та зовнішній вигляд є важливими аспектами, що впливають на характеристики якісних макаронних виробів. Взаємозв'язок між цими якостями та технологічними методами, що використовуються у виробництві макаронних виробів, наголошує на необхідності чіткого розуміння якісних характеристик макаронних виробів. Додавання різних функціональних інгредієнтів у макаронні вироби викликає суттєві структурні та поживні зміни, змінюючи якість приготування, функціональні властивості, текстуру та колірний профіль, які всі важливі для визначення кінцевої якості макаронних виробів». У дослідженні [4] встановлено: «технології, що використовуються у виробництві макаронних виробів, значно впливають на властивості крохмалю і білка в тесті, а ці зміни впливають кінцеві властивості макаронних виробів». У роботі [5] підкреслюється, що: «проблемою споживання макаронних виробів є зростаюча поширеність захворювань, пов'язаних з глютенном, таких як целиакія, підвищила попит на безглютенові продукти, що висунуло на перший план значну економічну та медичну проблему.

На підставі огляду світових наукових тенденцій з розвитку виробництва пасти можна визначити зацікавленість світової наукової спільноти проблемами забезпечення якості макаронних виробів. Для забезпечення якості продукції при масовому виробництві є доцільним використовувати ІВС при контролі технологічного процесу (ТП). Завдяки використанню при розробці ІВС якісної елементної бази є можливість зменшити систематичні похибки вимірювань і таким чином підвищити точність контролю параметрів ТП, і як наслідок – забезпечити якість макаронних виробів.

У роботах [6,7] показано як використання високоточних вимірювальних перетворювачів (ВП) у складі вимірювальних каналів (ВК) ІВС дозволяє підвищити точність отриманої інформації і вірогідність контролю основних параметрів ТП.

Мета роботи

Об'єктом розробки є ІВС для вирішення задач контролю процесу виготовлення макаронних виробів, що призначена для контролю температури, тиску при вакуумуванні, тиску пресування, рівня вологості тіста, швидкості пресування виробів та швидкості повітря при сушінні на ділянках ТП.

Мета роботи – розроблення системи контролю виготовлення макаронних виробів, а саме: розробка структурної схеми ІВС, алгоритму її роботи, вибору основних елементів, створення принципової електричної схеми, аналізу похибок по кожному з каналів вимірювання.

Основними характеристиками ІВС є: вимірювання температури на ділянках ТП у діапазоні від $+20^{\circ}\text{C}$ до $+110^{\circ}\text{C}$, тиск при вакуумуванні до 40 кПа, тиск пресування до 10 МПа, швидкість пресування виробів до 20 м/год, рівень вологості тіста до 32,5 %, відносна вологість повітря до 90 %. Похибка вимірювань по кожному з каналів не повинна перевищувати 1,5 %.

Основна частина

ІВС для технологічного процесу виготовлення макаронних виробів розроблена на базі мікроконтролера (МК) *ATmega16* [8] та має одинадцять каналів вимірювання (рис. 1) і охоплює п'ять ділянок ТП. На першому етапі замішування тіста для пасти виконуються три операції: «дозування компонентів», «замішування тіста» і «підготовка до формування». Контролюється температура води у діапазоні $(+30 \dots +85)^{\circ}\text{C}$, а конкретна температура встановлюється у залежності від виду замісу, що використовується при виробництві: «холодний заміс тіста» – температура води до 30°C ; «тепліший заміс» – температура води $(+55 \dots +65)^{\circ}\text{C}$. Оскільки температура у ТП не перевищує $+125^{\circ}\text{C}$, то є доцільним використовувати напівпровідникові сенсори *DS18B20-3M-TUBE-IP67* [9] (ПВП 1, ПВП 6, ПВП 7, ПВП 10). Для контролю вологості тіста сенсора використано універсальний вологомір *FIZEPR-SW1 00.11* [10] (ПВП 2). Для контролю тиску при вакуумуванні використано сенсор тиску (ПВП 3) *APZ3420s* [11].

На етапі «Формування сирих виробів» контролюється тиск пресування пасти у діапазоні $(5 \dots 10)$ МПа сенсором тиску *APZ 3420s* (ПВП 4) і швидкість пресування виробів 20 м/год. оптичним інкрементальним енкодером *SPLC-SEN-HY-38P6-L5AR-1000* (ПВП 5) [12].

На етапі «Сушіння макаронних виробів» для вимірювання відносної вологості повітря використано *SHT31* (ПВП 8), що забезпечує точність вимірювання до $\pm 1,5$ %. Для контролю швидкості повітря використано п'єзорезистивний диференціальний сенсор тиску *MPXV7002* [13] (ПВП 9).

На етапі «Стабілізація вологості макаронних виробів» вологість контролює сенсор *Hydronix (Hydro-Mix XT)* [14] (ПВП 11).

Для програмування МК і передачі даних на відстань до електронної обчислювальної машини (ЕОМ) використано інтерфейс RS 485. Для перегляду поточних значень параметрів, що контролюються використано цифровим модулем на контролері *HD44780*.

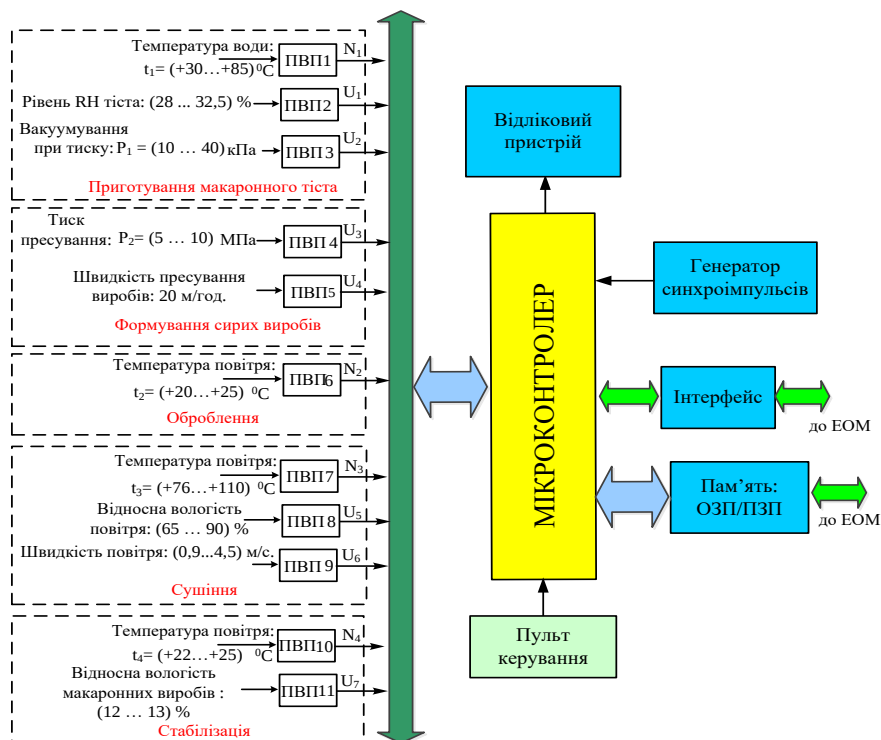


Рис. 1 – Структурна схема ІВС для заводу по виготовленню макаронних виробів

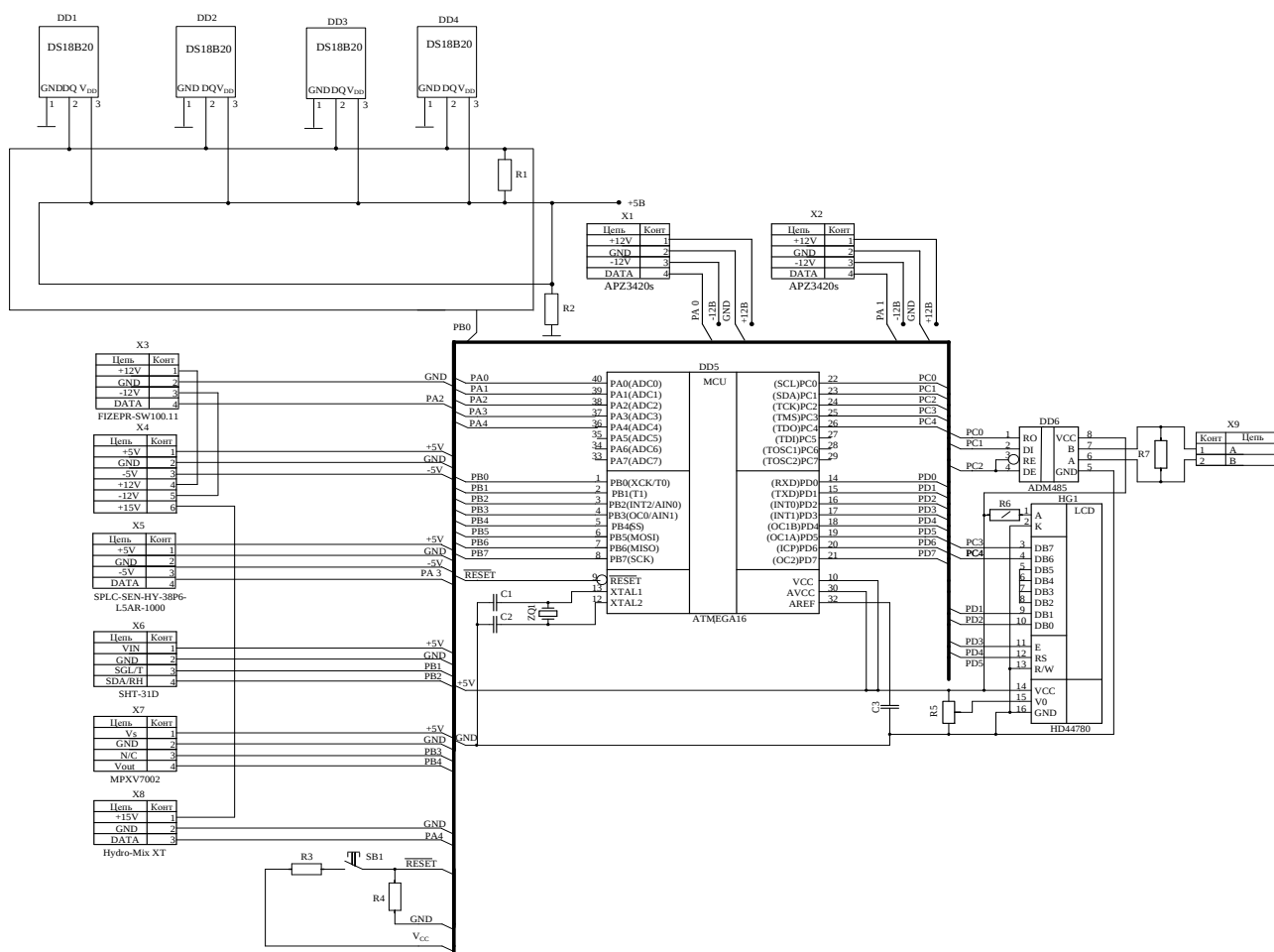


Рис. 2 – Схема електрична принципова ІВС

Впровадження на виробництві розробленої IBC на основі сучасних високоточних сенсорів і МК *Atmega16* дає можливість підвищити точність вимірювань і вірогідність контролю виготовлення пасти.

На підставі структурної схеми IBC розроблено електричну принципову схему, яка представлено на рис. 2. Алгоритм роботи IBC містить сукупність базових кроків:

- початкове налаштування МК;
- вибір вимірювального каналу
- очікує готовності даних від ВК;
- зчитування МК інформації від ВК;
- порівняння МК поточних даних з уставками;
- передача інформації про поточне значення параметрів до ЕОМ;

– відображатися інформації про поточне значення параметрів на відліковому пристрої.

На рис. 2 сенсори температури на етапах ТП представлені мікросхемами *DD1 – DD4*. Для організації сигналів обміну даними з сенсорами температури, вихід *PB0* підтягується до потрібного рівня за допомогою резистора *R1 4,7 кОм* до шини живлення *+5 В*. Сенсори тиску при вакуумуванні та на етапі «Формування сирих виробів» (*APZ 3420s*) підключаються до роз'єднувачів *X1* і *X2*.

Сенсор контролю вологості тіста на етапі «Приготування макаронного тіста» *FIZEPR-SW1 00.11* підключається до роз'єднувача *X3*. Живлення електричної схеми IBC здійснюється через роз'єднувач *X4*.

Сенсор швидкості пресування виробів *SPLC-SEN-HY-38P6-L5AR-1000* підключається до роз'єднувача *X5*.

Сенсор відносної вологості повітря *SHT31* підключається до роз'єднувача *X6*.

Сенсор контролю швидкості повітря *MPXV7002* підключається до роз'єднувача *X7*.

Сенсор вологості на етапі «Стабілізація вологості макаронних виробів» *Hydronix (Hydro-Mix XT)* підключається до роз'єднувача *X8*.

Мікроконтролер *Atmega16* представлено мікросхемою *DD5*. Його скидання здійснюється перемикачем *SB1*. Конденсатори *C1* та *C2* забезпечують режим роботи з частотою *16 МГц* кварцового резонатора *ZQ1*.

Результат вимірювання, за необхідністю, виводиться на відліковий пристрій, що представлений мікросхемою *HD44780 (HG1)*. Резистор *R5* регулює яскравість індикатора.

Результат вимірювань також передається до ЕОМ через роз'єднувач *X9*, по послідовному інтерфейсу *RS485 (DD6)*.

Розглянемо основні джерела похибок.

Похибка сенсорів температури моделі *DS18B20-3M-TUBE-IP67* у робочому діапазоні температур: -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ не перевищує $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Похибка сенсора тиску *APZ 3420s* становить $\pm 0,1\%$ у всьому діапазоні вимірювань.

Похибка сенсора контролю вологості тіста *FIZEPR-SW1 00.11* становить $\pm 1,0\%$ у всьому діапазоні вимірювань.

Похибка сенсора швидкості пресування виробів *SPLC-SEN-HY-38P6-L5AR-1000* становить $\pm 0,5\%$.

Похибка сенсора вологості повітря *SHT31* становить $\pm 2,0\%$, а точність вимірювання температури: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Похибка сенсора контролю швидкості повітря *MPXV7002* становить $\pm 1,0\%$.

Похибка сенсора вологості *Hydronix (Hydro-Mix XT)* становить $\pm 1,0\%$.

Відносна похибка вбудованого у мікроконтролер *Atmega16* АЦП становить $\pm 0,1\%$.

Вказані значення похибок є найбільшими по ВК IBC, тому саме їх і взято для розрахунків сумарних відносних похибок по каналах вимірювання.

Сумарну похибку по ВК при довірчій ймовірності $P = 0,95$ і наявності двох складових розраховано за формули [15]:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N \delta_i^2},$$

де N – загальна кількість складових, що вносять вклад у похибки перетворення; δ_i – відносні значення складових сумарної похибки; $1,1$ – коефіцієнт, що визначається відповідно до прийнятого значення довірчої ймовірності (у даному випадку $P = 0,95$ і дві складові) [15].

Дві складові похибки будуть мати місце по п'яти з одинадцяти каналам вимірювання, а саме:

– сумарна похибка по двом каналам вимірювання тиску сенсорами тиску *APZ 3420s*:

$$\delta_{\Sigma P} = 1,1 \cdot \sqrt{0,1^2 + 0,1^2} = 0,16\%;$$

– сумарна похибка по каналу контролю вологості тіста сенсором *FIZEPR-SW1 00.11*:

$$\delta_{\Sigma RH} = 1,1 \cdot \sqrt{1^2 + 0,1^2} = 1,1\%;$$

– сумарна похибка по каналу контролю швидкості пресування виробів сенсором *SPLC-SEN-HY-38P6-L5AR-1000*:

$$\delta_{\Sigma V} = 1,1 \cdot \sqrt{0,5^2 + 0,1^2} = 0,56\%;$$

– сумарна похибка по каналу контролю рівня вологості сенсором *Hydronix (Hydro-Mix XT)*:

$$\delta_{\Sigma RH\%} = 1,1 \cdot \sqrt{1^2 + 0,1^2} = 1,1\%.$$

Отримані похибки цілком задовольняють умовам технічного завдання – не перевищують 1,5 %.

Висновки

У представлений роботі була розроблена ІВС для заводів з виробництва макаронних виробів, що вирішує задачу автоматичного, високоточного контролю основних параметрів ТП виготовлення пасти, що дозволяє як зменшити вплив оператора на роботу технологічного обладнання так і підвищити якість продукції завдяки своєчасному контролю.

Представлено розроблену структурну та електричну принципову схеми ІВС, які містять у собі сучасні високоточні елементи, зокрема сенсори рівнів технологічних параметрів, що дає можливість забезпечувати необхідний рівень точності і вірогідності отриманих результатів.

Виконано розрахунок похибок по ВК ІВС, який довів виконання умов технічного завдання із забезпечення точності вимірювань не гірше за 1,5 %.

Список літератури

1. Roshini J., Pandey A. K., Vashishth R. History and Origin of Pasta. In: Sharma S., Sharma R., Gupta A., Bobade H. (eds). *Advances in Pasta Technology*. 2025. doi: 10.1007/978-3-031-84497-3_1.
2. Coskun M., Argun S., Kirtil E. Improving the physical stability of virgin olive oil mayonnaise. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*. 2022. Vol. 8, Iss. 4. P. 543–554. doi: 10.28979/jarnas.1097902.
3. Jhans B., Sharma R., Sharma D., Sharma S., Bobade H. Quality Characteristics of Pasta. In: Sharma S., Sharma R., Gupta A., Bobade H. (eds). *Advances in Pasta Technology*. 2025. doi: 10.1007/978-3-031-84497-3_5.
4. Varsha L., Sudheesh C., Sunooj K. V. Technology of Pasta Making. In: Sharma S., Sharma R., Gupta A., Bobade H. (eds). *Advances in Pasta Technology*. 2025. P. 43–63. doi: 10.1007/978-3-031-84497-3_3.
5. Mohseni M., Shotorbani P. M., Basti A. A., Azimi Ye. Quality evaluation of gluten-free pasta enhanced with carboxymethyl cellulose gum: rheological properties, characterization, cooking tests, and sensory analysis. *Journal of AOAC International*. Vol. 108, Iss. 4. July-August 2025. P. 539–548. doi: 10.1093/jaoacint/qsaf042.
6. Григоренко І. В., Григоренко С. М., Плеснецов С. Ю., Шибанов А. А. Розробка інформаційно-вимірювальної системи та перевірка її метрологічної надійності методом дисперсійного аналізу. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2025. № 1 (23). С. 32–39. doi: 10.20998/2413-4295.2025.01.04.
7. Григоренко І. В., Григоренко С. М., Шибанов А. А., Лисенко В. В. Обробка інформації з мікропроцесорної вимірювальної системи для технологічного процесу виробництва вершкового масла. *Метрологія та прилади*. 2025. № 1. С. 54–59. doi: 10.30837/2663-9564.2025.1.08.
8. Мікроконтролер ATmega16. URL: <https://greenchip.com.ua/24-0-214-0.html> (дата звернення: 08.11.2025).

9. DS18B20. Опис роботи сенсора температури. URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ds18b20&gad_source=1&gad_campaignid=170327939&gbraid=0AAAAADcdDU99DK9nNKKTeuBh9QUYVvJE0&gclid=Cj0KCQiAxonKBhC1ARIsAIHq_lvCAE7TX2Xw9jrRvLW-tdy0WnqmpnOHQ8-PFDv7jZG33SNI8JST6gAaAmglEALw_wcB (дата звернення: 10.11.25).
10. Універсальний вологомір FIZEPR-SW1 00.11. URL: <https://labdepo.com.ua/universalnij-ologomir-fizepr-sw10011-ua>. (дата звернення: 14.11.25).
11. Сенсори тиску APZ3420s. URL: https://www.jumo.ua/web/products/pressure/transmitter?gad_source=1&gad_campaignid=22513785966&gbrai. (дата звернення: 16.11.25).
12. Оптичний інкрементальний енкадер з порожнистим валом SPLC-SEN-HY-38P6-L5AR-1000. URL: <https://spc.com.ua/products/splc-sen-hy-38p6-l5ar-1000-encoder?srltid=AfmBOoqogu66Iyus4lwf9PEOdSNIWF1JWM35qthsSnEJDsVjs2FMl2> (дата звернення: 16.11.25).
13. Сенсори тиску. URL: https://aqteck.ua/ua/datchyky/datchyky-tysku?utm_term=%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%20%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F&gad_source=1&gad_campaignid=21794320444&gbraid=0AAAAADi_b5iE8a9QNYz6PX0qSEgEr1-9u&gclid=CjwKCAiA_orJBhBNEiwABkdmjC3UTZl4MX67FTcgpWUuvztitfl7RHID71W1ABIZKlCReDMD4HmksxoCqygQAvD_BwE. (дата звернення: 16.11.25).
14. Сенсор вологості Hydronix (Hydro-Mix XT). URL: https://www.hydronix.com/products/hydro-mix/?utm_term=hydro-mix&utm_campaign=Hydronix+-+Brand&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_ac=2164212169&hsa_cam=11371569998&hsa_grp=182724831839&hsa_ad=767809162945&hsa_src=g&hsa_tgt=aud-1647172838771. (дата звернення: 17.11.25).
15. Чинков В. М. *Основи метрології та вимірювальної техніки*. Харків: НТУ «ХПІ», 2005. 524 с.

References (transliterated)

1. Roshini J., Pandey A. K., Vashishth R. History and Origin of Pasta. In: Sharma S., Sharma R., Gupta A., Bobade H. (eds). *Advances in Pasta Technology*, 2025, doi: 10.1007/978-3-031-84497-3_1.
2. Coskun M., Argun S., Kirtil E. Improving the physical stability of virgin olive oil mayonnaise. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 2022, Vol. 8, Iss. 4, pp. 543–554, doi: 10.28979/jarnas.1097902.
3. Jhans B., Sharma R., Sharma D., Sharma S., Bobade H. Quality Characteristics of Pasta. In: Sharma S., Sharma R., Gupta A., Bobade H. (eds). *Advances in Pasta Technology*, 2025, doi: 10.1007/978-3-031-84497-3_5.
4. Varsha L., Sudheesh C., Sunooj K. V. Technology of Pasta Making. In: Sharma S., Sharma R., Gupta A., Bobade H. (eds). *Advances in Pasta Technology*, 2025, pp. 43–63, doi: 10.1007/978-3-031-84497-3_3.
5. Mohseni M., Shotorbani P.M., Basti A. A., Azimi Ye. Quality evaluation of gluten-free pasta enhanced with carboxymethyl cellulose gum: rheological properties, characterization, cooking tests, and sensory analysis. *Journal of AOAC International*, Vol. 108, Iss. 4, July-August, 2025, pp. 539–548, doi: 10.1093/jaoacint/qsaf042.
6. Hryhorenko I. V., Hryhorenko S. M., Plesnetsov S. Yu., Shibanov A. A. Development of an information-measuring

- system and verification of its metrological reliability by the method of variance analysis. *Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: New solutions in modern technologies*. Kharkiv: NTU «KhPI», 2025, no. 1 (23), pp. 32–39, doi: 10.20998/2413-4295.2025.01.04.
7. Hryhorenko I. V., Hryhorenko S. M., Shibarov A. A., Lysenko V. V. Processing information from a microprocessor measuring system for the technological process of butter production. *Metrology and Instruments*, 2025, no. 1, pp. 54–59, doi: 10.30837/2663-9564.2025.1.08.
 8. Mikrokontroler ATmega16. Available at: <https://greenchip.com.ua/24-0-214-0.html> (accessed: 08.11.2025).
 9. DS18B20. Opis roboty datchyka temperatury. [Description of the temperature sensor operation]. Available at: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ds18b20&gad_source=1&gad_campaignid=170327939&gbraid=0AAAAADcdDU99DK9nNKKTeuBh9QUYVvJE0&gclid=Cj0KCQiAxonKBhC1ARIsAIHqLvCAE7TX2Xw9jrRvLW-tdy0WnqmpnOHQ8-PFDv7jZG33SNI8JST6gAaAmglEALw_wcB (accessed 10.11.25).
 10. Universal'nyy volohomir FIZEPR-SW1 00.11 [Universal moisture meter]. Available at: https://labdepo.com.ua/universalnij-vologomir-fizepr-sw10011-_ua. (accessed 14.11.25).
 11. Datchyky tysku APZ3420s [Pressure sensors APZ3420s]. Available at: https://www.jumo.ua/web/products/pressure/transmitter?gad_source=1&gad_campaignid=22513785966&gbraid (accessed 16.11.25).
 12. Optychnyy inkremental'nyy enkoder z porozhnystym valom SPLC-SEN-HY-38P6-L5AR-1000 [Optical incremental encoder with hollow shaft SPLC-SEN-HY-38P6-L5AR-1000]. Available at: <https://spc.com.ua/products/splc-sen-hy-38p6-l5ar-1000-encoder?srsltid=AfmBOoqogu66IIyus4lwf9PEOdSNIWF1JWM35qthsSnEJDsVjs2FMI2> (accessed 16.11.25).
 13. Datchyky tysku [Pressure sensors]. Available at: https://aqteck.ua/ua/datchyky/datchyky-tysku?utm_term=%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%20%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F&gad_source=1&gad_campaignid=21794320444&gbraid=0AAAAADi_b5iE8a9QNYz6PX0qSEgEr1-9u&gclid=CjwKCAiA_orJBhBNEiwABkdmjC3UTZl4MX67FTcgpWUuvztitfl7RHID71W1ABIZKlCrcDMD4HmksxoCqygQAvD_BwE. (accessed 16.11.25).
 14. Datchyk volohosti. Hydronix (Hydro-Mix XT) [Humidity sensor]. Available at: https://www.hydronix.com/products/hydro-mix/?utm_term=hydro-mix&utm_campaign=Hydronix+-+Brand&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2164212169&hsa_cam=11371569998&hsa_grp=182724831839&hsa_ad=767809162945&hsa_src=g&hsa_tgt=aud-1647172838771 (accessed 17.11.25).
 15. Chynkov V. M. *Osnovy metrolohii ta vymyriuvanoi tekhniki [Fundamentals of Metrology and Measurement Technology]*. Kharkiv. NTU «KhPI», 2005, 524 p.

Відомості про авторів (About authors)

Григоренко Ігор Володимирович – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна; ORCID: 0000-0002-4905-3053; e-mail: grigmaestro@gmail.com.

Ihor Hryhorenko – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Information and measuring technologies, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0002-4905-3053; e-mail: grigmaestro@gmail.com

Лашков Андрій Геннадійович – аспірант кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна; ORCID: 0009-0006-3128-4941; e-mail: Andrii.Lashkov@infiz.khpi.edu.ua

Andrii Lashkov – Postgraduate student of the Department of Information and measuring technologies, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0009-0006-3128-4941; e-mail: Andrii.Lashkov@infiz.khpi.edu.ua

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Григоренко І. В., Лашков А. Г. Інформаційно-вимірювальна система для заводів з виготовлення макаронних виробів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». 2025. № 4 (26). С. 24–29. doi:10.20998/2413-4295.2025.04.04.

Please cite this article as:

Hryhorenko I., Lashkov A. Information and measurement system for pasta production factories. *Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2025, no. 4 (26), pp. 24–29, doi:10.20998/2413-4295.2025.04.04.

*Надійшла (received) 16.11.2025
Прийнята (accepted) 18.12.2025*