

УДК 681.5:621.314.57

**ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОГРАМНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В
ЗЕРНОСХОВИЩІ****О. В. СТРОКАНЬ*, В. В. ПРОКОПЕНКО***Кафедра інформаційних технологій, Таврійський державний агротехнологічний університет, Мелітополь, УКРАЇНА*** email: oksana.strokan@yandex.ua*

АНОТАЦІЯ У статті проаналізовано умови зберігання зернової маси в зерносховищах, зокрема розглянуто такий тип зерносховищ як силос. Розглянуто існуючі засоби забезпечення заданих параметрів мікроклімату у зерносховищах. З метою поліпшення якості та збереження зернової маси під час її зберігання у силосах пропонується інформаційно-програмна система управління мікрокліматом в зерносховищі, яка поєднує в собі засоби управління мікрокліматом у силосі та інформаційну базу даних для зберігання нормативних та поточних значень таких параметрів мікроклімату зерносховища як температура і вологість. Застосування такої системи дасть змогу забезпечити оптимальні мікрокліматичні параметри зберігання зерна в залежності від тривалості зберігання зерна, температури і вологості зовнішнього середовища, етапу аерації.

Ключові слова: база даних, мікроклімат, силос, інформаційна система, інтерфейс.

АННОТАЦИЯ В статье проанализированы условия хранения зерновой массы в зернохранилищах, в частности рассмотрен такой тип зернохранилищ как силос. Рассмотрены существующие средства обеспечения заданных параметров микроклимата в зернохранилищах. С целью улучшения качества и сохранения зерновой массы во время ее хранения в силосах предлагается информационно-программная система управления микроклиматом в зернохранилище, которая сочетает в себе средства управления микроклиматом в силосе и информационную базу данных для хранения нормативных и текущих значений таких параметров микроклимата зернохранилища как температура и влажность. Применение такой системы позволит обеспечить оптимальные микроклиматические параметры хранения зерна в зависимости от продолжительности хранения зерна, температуры и влажности внешней среды, этапа аэрации.

Ключевые слова: база данных, микроклимат, силос, информационная система, интерфейс.

**INFORMATION AND SOFTWARE CONTROL SYSTEM OF MICROCLIMATE IN THE
GRANARY****O.V. STROKAN, V. V. PROKOPENKO***Department of information technology, Tavria state agrotechnological University, Melitopol, UKRAINE*

ABSTRACT The article analyzes the conditions of storage of grain mass in the silo, in particular, considered this type of silos as silage. The existing means of ensuring the given parameters of the microclimate in granaries. The main disadvantage of existing systems to ensure optimum conditions of grain storage is the lack of response of systems to change the stage of aeration, reporting on the change of temperature parameters throughout the line of grain storage in silos and uninformative interface. With the aim of improving the quality and safety of grain mass during storage in silos proposed information-program the climate control in the granary, which combines means of climate control in silos and information database for storing regulatory and current values of such parameters of microclimate as the granary temperature and humidity. The process to maintain the set temperature parameters of grain storage in the silo is as follows. The entire period of storage of the grain mass is divided into the stages of aeration, each of which is characterized by its grain temperature. The system responds to the change of step aeration and provides, in accordance with the current stage of aeration required temperature supplied to the silo of air. The proposed system has a user interface where the user can obtain information about the state of the climate in the granary. There are also signaling means and means for analysis of the temperature and humidity characteristics. The report can be displayed on the monitor and printing. The use of such a system would ensure optimal microclimatic parameters of grain storage depending on the duration of grain storage, temperature and humidity of the external environment, as well as on stage aeration. This will greatly improve the efficiency of grain storage, namely to improve the safety of the grain mass, its quality and organoleptic properties.

Keywords: base data, microclimate, silage, information system, interface.

Вступ

В агропромисловому комплексі України зосереджено близько третини загального обсягу основних виробничих фондів господарства України і

виробляється понад 30% валової продукції [7]. Більш як половина цієї продукції надходить на переробку, за рахунок чого формується значна частка фонду народного споживання. Одним із резервів збільшення обсягів сільськогосподарської продукції є скорочення

її втрат, які спричинюються, зокрема, порушеннями під час зберігання. Основним завданням при зберіганні зерна є збереження його кількості та якості. При зберіганні зерна велика увага приділяється мікроклімату, в якому воно зберігається. До головних параметрів мікроклімату зберігання зерна належать температура і вологість.

Вплив температури міститься у наступному. Комахи часто є головною причиною псування зерна, яке зберігається. Кількість шкідників зростає з того моменту, коли зерно закладають у зерносховище у літку, і до зими, коли зниження температури уповільнює їх ріст. Репродуктивність шкідників є дуже інтенсивною при температурі від 25⁰С до 40⁰С, так як ця температура є оптимальною для їх розмноження. Тому необхідно своєчасно приймати міри по зниженню температури зернової маси. При підвищенні вологості спостерігається скважистість зернової маси, тобто відношення об'єму, зайнятого проміжками між твердими частками зерна. Це призводить до нерівномірного забезпечення повітрям окремих ділянок зернової маси, а також до самонагрівання, що негативно впливає на органолептичні показники, хімічний склад і посівні якості зерна [1, 2, 9]. Тому пропонується розробити автоматизовану систему управління мікрокліматом зерносховища, яка дозволить автоматизований контроль і регулювання температурного режиму у зерносховищі відповідно до ДСТУ [4].

Мета роботи

Пропонується система, яка дозволить забезпечити задані параметри мікроклімату у зерносховищі на всьому протязі зберігання зернової маси, а також забезпечити зберігання нормованих та моніторингових значень температури і вологості у силосі, надати звітність по цих процесах.

Виклад основного матеріалу

Основним видом зерносховища є силоси [6, 7]. Силоси здатні забезпечити надійне та тривале зберігання кондиційного зерна при низьких енергетичних витратах, а також тимчасове зберігання вологого зерна з вентиляванням та охолодженням. Система активного вентилявання силосу містить в собі: вентилятори, повітряпідводящі патрубки, пристрій розподілення повітря у насипу зерна – вертикальний повітрярозподілвач, повітроводи. Силоси обладнані системою контролю температури і датчиком верхньої межі рівня зерна. Контролювання температури зернової маси відбувається за допомогою датчиків температури – термопідвісок, які можуть розташовуватися на трьох рівнях уздовж зернового стовпа. Також силоси обладнані системою активного вентилявання, до складу якої входить вентилятор, калорифер та охолоджувальна установка.

На ринку електронної техніки існує багато систем, які здатні в автоматизованому режимі забезпечувати комфортні мікрокліматичні умови в середині силосу на протязі всього циклу зберігання зернової маси [5, 10].

Аналіз існуючих систем управління мікрокліматом зерносховищ типу силос показує, що головним їх недоліком є відсутність засобів контролювання і реагування на зміну вологості повітря, яке подається в бункер, а також малоінформативне діалогове вікно користувача з програмою.

Особливості технічних характеристик і комплектації силосів для зберігання зерна у наш час вимагають удосконалення процесу контролювання і забезпечення необхідних параметрів мікроклімату в зерносховищах такого типу. Рекомендується удосконалення виконати за рахунок застосування засобів комп'ютерного управління, а саме за рахунок розробки відповідного програмного продукту, який би дозволив автоматизувати процес управління температурними і вологісними параметрами повітря зерносховища, а також забезпечити комфортну взаємодію системи і користувача.

Автоматизована система управління мікрокліматом зерносховища функціонує на базі технічного, програмного та інформаційного забезпечення. Технічне забезпечення являє собою сукупність технічного обладнання. Програмне та інформаційне забезпечення системи являє собою комплекс взаємопов'язаних програмних засобів, які забезпечують у відповідності з вимогами, автоматичне вирішення задач збору інформації, її первинної обробки у формі, зручній для реєстрації, виробітку управляючих впливів.

Технологічний процес зберігання зернової маси в силосі міститься у наступному. Перед засипкою зерна в силоси, воно проходить підготовлення до зберігання: сушку, санітарну обробку. З часу засипки в силос і до кінця свого довгострокового зберігання зерно поступово охолоджується за допомогою вентилятора. Вентилятор направляє потік охолоджуючого повітря через увесь пласт зерна. Температура повітря, яке подається вентилятором, повинна бути на 10-15⁰С прохолодніша за температуру зерна (але не вище 25⁰С). Така температура досягається на півдні в нічний час, тому доцільно, щоби вентилятор вмикався саме при цій температурі зовнішнього повітря, тобто уночі, а вдень, коли температура зовнішнього повітря буде вище 25⁰С – вентилятор повинний бути вимкнений.

Контроль температури зернової маси відбувається на протязі всього циклу зберігання зерна. При цьому контроль здійснюється у трьох точках, розташованих у трьох пластах зернового стовпа: на самому нижньому шарі зернової маси, по середині і під верхом.

Розроблювана система (рис. 1) є людино-машинною системою управління, яка забезпечує автоматизований збір та обробку інформації, необхідної для оптимізації управління. У зв'язку з цим до складу автоматизованої системи забезпечення нормованих параметрів мікроклімату робочого середовища входить вимірювальне обладнання: датчик температури (термопідвіска) – для вимірювання температури зерна, психометр – для вимірювання вологості зовнішнього повітря, датчик температури зовнішнього повітря; оброблюваний пристрій, що функціонує на базі мікропрограмного управління; виконавчі пристрої – вентилятор, який оснащений охолоджувачем.

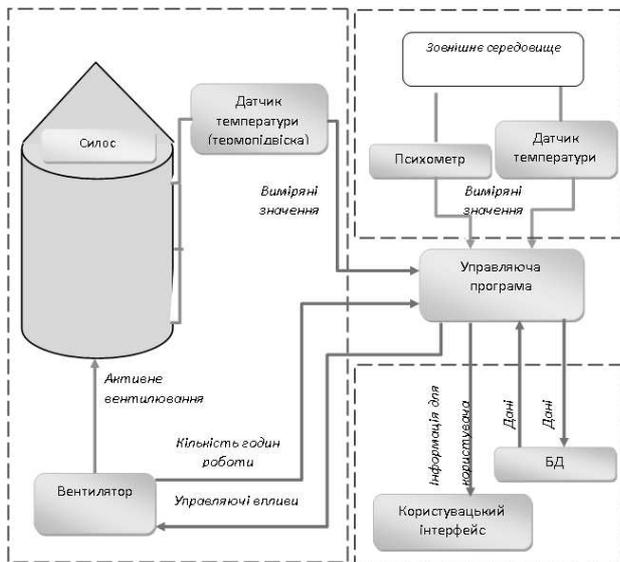


Рис. 1 – Принцип функціонування системи управління мікрокліматом у зерносховищі

Управляюча програма, отримуючи значення вимірюваних величин, виконує розрахункові дії і видає відповідні керуючі впливи на вентилятор. Управляюча програма має зв'язок з базою даних БД ті інтерфейсом користувача, за допомогою якого відбувається діалог між користувачем системи і самою системою. Взаємозв'язок між управляючою програмою і БД має двосторонній характер, тобто відбувається зчитування нормативної інформації з БД і запис поточних значень вимірюваних величин.

Обговорення результатів

Основними завданнями розроблюваного програмного продукту є забезпечення заданих параметрів мікроклімату в силосі. Найважливішим фактором при роботі програмного забезпечення є точність розрахунків та надання відповідних управляючих впливів на виконавчі механізми.

Кінцевий користувач може звернутися до системи з метою отримання такої інформації:

- нормовані значення контрольованих параметрів, а саме температури зерна, температури і вологості зовнішнього середовища;
- поточні значення контрольованих параметрів;
- час роботи вентилятора;
- стан виконавчих приладів (Включено/Виключено);
- рекомендації щодо періодичності використання вентилятора у ручному режимі;
- звіт про зміну контрольованих параметрів мікроклімату у продовж певного часу;
- вивід звіту на друк.

Загальний вигляд користувацького інтерфейсу інформаційно-програмної системи управління мікрокліматом в зерносховищі наведений на рис. 2.



Рис. 2 – Інтерфейс системи

Форма «Режим» - забезпечує можливість вибрати режим роботи системи («Авто» або «Ручн.»). В режимі «Авто» система працює згідно заданого алгоритму, при «Ручн.» - користувач вручну вмикає та вимикає вентилятор.

Форма «Аерація» - сигналізує про стан аерації (Вкл./Викл.).

Форма «Звіти» - виводить звіт по стану мікроклімату за заданий період. Для формування звіту необхідно вибрати часовий діапазон та натиснути кнопку «Показати» (рис. 3).

Звіт можна виводити на монітор або на друк, для цього у правому куті форми «Період звітності» розміщена кнопка «Друк», при натисненні на якій відкривається вікно для встановлення параметрів друку.

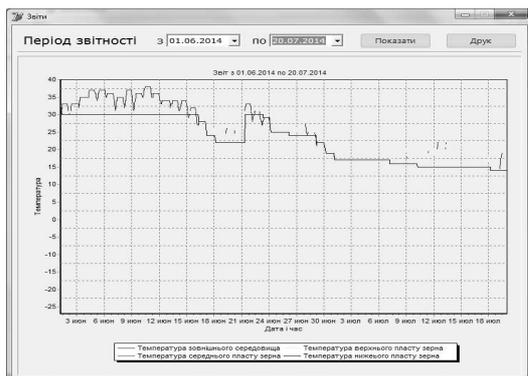


Рис. 3 – Форма «Звіти»

Зона візуалізації стану середовища і виконавчих механізмів вміщує таку інформацію: етап аерації; час роботи вентилятора; поточні значення температури зерна у трьох шарах; температура зовнішнього середовища (рис. 4).

Етап аерації	Час роботи вентилятора
I ЕТАП	45 год
Поточні значення температури зерна	Верх 20 °C
	Центр 20 °C
	Низ 20 °C
Зовнішнє середовище	31 °C

Рис. 4 – Зона візуалізації стану середовища і виконавчих механізмів

Зона зберігання даних – вміщує в себе базу даних: поточних (вимірних) і нормативних значень температурних параметрів, а також дає змогу регулювати рекомендовані параметри аерації зернової маси.

При натисненні на вкладці «Параметри» відкривається вікно (рис. 5), в якому можна виконувати налаштування температурного режиму для кожного етапу аерації зернової маси у силосі. Доступ до зміни температурного режиму має лише користувач з адміністративними параметрами адміністратора (провідний технолог підприємства). Всі інші користувачі мають змогу лише отримувати інформацію.

Також в даному вікні користувач має змогу отримати інформацію про місце розташування бази даних.

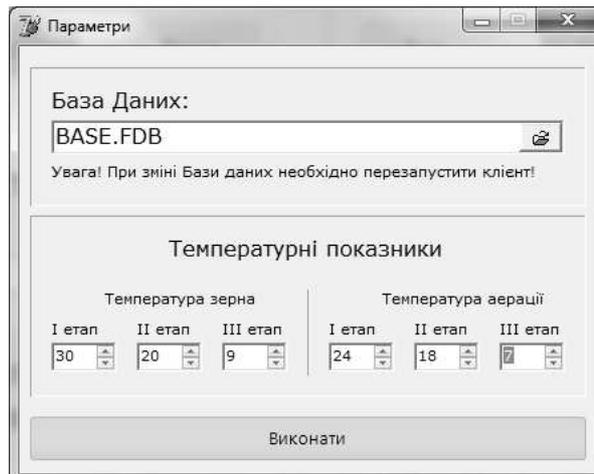


Рис. 5 – Вкладка «Параметри»

Спроекований інтерфейс користувача є інформативним, відповідає ергономічним і психологічним вимогам, які пред'являються до розробок такого типу.

Висновки

Інформаційно-програмна система управління мікрокліматом зерносховища є оригінальною програмною розробкою, що розроблена з метою створення оптимальних умов зберігання зерна в зерносховищі типу силос. Застосування запропонованої системи управління мікрокліматом зерносховища дозволяє підвищити ефективність зберігання зерна, а саме підвищити якість зерна, усунути можливість виникнення помилок від людського фактору, знизити енергоспоживання, контролювати і реєструвати стан мікроклімату у зерносховищі на протязі усього часу зберігання зернової маси.

Список літератури

1. **Атаназевич, В. И.** Сушка зерна. / **В. И. Атаназевич** - М.: Лабиринт. – 1997. – 255 с.
2. **Вобликов, Е. М.** Послеуборочная обработка и хранение зерна / **Е. М. Вобликов, В. А. Буханцов, Б. К. Маратов.** // Ростов н/Д : Изд. центр «МарТ»/ – 2001. – 240 с.
3. **Гуляев, Г. А.** Автоматизация процессов послеуборочной обработки и хранения зерна / **Г. А. Гуляев** // М.: Агропромиздат. – 1990. – 240 с.
4. Зерно заготівельне і постачальне. Терміни та визначення: ДСТУ 2422-99 - [Чинний від 24.07.99]. – К. Держспоживстандарт України, 1999. -18 с. – (Національний стандарт України).
5. **Карпов, В. И.** Типовая отраслевая система управления для предприятий агропромышленного комплекса/ **В. И. Карпов, К. С. Мышенков, В.О. Новицкий** // *Пищевые продукты XXI века: Сб. докл. Юбил. междунар. науч.-практ. конф.* / МГУПП: В 2 т.- М.: Изд. комплекс МГУПП. – 2001 – Т.2. – С. 211-214.

6. Хранение зерна в вентилируемых силосах типа СМВУ. Санитарная обработка, аэрация, контроль [Електронний ресурс]. - Режим доступа: [www/ URL: http://www.pks.mk.ua/aer.html](http://www.pks.mk.ua/aer.html).
7. **Ярошенко, М. В.** Збереження зерна у зерносховищах [Електронний ресурс]/ **М. В. Ярошенко, С. І. Красніков** // *Агробізнес сьогодні*. – 2012. – Вип.14 (237). – С. 48-58. – Режим доступу: <http://www.agrouusiness.com.ua/component/content/article/1170.html>.
8. **Eidereh, E.** Moisture content of wheat in the haryesting period. / **Eidereh E., Y. P. Y. H. Hoven.** // *Y. agric. Engng.* – Res. – 1973. – 18 p.
9. **Swanson, C. O.** The tffect of low tempereature in preventing damage to wheat stored with high moisture content, *Cereal chemistry.* / **C. O. Swanson.** – 1940. – P. 18-299.
10. **McGaughey, Wm. H.** Susceptibility of angoumo-is grain moths to Bacillus thuringiensis / **Wm. H. McGaughey, E. A. Kinsinger** // *J. Econ. Entomol.* – 1978. – v.71, N 3. – P. 435-436.
11. **Nagle, R. K.** A new method of grain storage for coastal areashigh moisture grain / **R. K. Nagle** // *Agric gazette of new south Walls.* b.84, nr. 2, – 1997. – p.113-116.
12. **Wilcox, R. A.** Grain preservatives / **R. A. Wilcox** // *Feedstuffs.* – 1972. – V.44. – Nr.33. – P. 39-55.
3. **Gulyaev, G. A.** automation of post-harvest processing and storage of grain. Moskow: Agropromizdat, 1990, 240 p.
4. Grain zagotavlja and pastacaldi. Termni viznachennya: DSTU 2422-99 [CINDI from 24.07.99]. Kyiv, The State Consumer Standard Of Ukraine, 1999, 18 p. – (National standard of Ukraine).
5. **Karpov, V. I., Mishenkov, K. S., Novitsky, V. A.** The Model of the industry management system for agro-industrial enterprises, *Food of the XXI century: Sat. Dokl. Commerative. Intern. scientific.-practical. Conf./MGUPP:* In 2 T, Moskow: Izd. complex MGUPP, 2001, 2, 211-214.
6. Storage of grain in ventilated silos of smvu type. Sanitation, aeration, control [Web]. URL: <http://www.pks.mk.ua/aer.html>.
7. **Yaroshenko, M. V., Krasnov, S. I.** Problems of grain Tereshkovich, *Agrobank today*, [Web], 2012, 14 (237), 48–58, <http://www.agrouusiness.com.ua/component/content/article/1170.html>.
8. **Eidereh, E., Hoven, Y. P. Y. H.** Moisture content of wheat in the haryesting period, *Y. agric. Engng.*, 1973, 18 p.
9. **Swanson, C. O.** The tffect of low tempereature in preventing damage to wheat stored with high moisture content, *Cereal chemistry*, 1940, 18-299.
10. **McGaughey, Wm.H., Kinsinger, E. A.** 'Susceptibility of angoumo-is grain moths to Bacillus thuringiensis, *J. Econ. Entomol.*, 1978, 3(71), 435-436.
11. **Nagle, R. K.** A new method of grain storage for coastal areashigh moisture grain, *Agric gazette of new south Walls.* 1977, 2(86), 113-116.
12. **Wilcox, R. A.** Grain preservatives, *Feedstuffs.*, 1972, 44(33), 39-55.

Bibliography (transliterated)

1. **Afanasevich, V. I.** Drying of grain. Moscow: Labirint, 1997, 255 p.
2. **Voblikov, E. M., Bukhantsev, V. A., Maratov, B. To.** Post-Harvest treatment and storage of grain, Rostov n/D : Izd. center "March", 2001, 240 p.

Надійшла (received) 21.09.2015