

УДК 621.391

Р.М. Минайленко, канд. техн. наук, О.Г. Собінов, викл., К.В. Буравченко, асп.
Кіровоградський національний технічний університет, aron70@rambler.ru

Визначення класифікаційних структурних факторів, які впливають на технологічний процес сушіння зерна в баштових сушарках

Розглядається проблема визначення класифікаційних структурних факторів, що впливають на технологічний процес сушіння зерна в баштових сушарках. В результаті аналізу теорії, практики та досвіду експлуатації баштових сушарок запропоновано класифікаційну структуру таких факторів. Показано, що побудова математичної моделі процесу сушіння баштовою сушаркою, при застосуванні класичних математичних методів і з урахуванням всіх факторів, вимагає проведення великої кількості досліджень і експериментів та оснащення системи додатковими засобами контролю, результатом чого буде здорожчання системи керування. Запропоновано метод отримання рішень шляхом пошуку подібних проблемних ситуацій у пам'яті ЕОМ, яка зберігає попередній досвід рішення задачі, а знайдені рішення адаптуються до нових умов. На пошук рішень на основі цього методу будуть направлені подальші дослідження метою яких є створення автоматизованої системи керування технологічним процесом сушіння зерна баштовими сушарками.

баштова сушарка, процес сушіння зерна, структурні фактори, система керування

Р.М. Минайленко, канд. техн. наук, О.Г. Собінов, викл., К.В. Буравченко, асп.
Кіровоградский национальный технический университет

Определение классификационных структурных факторов, воздействующих на технологический процесс сушки зерна в башенных сушилках

Рассматривается проблема определения квалификационных факторов, влияющих на технологический процесс сушки зерна башенными сушилками. В результате анализа теории, практики и опыта эксплуатации башенных сушилок предложено квалификационную структуру таких факторов. Показано, что построение математической модели процесса сушки башенной сушилкой, при использовании классически математических методов и с учетом всех факторов, требует проведения большого количества исследований и экспериментов, что приведет к удорожанию системы управления. Предложено метод получения решений путем поиска подобных проблемных ситуаций на основе предыдущего опыта решения задач хранимых в памяти и адаптация этих решений к новым условиям. На поиск таких решений будут направлены дальнейшие исследования, целью которых будет создание автоматизированной системы управления технологическим процессом сушки зерна башенными сушилками.

башенная сушилка, процесс сушки зерна, структурные факторы, система управления

Актуальність досліджень. На основі штучного інтелекту вирішується питання визначення класифікаційних структурних факторів, які впливають на технологічний процес сушіння зерна в баштових сушарках. Незважаючи велику різноманітність сучасних контролюючих електронних та комп'ютерних елементів, використовуваних для створення автоматизованих систем керування процесом сушіння зерна баштовими сушарками (АСКТПСЗБШ), проблема створення таких систем залишається не повністю вирішеною. Це пов'язано зі складністю визначення і урахування всіх важливих факторів, що впливають на процес сушіння зерна баштовими сушарками.

Постановка проблеми. Врахування кваліфікаційних факторів, які впливають на процес сушіння зерна баштовими сушарками є основою вирішення проблеми створення АСК ТПСЗ БШ. Побудова такої АСК дозволить зробити процес сушіння зерна повністю автоматизованим, а втручання оператора в процес – мінімальним

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В літературних джерелах наявна значна кількість досліджень, присвячених проблемі врахування кваліфікаційних факторів, які впливають на процес сушіння зерна баштовими сушарками [1, 2, 3]. Автори розглядають питання автоматизації управління баштовими сушарками [1], методи опису кінетики сушіння [2], макрокінетику процесу сушіння [3, 4]. Розглядаються алгоритми визначення кваліфікаційних структурних факторів, для рішення задач класифікації [4–10]. Результатів дослідження по визначенню кваліфікаційних факторів, які впливають на процес сушіння зерна баштовими сушарками, з метою створення АСК ТПСЗ БШ яка б всі їх враховувала у літературних джерелах не виявлено.

Вирішення невирішеної раніше частини загальної проблеми. До невирішеної раніше частини загальної проблеми відноситься завдання визначення класифікаційних структурних факторів, які впливають на ТПСЗ, а також методу визначення таких факторів.

Постановка завдання. Метою досліджень є створення інтелектуальної АСК ТПСЗ БШ, шляхом визначення класифікаційних структурних факторів, які впливають на ТПСЗ та створення АСК процесом сушіння зерна, яка б їх всі враховувала. Задачею досліджень є пошук алгоритмів структури визначення кваліфікаційних факторів, які впливають на процес сушіння зерна баштовими сушарками.

Виклад основного матеріалу досліджень. Як відомо, одним з найголовніших технологічних процесів післязбиральної переробки зерна є технологічний процес сушіння зерна. Продуктивність ТПСЗ, складовими якої є значення вологості, якість стану зерна, ціна тонопроценту, залежить від складових процесу та від можливостей обладнання яке застосовується при його проведенні [1, 2, 3].

Серед великої кількості різноманітних типів сушарок, які використовуються у сільськогосподарському виробництві, популярністю користуються баштові зернові сушарки (БЗШ). Ця популярність обумовлена відносно малою вартістю, конструктивною простотою і широким спектром зернових оброблюваних культур. Також потрібно відмітити, що даний тип сушарок у силу своїх конструктивних особливостей, може використовуватися як на малих і середніх, так і на великих сільгосппідприємствах [1, 2].

БЗШ різних фірм оснащуються сучасними автоматизованими системами керування (АСК) з наступними можливостями:

- підтримка відповідної температури гарячого повітря, яким нагрівають зерно (агент нагрівання);
- підтримка відповідної температури зерна, яке сушиться;
- підтримка постійного рівня зерна в башті;
- підтримка відповідної швидкості пересування зерна у башті.

Також більшість існуючих АСК ТПСЗ мають сучасні системи візуалізації, реєстрації та запису поточних параметрів (температури агента, температури зерна, вихідної вологості та ін.) [3].

Незважаючи на сучасні контролюючі, електронні та комп'ютерні елементи, які використовуються для створення АСК ТПСЗ БЗШ, питання побудови точних і якісних, повністю автоматизованих систем керування, залишається актуальним. Це пов'язано зі

складністю побудови математичної моделі ТПСЗ, яка б адекватно відображала всі його особливості.

В теорії сушіння зерна відомі математичні моделі. Аналіз цих моделей показує, що їх застосування для БЗШ не дозволяє побудувати високоякісну систему керування процесом сушіння зерна. Існуючі АСК, являють собою деякий набір мало пов'язаних між собою елементів контролю та керування окремими частинами ТПСЗ. Головним елементом усіх відомих АСК ТПСЗ залишається оператор, завдання якого полягає у визначенні вихідних параметрів та встановлення відповідних режимів для проведення ТПСЗ [1, 3].

В результаті аналізу теорії, практики та досвіду експлуатації БЗШ можна визначити класифікаційну структуру факторів, які впливають на ТПСЗ. Таку структуру, за технологічними особливостями, можна розділити на три головні складові (рис.1):

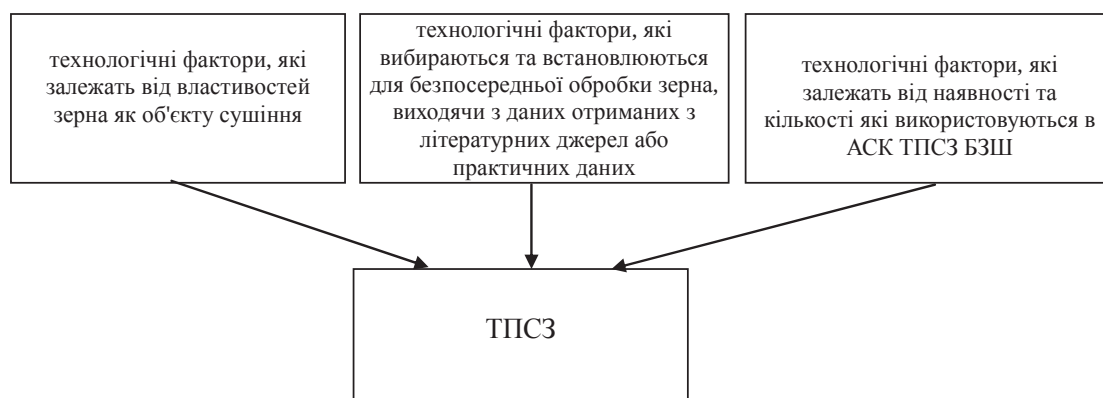


Рисунок 1 – Основні складові структура факторів, які впливають на ТПСЗ

Кожну групу, у свою чергу, можна розділити більш детально на відповідні підгрупи згідно з впливом, який вони здійснюють на ТПСЗ. Цей класифікаційний зв'язок показано на рис.2.

Така велика кількість факторів при застосуванні класичних методів математичної моделі (ММ) вимагає проведення великої кількості досліджень і експериментів та оснащення системи додатковими засобами контролю, результатом чого буде здорожчання АСК. При цьому неможливість урахувати всі фактори у ММ залишає систему і відповідно якість ТПСЗ залежною від вправності та особистого досвіду оператора АСК ТПСЗ.

Таким чином, ТПСЗ у більшості випадків спирається не на суворі математичні алгоритми, а є процесом, який оперує емпіричним та експериментальним досвідом. Можна стверджувати, що проведення ТПСЗ наближується до творчого процесу та може бути віднесений до класу задач, що вирішуються методами теорії штучного інтелекту. Практика експлуатації БЗШ показує, що задачею АСК ТПСЗ є процедури альтернативного вибору з множини варіантів, які мають, встановлення зв'язків та процесів між описом початкової та кінцевої ситуації.

Для виконання альтернативного вибору потрібні процедури виокремлення класифікуючої структури, яка б дозволила відносити ситуацію до того або іншого класу ситуацій. Результат роботи алгоритмів конструювання дерев рішень, на відміну, наприклад, від нейронних мереж, що представляють собою "чорні ящики", легко інтерпретується користувачем [4, 5, 6, 7].

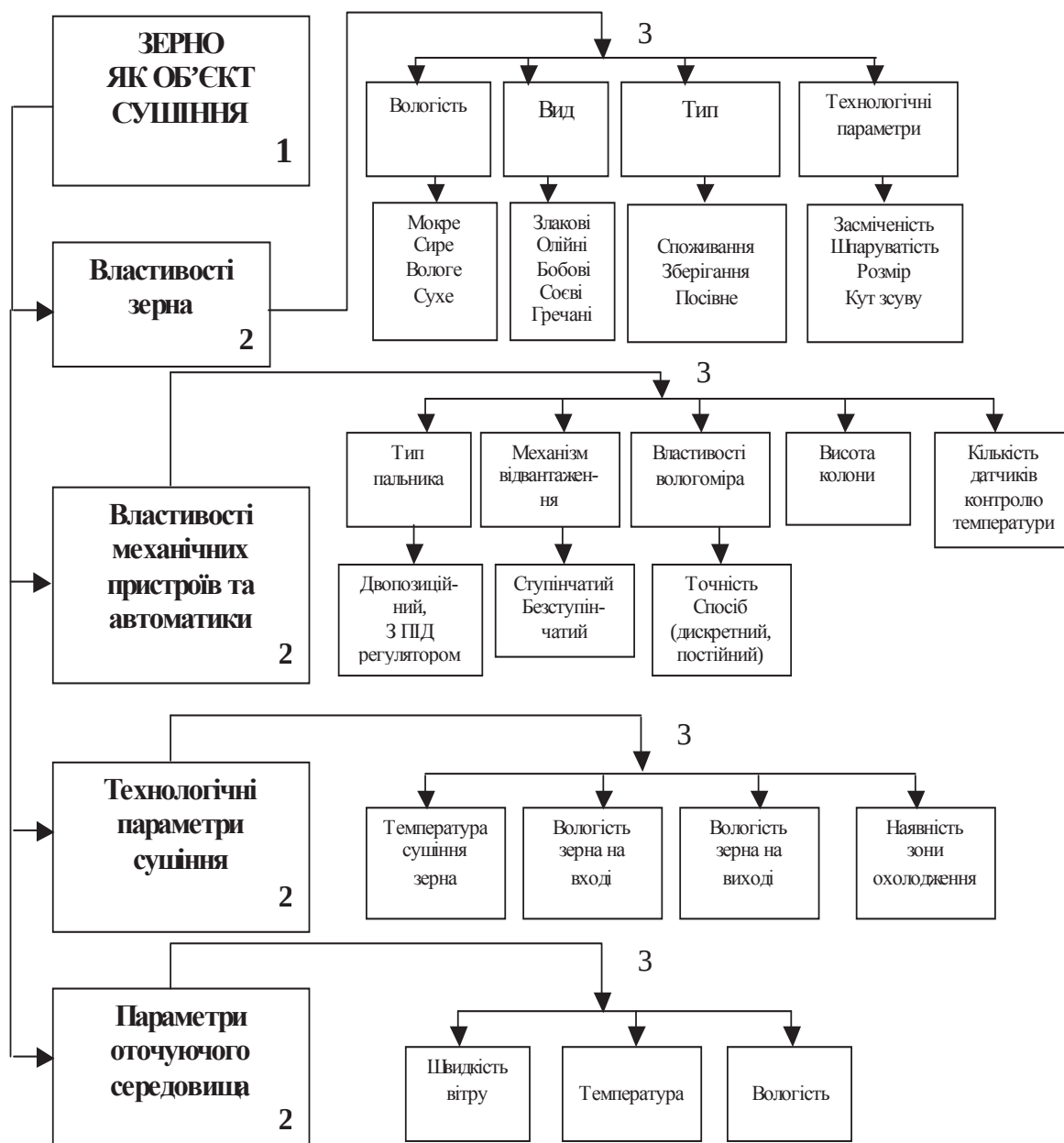


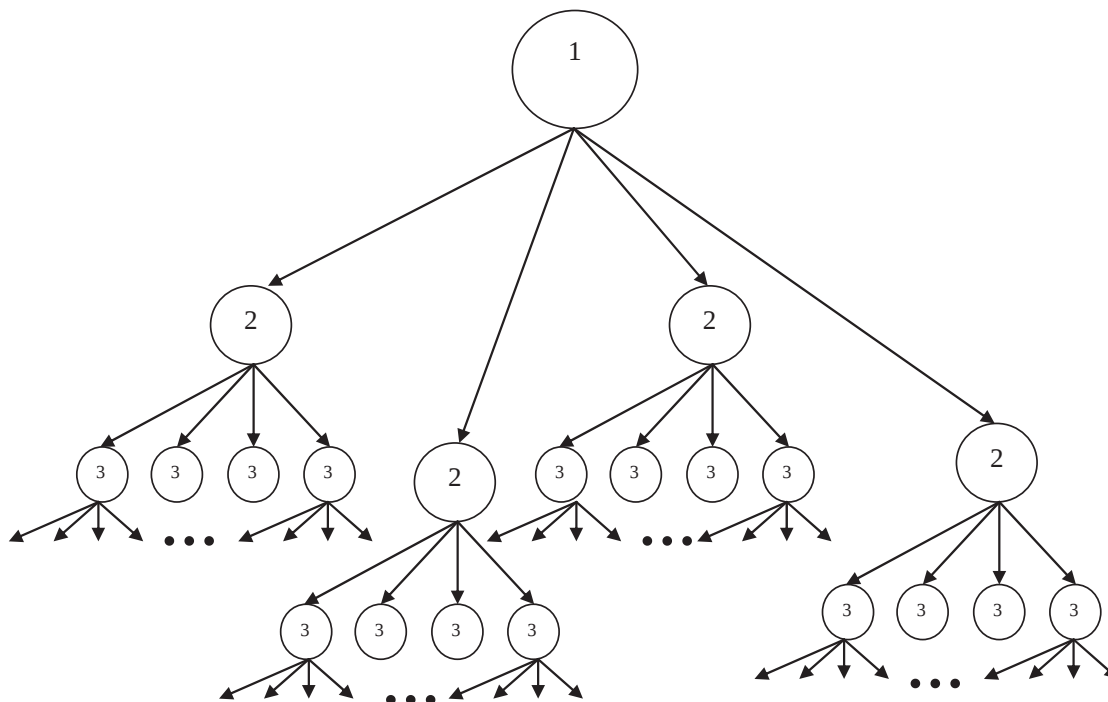
Рисунок 2 – Класифікаційна структура факторів, які впливають на ТПСЗ

Дерева рішень - спосіб подання правил в ієрархічній, послідовній структурі, де кожному об'єкту відповідає єдиний вузол, що дає рішення (рис.3). Під правилом розуміється логічна конструкція, представлена у вигляді "якщо (умова), то (наслідок)". На сьогоднішній день існує безліч алгоритмів, які реалізують дерева рішень – CART, C4.5, NewId, ITrule, CHAID, CN2 [4, 5, 6, 7].

Але найбільше поширення і популярність отримали перші два: CART (Classification and Regression Tree) - алгоритм побудови бінарного дерева рішень - дихотомічної класифікаційної моделі. Кожен вузол дерева при розбитті має тільки двох нащадків [3, 4, 6]. Як видно з назви алгоритму, він вирішує завдання класифікації і регресії. C4.5 (Classification Tree) - поліпшений алгоритм побудови дерева рішень з необмеженим числом нащадків вузла.

Але найбільше поширення і популярність отримали перші два: CART (Classification and Regression Tree) - алгоритм побудови бінарного дерева рішень -

дихотомічної класифікаційної моделі. Кожен вузол дерева при розбитті має тільки двох нащадків [3, 4, 6]. Класифікаційна модель, представлена у вигляді дерева рішень, є інтуїтивною і спрощує розуміння розв'язуваної задачі рис.3.



1 – зерно, як об’єкт сушіння; 2 – властивості механічних пристроїв та автоматики, технологічні параметри сушіння, параметри оточуючого середовища;
3 – інші кваліфікаційні фактори, які впливають на ТПСЗ

Рисунок 3 – Класифікаційна модель факторів, які впливають на ТПСЗ

Як видно з назви алгоритму, він вирішує завдання класифікації і регресії. C4.5 (Classification Tree) - поліпшений алгоритм побудови дерева рішень з необмеженим числом нащадків вузла. Він не вміє працювати з безперервним цільовим полем, тому вирішує тільки завдання класифікації, але не регресії [3, 4]. Більшість з відомих алгоритмів є так звані “жадібні алгоритми”. Якщо один раз був обраний атрибут, і по ньому було вироблено розбиття на підмножини, то алгоритм не може повернутися назад і вибрати інший атрибут, який дав би краще розбиття. І тому на етапі побудови не можна сказати чи дасть обраний атрибут, зрештою, оптимальне розбиття [6]. Алгоритм конструювання дерева рішень не вимагає від користувача вибору вхідних атрибутів (незалежних змінних). На вхід алгоритму можна подавати всі існуючі атрибути, алгоритм сам вибере найбільш значущі серед них, і тільки вони будуть використані для побудови дерева. У порівнянні, наприклад, з нейронними мережами, це значно полегшує користувачеві роботу, оскільки в нейронних мережах вибір кількості вхідних атрибутів істотно впливає на час навчання [6, 7].

Точність моделей, створених за допомогою дерев рішень, порівнянна з іншими методами побудови класифікаційних моделей (статистичні методи, нейронні мережі).

Класичні статистичні методи, за допомогою яких вирішуються завдання класифікації, можуть працювати тільки з числовими даними, в той час як дерева рішень працюють і з числовими, і з категоріальними типами даних.

Статистичні методи є параметричними, і користувач повинен заздалегідь володіти певною інформацією, наприклад, знати вид моделі, мати гіпотезу про вид

залежності між змінними, припускати, який вид розподілу мають дані. Дерева рішень, на відміну від таких методів, будують непараметричні моделі. Таким чином, дерева рішень здатні вирішувати такі завдання Data Mining, в яких відсутня апріорна інформація про вид залежності між досліджуваними даними.

Як відомо, прецедент - це опис ситуації в поєднанні з детальним зазначенням дій, що вживаються в даній ситуації [5, 9, 10].

Підхід, заснований на прецедентах, умовно можна поділити на такі етапи:

- збір докладної інформації про поставлену задачу;
- зіставлення цієї інформації з деталями прецедентів, що зберігаються в базі, для виявлення аналогічних випадків;
- вибір прецеденту, найбільш близького до поточної проблеми, з бази прецедентів;
- адаптація обраного рішення до поточної проблеми, якщо це необхідно;
- перевірка коректності кожного знову отриманого рішення;
- занесення детальної інформації про новий прецедент в базу прецедентів.

Висновок. Тобто, підхід, заснований на прецедентах, являє собою такий метод аналізу даних, який робить висновки щодо даної ситуації за результатами пошуку аналогій, що зберігаються в базі прецедентів [7, 8, 9].

Даний метод по своїй суті відноситься до категорії "навчання без вчителя", тобто є "самонавчальною" технологією, завдяки чому робочі характеристики кожної бази прецедентів з часом і накопиченням прикладів поліпшуються. Розробка баз прецедентів по конкретній предметній області відбувається природною для людини мовою, отже, може бути виконана найбільш досвідченими співробітниками – експертами або аналітиками, які працюють у цієї предметної області.

Однак це не означає, що CBR – системи самостійно можуть приймати рішення – останнє слово завжди залишається за людиною, а даний метод лише пропонує можливі варіанти вирішення і вказує на самий "розумний" з її точки зору [10].

Таким чином визначення кваліфікаційних структурних факторів, які впливають на ТПСЗБШ, вибір методу визначення таких факторів, який базується на засадах штучного інтелекту, дозволить мінімізувати втручання оператора БШ в процес сушіння, а сам процес сушіння зерна БШ повністю автоматизованим.

Список літератури

1. О.Г. Собінов Автоматизація управління баштовими сушарками ТОВ «Астра» / Собінов О.Г. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград: КНТУ. – 2011. - № 41.– С.237-245
2. Ефремов Г.И. Модифицированный квазистационарный метод описания кинетики сушки гигроскопичных материалов // ИФЖ. 1999. Т. 72, No 3. – С. 420-424.
3. Ефремов Г., Марковски М., Бялобровски И. Макрокинетика процессов сушки. М.: Изд. МГОУ, 2009. – 335 с.
4. Efremov G., Kudra T. Drying kinetics in a pulsed-fluid bed dryer -A modified quasi-stationary approach // Proceedings of International Conference "Energy-saving technologies for drying and hydrothermal processing". Moscow, 2002. V. 3. P. 70-73.
5. Гончаров М. Модифицированный древовидный алгоритм Байеса для решения задач классификации. – Business Data Analytics, 2007.
6. Paul S., MacLennan J., Tang Z., Oveson S. Data Mining Tutorial. – Microsoft Press, 2005.
7. Shank, R.: Dynamic Memory: A Theory of Learning in Computers and People. Cambridge University Press, New York (1982)
8. Pradip Rey, Reilly. Integrating knowledge acquisition methods. / Pradip Rey, Kevin D. // Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Men and Cybern., Atlanta, Ca, Okt. 14-17. – 1996. Vol. 1. – pp. 557-562.
9. Smyth B., Cunningham P. The Utility Problem Analysed: A Case-Based Reasoning Perspective // Advances in Case-Based Reasoning. - Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 1168, Springer-

- Verlag, 1996, pp. 392-399.
10. Шерстюк В.Г. Структурная декомпозиция интеллектуальной СППР реального времени сценарно-прецедентного типа /В.Г. Шерстюк // Проблемы информационных технологий. – 2008. – No 02(004) – С.86 – 94.

Roman Minailenko, Alexandr Sobinov, Konstantin Buravchenko

Kirovograd National Technical University

Definition classification structural factors affecting the process of drying grain in the tower dryers

One of the most important processes of grain processing has grain drying process. The productivity of the drying process, the component which has the humidity, the quality of the state of the grain, the price of grain depends on the components of the process and the capabilities of the equipment which is used in its conduct.

Among the large number type dryers used in agricultural production, popular tower grain dryer. This popularity is due to the relatively low cost, the constructive simplicity and the wide range of crops. Also it should be noted that this type of dryers because of its design features can be used in small, medium, and large farms.

The article considers the problem of determining the qualifying factors influencing the process of grain drying tower dryers. As a result of analysis of the theory, practice and experience of operation of tower dryers invited qualification structure of such factors. It is shown that the construction of a mathematical model of the process of drying tower dryer, using classical mathematical methods and taking into account all factors, requires a large number of studies and experiments that would increase the cost management system. A method of obtaining solutions by searching for these problematic situations based on previous experience solving problems stored in the memory and the adaptation of these decisions to the new conditions. On the search for such solutions will be directed further studies will be aimed at the creation of automated process control system for grain drying tower dryers.

tower dryer, grain drying process, structural factors, control system

Одержано 13.03.15

УДК 621.937.5

С.І.Осадчий, проф., д-р техн. наук, І.А. Березюк, доц., канд. техн. наук

К.А. Недопьокін

Кіровоградський національний технічний університет, srg2005@ukr.net

Методологія та етапи забезпечення максимальної якості процесу керування обробкою деревини на стрікопильковому верстаті

Розглянуто методологічні основи створення оптимальної системи стохастичної стабілізації потужності різання на стрікопильковому верстаті за даними натурних випробувань. Використання новітніх методів структурної ідентифікації для визначення моделей динаміки «системи деревообробний верстат – процес різання» та діючого збурення, методів оптимального синтезу дозволяють забезпечити максимальну якість керування обробкою деревини на зазначеному верстаті при мінімальних затратах та заданих характеристиках оброблюваної поверхні.

стрікопильковий верстат, структурна ідентифікація, спектральна щільність, передаточна функція, критерій якості, стохастичні збурення, оптимальна система стохастичної стабілізації