

Шоквартальний науково-виробничий журнал
Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ)
Рік заснування – 2007

Зареєстровано Міністерством юстиції України 16.05.2007 р., свідоцтво: Серія КВ № 12578- 1462ПР	Журнал «Харчова наука і технологія» є науковим фаховим виданням України в галузі технічних наук (перелік № 208, Бюлетень ВАК України, № 5, 2010 р.)
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Головний редактор

Сгоров Б.В., д-р техн. наук, проф., ректор ОНАХТ, м. Одеса, Україна

Заступники головного редактора

Капрельяни Л.В., д-р техн. наук, проф., проректор з науково-педагогічної роботи і міжнародних зв'язків ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Ткаченко Н. А., д-р техн. наук, проф., в.о. директора навчально-наукового технологічного інституту харчової промисловості ім. М.В. Ломоносова ОНАХТ, м. Одеса, Україна

Редакційна колегія:

Трихопуло А., проф. Грецького Департаменту «Hygiene and Epidemiology», School of Medicine, University of Athens;

Гавдяк А., проф., декан факультету природничих наук Опольського університету, Польща;

Хойновски В., д.т.н., проф. кафедри технології молока та управління якістю Варміно-Мазурського ун-ту, м. Ольштин, Польща;

Сурай П., д.б.н., проф. кафедри біохімії харчування сільськогосподарського університету Годолло, Угорщина, проф. кафедри еволюційної біології та екології університету Глазго, Великобританія;

Марінов М., проф. кафедри технології бродильних виробництв Університету харчових технологій, м. Пловдив, Болгарія;

Алексієва І., д.т.н., проф., декан факультету економіки Університету харчових технологій, м. Пловдив, Болгарія;

Радегік П., проф., Інститут гігієни і технології м'яса, м. Белград, Сербія;

Сверіні М., проф., декан факультету ветеринарної медицини Інституту науки і гігієни продуктів тваринництва, Італія;

Ільїна О.А., д.т.н., проф., проректор з наукової роботи академії Міжнародної промислової, м. Москва, Російська Федерація;

Лісичин А.Б., д.т.н., проф., директор ДНУ ВНДІ м'ясної промисловості ім. В.М. Горбатова Россільгоспакадемії, м. Москва, Російська Федерація;

Касьянов Г.І., д.т.н., проф. зав. кафедрою технології м'ясних і рибних продуктів Кубанського державного технологічного університету, м. Краснодар, Російська Федерація;

Космінський Г.І., д.т.н., проф. кафедри технології харчових виробництв Могілевського державного університету харчування, м. Могілів, Республіка Білорусь;

Акуліч А.В., д.т.н., проф., проректор з наукової роботи Могілівського державного університету харчування, м. Могілів, Республіка Білорусь;

Хотіварі А.В., канд. техн. наук Грузинського науково-дослідного інституту харчової промисловості, Грузія;

Безусов А.Т., д.т.н., проф., зав. кафедрою біотехнології консервованих продуктів та напоїв ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Верхівкер Я.Г., д.т.н., проф., зав. кафедрою біотехнології консервованих продуктів та напоїв ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Вішнікова Л.Г., д.т.н., проф., зав. кафедрою технології м'яса, риби та морепродуктів ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Іорґачова К.Г., д.т.н., проф., зав. кафедрою технології хліба, кондитерських виробів та громадського харчування ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Мельничук С.Д., д-р біол. наук, проф., проректор Національного аграрного університету, м. Київ, Україна;

Осіпова Л.А., д.т.н., зав. кафедрою технології вина та енології ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Пилипенко Л.М., д.т.н., проф. кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Тележенко Л.М., д.т.н., проф., зав. кафедрою технології ресторанного і оздоровчого харчування ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Чагаровський О.П., д.т.н., проф. кафедри технології молока, жирів та парфумерно-косметичних засобів ОНАХТ, м. Одеса, Україна;

Черно Н.К. – д.т.н., проф., зав. кафедрою харчової хімії ОНАХТ, м. Одеса, Україна.

Відповідальний редактор:

Капустян А. І., к.т.н., ст. викл. кафедри харчової хімії ОНАХТ

✉ Email: onaft_foodtechn@mail.ru ☎ Тел. (096) 758-88-34

✉ Адреса редакції: ОНАХТ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

www.onaft.edu.ua

Рекомендовано до друку Вченою радою ОНАХТ,
протокол № 1 від 05.09.2014 р. Тираж 500 прим.

Видання та друк: ФОП Грінш Д.С., 73033, м. Херсон, а/с 15,
Email: dimg@meta.ua Свід. ДК № 4094 від. 17.06.2011

Харчова наука і технологія

Пищевая наука и технология FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

ХІМІЯ*БІОТЕХНОЛОГІЯ*ПРОБЛЕМИ ХАРЧУВАННЯ
КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ*ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ
ОХОРОНА НАВКОЛИПНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

З М І С Т

Нутриціологія, дієтологія, проблеми харчування

- Д'яконова А.К., Нестеренко В.В. Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва харчових продуктів геродієтичного призначення 3
- Пересічний М.І., Пересічна С.М. Розроблення харчових раціонів функціонального призначення для студентів 9
- Притульська Н.В., Кучинська А.М. Споживчі переваги продуктів нутритивної підтримки людей з опіковими травмами 14

Біопроцеси, біотехнологія харчових продуктів, БАП

- Воловик Т.М., Капрельяни Л.В. Оптимізація параметрів процесу інкапсулювання пробіотичних культур 19
- Кишенько І.В., Топчій О.А., Крижова Ю.П., Рибачук О.І. Стартові культури для ферментації сироваточних ковбас 23

Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини

- Білько М.В., Гречко Н.Я. Дослідження впливу іонів заліза на якість рожевих столових матеріалів 26
- Коваленко О.О., Коваленко І.В., Василів О.Б. Опріснення природної мінеральної води в технології виробництва спортивних напоїв 29
- Олійник С.І., Прибильський В.Л., Куц А.М., Ковальчук В.П., Коваленко О.О. Активне вугілля у водопідготованні для виготовлення напоїв 36
- Прісс О. П. Формування біологічно активних речовин в плодах томатів під впливом абіотичних факторів 43
- Прибильський В.Л., Мельник І. В., Омельчук С.В. Використання нетрадиційної рослинної сировини в технологіях ферментованих напоїв 47
- Ткаченко О.Б., Гураль Л.С., Древова С.С. Вплив нітроген-вітамінних добавок на процес спиртового бродіння 52

Технологія і безпека продуктів харчування

- Дьяков О.В., Белінська С.О. Безпечність швидкозаморожених соків із м'якоттю 58
- Калмикова І.С., Ковальова І.А., Герус Л.В., Федоренко М.Г. Технологічна оцінка винограду сорту Шкода та вибір напрямку його використання 62
- Осіпова Л.А. Обґрунтування та розробка технології лікерів із виноградних вичавок 68
- Солецька А. Д. Оптимізація режимів термічного оброблення варених ковбас 73
- Ткаченко Н.А., Авершина А.С. Удосконалення технології напою кисломолочного для дитячого харчування «Біолакт» 77

Процеси, обладнання, автоматизація

- Терзів С.Г., Ружицька Н.В., Макієвська Т.Л., Бурдо О.Г. Використання мікрохвильових технологій у процесі комплексної переробки шпалу кави 85
- Романов М.С., Кишенько В.Д., Ладанок А.П. Оптимізація процесу пивоваріння з використанням сценарного підходу в умовах ситуаційної невизначеності 89

ABSTRACT AND REFERENCES

97

Анотація. Роботу присвячено дослідженню питання оптимізації основних технологічних процесів виробництва пива. Користуючись отриманими знаннями, розроблено інтелектуальну систему управління процесами виробництва пива, в основу якої покладено принципи ситуаційного аналізу поведінки об'єкта управління. Проведений аналіз отриманих результатів дає змогу розробити алгоритми керування, які б дали можливість покращити такі техніко-економічні показники як якість продукції, витрати сировини та продуктивність технологічного комплексу.

Ключові слова: оптимізація виробництва пива, сценарний підхід, ситуаційне змінювання, ідентифікація, інтелектуальна система.

Анотация. Работа посвящена исследованию вопроса оптимизации основных технологических процессов производства пива. Используя полученные знания, разработана интеллектуальная система управления процессами производства пива, в основу которой положены принципы ситуационного анализа поведения объекта управления. Проведенный анализ полученных результатов дает возможность разработать алгоритмы управления, которые позволили бы улучшить такие технико-экономические показатели как качество продукции, затраты сырья и производительность технологического комплекса.

Ключевые слова: оптимизация производства пива, сценарный подход, ситуационное изменение, идентификация, интеллектуальная система.

УДК 663.4.011-048.34:530.162

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПИВОВАРІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СЦЕНАРНОГО ПІДХОДУ В УМОВАХ СИТУАЦІЙНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

М.С. Романов

Аспірант, асистент*

E-mail: gluk7c5@gmail.com

В.Д. Кишенько

кандидат технічних наук, професор*

E-mail: kvd1948@gmail.com

А.П. Ладанюк

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: ladaniuk@ukr.net

*Кафедра автоматизації процесів управління
Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601

Вступ.

У зв'язку з бурхливим розвитком технічних засобів (мікропроцесорних пристроїв та ПЕОМ) з'явилась можливість створювати складні системи управління. Переважною тенденцією є впровадження комплексних автоматизованих ліній, що забезпечують автоматизацію усіх технологічних процесів і створюють єдину діючу систему керування. Такі системи автоматизації найчастіше складаються у вигляді багатоступеневих детермінованих структур, послідовно здійснюючих усі необхідні функції контролю і керування процесами.

Постановка проблеми

Стало реальним об'єднання управління технологічним процесом і всім виробництвом в одній загальній системі управління. Такі системи прийнято називати комп'ютерно-інтегровані системи управління (КІСУ). Комп'ютерно-інтегроване виробництво можна визначити як єдину систему, що об'єднує різні підрозділи підприємства з метою отримання мінімальної собівартості та максимального прибутку від реалізації виробленої продукції.

Системи автоматизації набувають нових властивостей системного характеру [1]:

– впровадження комп'ютерних технологій та вдосконалення структури існуючих багаторівневих систем управління;

– використання сучасних програмних засобів для візуалізації технологічної інформації, її зберігання;

– інтелектуалізація виконуваних функцій з використанням елементів штучного інтелекту.

Світовий досвід автоматизації виробництва показує, що при створенні систем управління загальна задача розподіляється на дві складові:

– використання типових рішень та структур, програмних оболонок, які існують на ринку і мають комерційний характер;

– адаптація готових рішень до конкретних умов, забезпечення ефективності функціонування з урахуванням показників живучості, надійності, вартості.

Використання в нашому випадку лише традиційних підходів до керування технологічним процесом не може повністю задовольнити усіх поставлених вимог до системи автоматичного регулювання.

Аналіз літератури

Пивоварне виробництво є однією із важливих галузей харчової промисловості. Сучасний стан у пивоварній промисловості характеризується за-

стосуванням передових технологій, устаткування та мікропроцесорної техніки і комп'ютерних технологій. Разом з тим, при управлінні технологічними процесами виробництва пива використовують системи локального контролю та регулювання окремих технологічних та режимних параметрів, відсутній комплексно-інтегрований підхід, не розглядається синергія процесів, не враховується невідомість, в тому числі і ситуаційна. Все це приводить до зниження ефективності управління пивоварним виробництвом в порівнянні з витратами на ресурси, що використовуються. Дослідження об'єктів управління пивоварного виробництва з позиції синергетики, теорії хаосу, теорії і практики штучного інтелекту дозволить встановити особливості проявів поведінки технологічних процесів виробництва пива, що забезпечує розробку ефективних алгоритмів управління на базі сценарного підходу, мережевої оптимізації, застосування інтелектуальних механізмів та сучасних інформаційних технологій, що є безумовно актуальною науково-технічною проблемою.

Основна частина

Метою роботи є підвищення ефективності пивоварного виробництва шляхом створення автоматизованої системи управління технологічними процесами приготування та бродіння пивного суцла, основаної на сценарному підході, інтелектуальних механізмах, синергетиці, хаосу і мережевій оптимізації.

Основні задачі дослідження:

- здійснити системний аналіз об'єкта керування;
- розробити комплекс математичних моделей процесів приготування та бродіння пивного суцла з позиції синергетики; провести комп'ютерне дослідження поведінки об'єкта за допомогою розроблених моделей;
- провести експериментальні дослідження технологічних процесів виробництва пива, на основі яких виявити прояви атрактивної поведінки об'єкта і встановити характеристики хаотичності та області русел і джокерів, де відбуваються ситуаційно значущі змінювання в об'єкті;
- розробити сценарії управління основними технологічними процесами виробництва пива в умовах ситуаційної невизначеності;
- здійснити постановку та розв'язати задачі оптимального управління на основних стадіях пивоварного виробництва;
- створити структуру автоматизованої системи управління пивоварним виробництвом з використанням інтелектуальних механізмів та принципів самоорганізації.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси виробництва пива, що реалізовані на сучасному обладнанні.

Предметом дослідження є теоретичні, методичні та практичні проблеми управління технологічними процесами виробництва пива.

Методи, що використовуються для розв'язку поставлених задач, базуються на положеннях сучасної теорії автоматичного керування, методах системного аналізу, теорії синергетики, ідентифікації об'єктів управління, принципів сценарного підходу, інженерії знань.

Якщо розглядати різні підходи до систем управління варильним відділенням, то система автоматизації, як правило, передбачає:

- регулювання подачі пари в заторні апарати за значенням температури в них;
- регулювання подачі пари у збірник суцла за значенням температури у збірнику суцла;
- регулювання подачі пари в дозатор цукру за значенням температури у дозаторі цукру;
- регулювання подачі пари у суцловарильний апарат (котел) за значенням температури у ньому;
- управлінням заповненням заторних котлів за значенням рівнів у них;
- управлінням положеннями зривлюючих ножів у фільтр-чані за значеннями їх положення;
- управлінням обертами мішалки у збірнику суцла;
- управлінням подачі суцла від фільтр-чану до збірника суцла;
- управління подачі суцла від збірника до суцловарильного котла;
- управлінням подачі суцла від суцловарильного котла до освітлювача суцла типу «Вірпул»;
- управлінням подачі цукрового розчину до фільтр-чану.

Процеси приготування пивного суцла мають високий рівень автоматизації, який може забезпечити необхідну якість управління. Але за рахунок того, що якісні параметри затору та суцла варильного відділення пивзаводу вимірюються лабораторними методами та не завжди система вчасно реагує на ту чи іншу зміну в процесі приготування пива, традиційна система управління не завжди ефективна, а мікропроцесорна техніка прив'язана до конкретних алгоритмів, які закладені в пам'ять контролерів і не є гнучкими.

Модернізація технологічних процесів бродіння ведеться в напрямку вибору рас дріжджів, оптимізація і регуляція умов їх метаболізму. Зроблена спроба налагодити повністю автоматизоване управління бродильним виробництвом в залежності від об'єму вуглекислоти, що утворюється в процесі бродіння. Для регулювання росту дріжджів в процесі ферментації пива використані різні автоматичні пристрої типу проточних цитофотометрів для вимірювання частинок, що знаходяться в суспензії. Однак контроль складного біотехнологічного процесу по окремим опосередкованим параметрам безперспективний.

Інші стадії виробництва пива, мають достатньо високий рівень автоматизації. Всі стадії вироб-

ництва на сьогоднішній день автоматизуються за допомогою мікропроцесорної та комп'ютерної техніки.

На сьогоднішній день існують різні фірми та проектні організації, які розроблюють АСУТП для конкретного заводу.

Наприклад, система Sistar (Німеччина), яка реалізована на пивзаводі «Оболонь» (м. Київ) за своєю ідеологічною структурою представляє собою ієрархічну побудову (рис. 1).

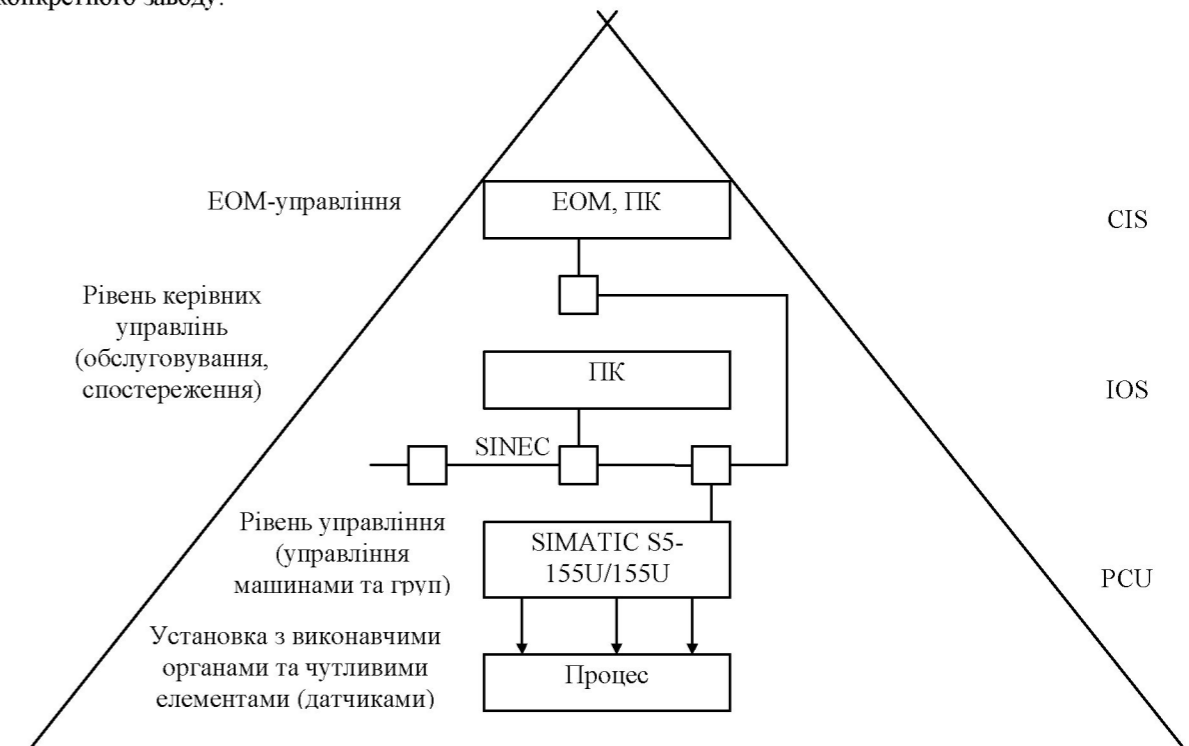


Рис. 1. Ієрархічна структура системи управління виробництвом пива

Найнижчий рівень утворює управління технологічним обладнанням та машин. Управління технологічним обладнанням може бути, наприклад: управління елеватором, заторними апаратом, тощо. Управліннями машин є, наприклад: управління розливною машиною, пакувальною, укладальною машиною. Управління технологічним обладнанням структуровані по підрозділах. Це рівень Process Control Unit (PCU).

Наступний рівень складається з керівних управлінь для підрозділів установки, таких як, наприклад, варильної установки, допоміжного виробництва, складу ємностей тощо. Це рівень Information and Operating System (IOS).

Найвищий рівень утворений EOM-управліннями. Вони зв'язані з усіма ведучими станціями та мають, таким чином, доступ до всіх наявних даних. Це рівень Computer Integrated System (CIS) [3].

Система управління побудована на сучасних мікропроцесорних контролерах SIEMENS SIMATIC S7, які автоматизують кожне відділення, створюючи централізоване управління. Такі контролери об'єднуються в промислову мережу типу SINEC H1. Це дозволяє обмінюватись даними між

різними відділеннями, створюючи розподілену систему управління виробництвом, що дозволяє реалізувати задачу стабілізації потоку, вести облік витрат сировини та готової продукції, а також узгоджене управління рецептурою виробництва різних сортів пива [4].

Така структура дозволяє реалізувати рецептурне управління на базі програмного забезпечення людино-машинного інтерфейсу (SCADA-програм), яке встановлено на IOS, тобто на комп'ютерах операторського управління.

Подібні системи можна зустріти на різних заводах.

Окрім цього, в сучасних системах автоматизації різними відділеннями впроваджено систему безрозбірної мийки обладнання (CIP), яка інтегрується в систему рецептурного управління.

Наприклад, на рис. 2 можна побачити умовне зображення технологічного процесу охолодження суцла, аерації та дозування дріжджів, як воно виглядає на операторському дисплеї. Оператор спостерігає перебіг технологічного процесу, відслідковує поточні значення параметрів, що надходять з датчиків, та може управляти ним, вносячи певні корективи у разі необхідності.

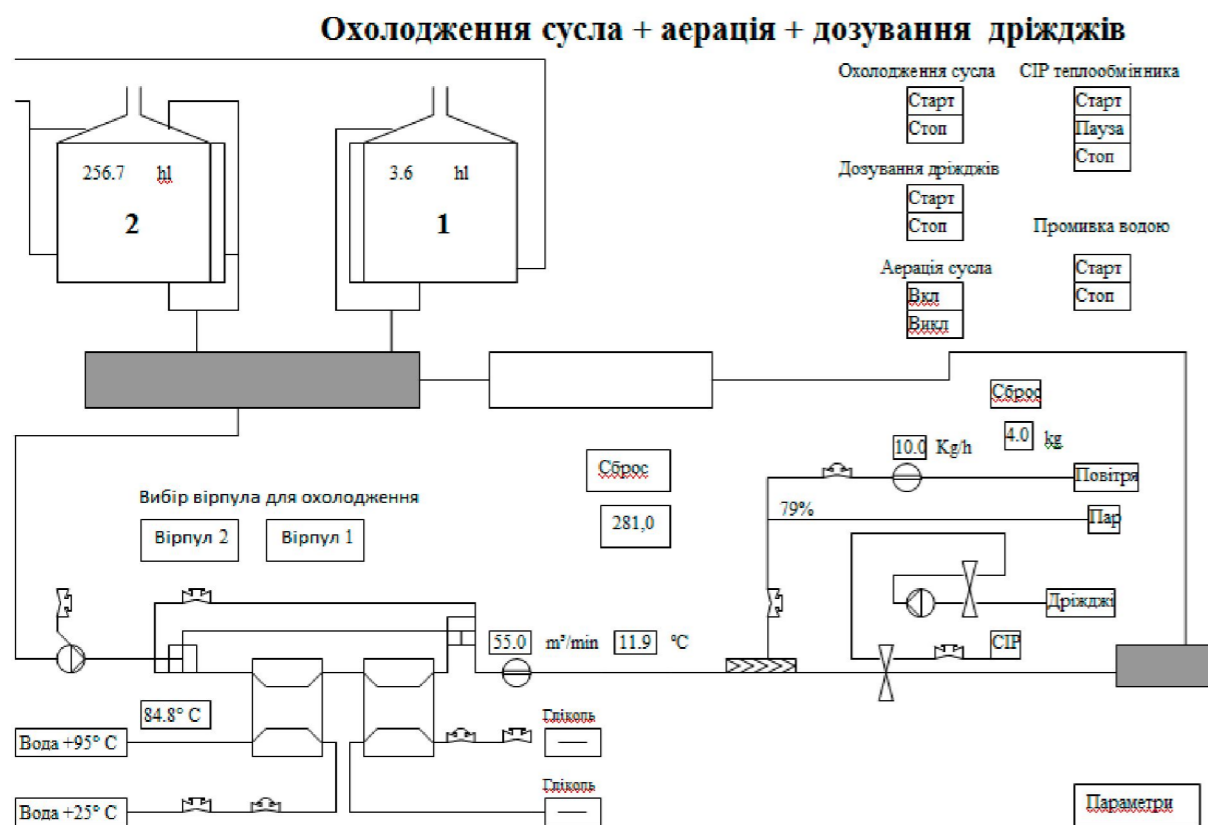


Рис. 2. Приклад мнемосхеми процесу охолодження суслу

В автоматизованій системі передбачаються наступні функції [6]:

- зняття необхідних технологічних даних та сигналів з об'єкта управління;
- контроль технологічних параметрів з метою оперативного реагування на зміну процесів;
- видача необхідної управляючої дії на виконавчі механізми;
- ведення архіву (історія подій та аварій);
- обробка даних для візуалізації технологічних параметрів у вигляді екранних форм та мнемосхем;
- створення трендів;
- видача технологічних, аварійних, попереджувальних повідомлень та діагностичних повідомлень;
- формування та підготовка до друку звітної документації.
- цілями автоматизації систем управління пивоварними заводами є:
- незмінна якість продукції;
- підвищення експлуатаційної безпеки;
- можливість повторювальності рецептів, які добре себе зарекомендували;
- найбільший вихід продукції при використанні різної сировини;
- вивільнення персоналу від виконання рутинних завдань.

– подібні системи автоматизації реалізовані на більшості пивзаводів України.

Системний підхід є одним з найпоширеніших методів досліджень сучасної науки, він дозволяє адекватно формулювати думки фахівців щодо прогнозування перебігу подій у складних системах шляхом проведення багатоваріантного ситуаційного аналізу поведінки об'єкта управління. Кожен сценарій зв'язує зміну зовнішніх умов із параметрами.

Спосіб досягнення поставленої мети – виробництво пива з врахуванням факторів впливу середовища, в якому знаходиться система (власне технологія), що характеризується цілями, факторами впливу, операціями, міжопераційними зв'язками. Операція, як крок сценарію, по різному визначається в абстрактному (А) та структурному (С) сценаріях. В першому випадку операція працює з неструктурованими об'єктами (не враховується внутрішня структура об'єкта), перетворює вхідні об'єкти у вихідні (спосіб внутрішнього перетворення не розкривається, тобто операція трактується як „чорний ящик“). С-сценарій виходить з того, що визначена внутрішня структура об'єктів, які описані наборами властивостей-атрибутів. Атрибути приймають значення з деякої області. Ці значення можуть змінюватись внаслідок застосування визначених правил. Операція С-

сценарію являє собою блок, в якому розмішені об'єкти з однаковим набором атрибутів, трактується як клас, екземпляри якого – об'єкти „живуть в деякому просторі“. Сценарій характеризується такими складовими: цілями; факторами впливу; операціями; міжопераційними зв'язками [13].

Апробація результатів дослідження

На підставі інформації, зібраної в умовах виробництва, шляхом математичного моделювання було здійснено системний аналіз окремих процесів пивоваріння, а саме контролю основних параметрів приготування пивного суслу а також контролю процесів зброджування охмеленого освітленого суслу пивними расами дріжджів. Використання методик базованих на системах підтримки прийняття рішень, апробованих на математичній моделі та адаптованих до умов реального виробництва, дозволяє значно підвищити якість готового пива.

Для пивоварного виробництва виділяємо фактори, які впливають на режими роботи, та представляємо в табл. 1.

Сформуємо А-сценарій, об'єктні потоки в цьому сценарії подамо в наступній таблиці (табл. 2).

Таблиця 1 – Фактори, що впливають в процесі виробництва пива

Позначення	Зміст
Ф1	Вологість солоду
Ф2	Екстрактивність і ферментативність солоду та суслу
Ф3	Якість помелу
Ф4	Прозорість суслу
Ф5	Ступінь зброджування
Ф6	Ступінь (якість) фільтрації суслу та пива

Таблиця 2 – Основні об'єктні потоки

Позначення	Зміст
P1	Витрата води
P2	Витрата солоду
P3	Витрата несолоджених матеріалів
P4	Витрата затору
P5	Витрата суслу
P6	Витрата пари
P7	Витрата дріжджів
P8	Витрата нефільтрованого пива
P9	Витрата готового пива

Необхідною передумовою побудови сценарію управління є виділення атрибутів об'єктів функціонування (табл. 3) та текстовий опис станів життєвого циклу об'єктів (табл. 4).

Таблиця 3 – Атрибути об'єкта С-сценарію

Клас	Позначення атрибута	Зміст атрибута
A1	a1.1	Ступінь подрібнення солоду Ступінь розчинення солоду Вологість солоду
	a1.2	
	a1.3	
A2	a2.1	Температура затирання солоду рН затору Концентрація затору Час фільтрації Мутність суслу Концентрація суслу Час кип'ятіння суслу
	a2.2	
	a2.3	
	a2.4	
	a2.5	
	a2.6	
	a2.7	
A3	a3.1	Якість дріжджів Ступінь зброджування Температура бродіння Час бродіння
	a3.2	
	a3.3	
	a3.4	
A4	a4.1	Мутність пива Органолептичні показники
	a4.2	

Таблиця 4 – Стан життєвого циклу

Клас	Позначення стану	Зміст стану
	1	2
A1	S1.1	Збільшити оберти вальців дробарки Зменшити оберти вальців дробарки Збільшити подачу води в дробарку Зменшити подачу води в дробарку Збільшити зазори вальців дробарки Зменшити зазори вальців дробарки
	S1.2	
	S1.3	
	S1.4	
	S1.5	
	S1.6	

Клас	Позначення стану	Зміст стану
1	2	3
A2	S2.1 S2.2 S2.3 S2.4 S2.5 S2.6 S2.7 S2.8	Збільшити подачу пари в заторному котлі Зменшити подачу пари в заторному котлі Збільшити час паузи затиранні Зменшити час паузи затирання Збільшити час фільтрації сусла Зменшити час фільтрації сусла Збільшити подачу пари в суловарильний котел Зменшити подачу пари в суловарильний котел
A3	S3.1 S3.2 S3.3 S3.4	Збільшити подачу холодоагента Зменшити подачу холодоагента Шпунтування Подача дріжджів
A4	S4.1 S4.2 S4.3 S4.4 S4.5	Фільтрування пива Подача пива на форфаси Карбонізація пива Пастеризація пива Подача на розлив

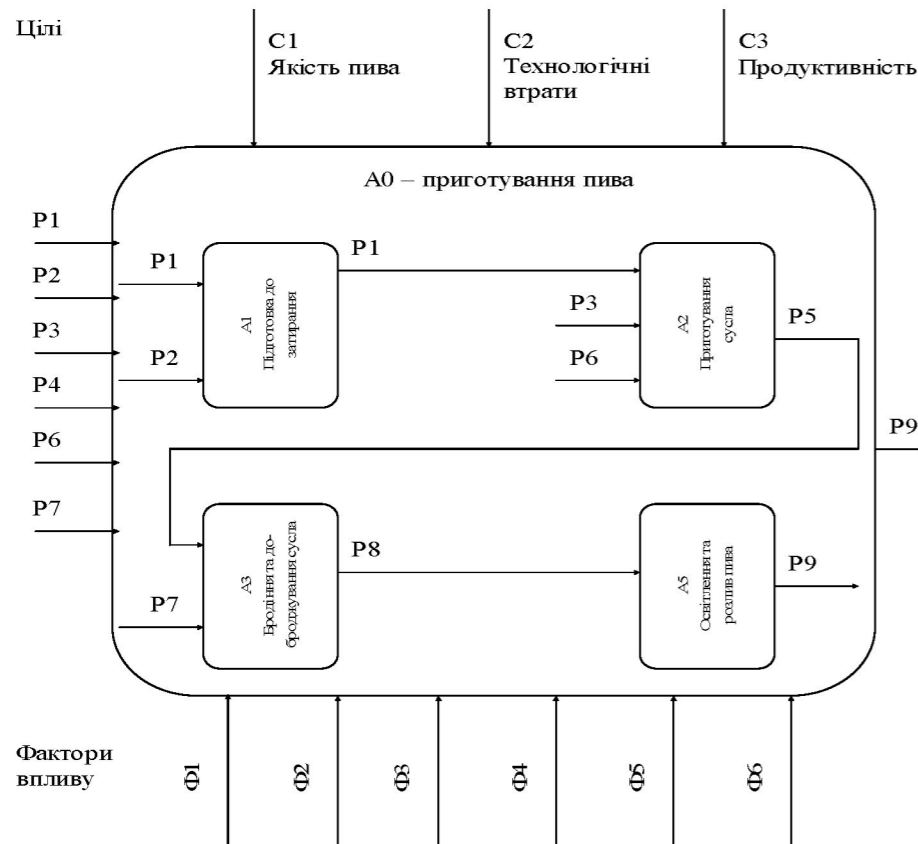


Рис. 3. А-сценарій управління виробництвом пива

Одним із методів аналізу сценаріїв є моделювання за допомогою апарату мереж Петрі. Але класичний апарат мереж Петрі не вільний від недоліків, що обмежують можливості рішення практичних завдань. Проблема може бути вирішена шляхом накладення деяких обмежень на клас розв'язуваних завдань, що дозволяє виділити із всієї множини мереж Петрі певний підклас із додатковими властивостями [14].

Систему A назвемо керованою системою із двійковою логікою, якщо система A має множини

компонентів $P = \{p_i\}$, $i = \overline{1, n}$ з різними характеристиками; кожний з компонентів перебуває в одному із двох станів: активний або не активний; на множині компонентів $P = \{p_i\}$, $i = \overline{1, n}$ визначена множина функцій переходу від одного стану до іншому, кожна з яких залежить від деякої системної події (стану життєвого циклу сценарію управління). Якщо серед функцій переходу є залежні від інтерактивного впливу,

систему A назвемо інтерактивно керованою системою з двійковою логікою.

При формуванні сценаріїв управління виробництвом пива станом або сценарієм S_i системи A назвемо набір активних компонентів:

$$S_i = \{p_i^{k1}, p_i^{k2}, \dots, p_i^{kr}\} \subseteq P, \quad (1)$$

де, для $\forall p_i^k \in P_{ij}$, $p_i^k \in S_i$, якщо стан p_i^k

активний перехід від стану до стану здійснюється стрибком, за допомогою активізації іншого набору життєвих станів [15].

Процес функціонування подібної системи є недетермінованим, оскільки заздалегідь неможливо з повною достовірністю прогнозувати який з наборів може бути активізований в i -й момент часу. Цей процес може бути формалізований у вигляді концептуальної моделі, побудованої на базі теорії мереж Петрі [16]. В основі цієї моделі лежить твердження про те, що логічна структура певної системи є обмежена мережа Петрі

$$N = \{P, T, F, H, M_0\}, \quad (2)$$

де $P = \{p_i\}$, $i = \overline{1, n}$ – множина позицій;

$T = \{t_j\}$, $j = \overline{1, m}$ – множина переходів, причому

$P \cap T = \emptyset$; F_i і H – відображення $F: P \rightarrow T$; $H: T \rightarrow P$, що задають матрицями інцидентності $F: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ й $H: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$, причому $F(p, t) = 1$, якщо перехід t інцидентний позиції p , $H(t, p) = 1$, якщо позиція p інцидентна переходу t ; M_0 , де $P \rightarrow \{0, 1\}$ – початкове маркування або розмітка.

У рамках даної моделі представлення сценаріїв множина компонентів системи є множина позицій P ; T – множина всіх можливих переходів від одного стану системи до іншого; зміст відображень F_i і H очевидний.

С-сценарій являє собою деталізацію А-сценарію з урахуванням еволюції об'єкта при виконанні операцій та передачі об'єктів від одних операцій до інших. Еволюція об'єктів при виконанні операцій проявляється у зміні значень їх ознак (атрибутів), при переходах виникають „мутації” – виникнення нових ознак і втрата ознак, що стали непотрібними. Кожен клас С-сценарію працює автономно. Його взаємодія з „зовнішнім світом”, тобто з іншими класами і зовнішнім середовищем полягає у внесенні у вхідні черги нових об'єктів та видалення із вихідних черг „відпрацьованих” об'єктів (рис. 4).

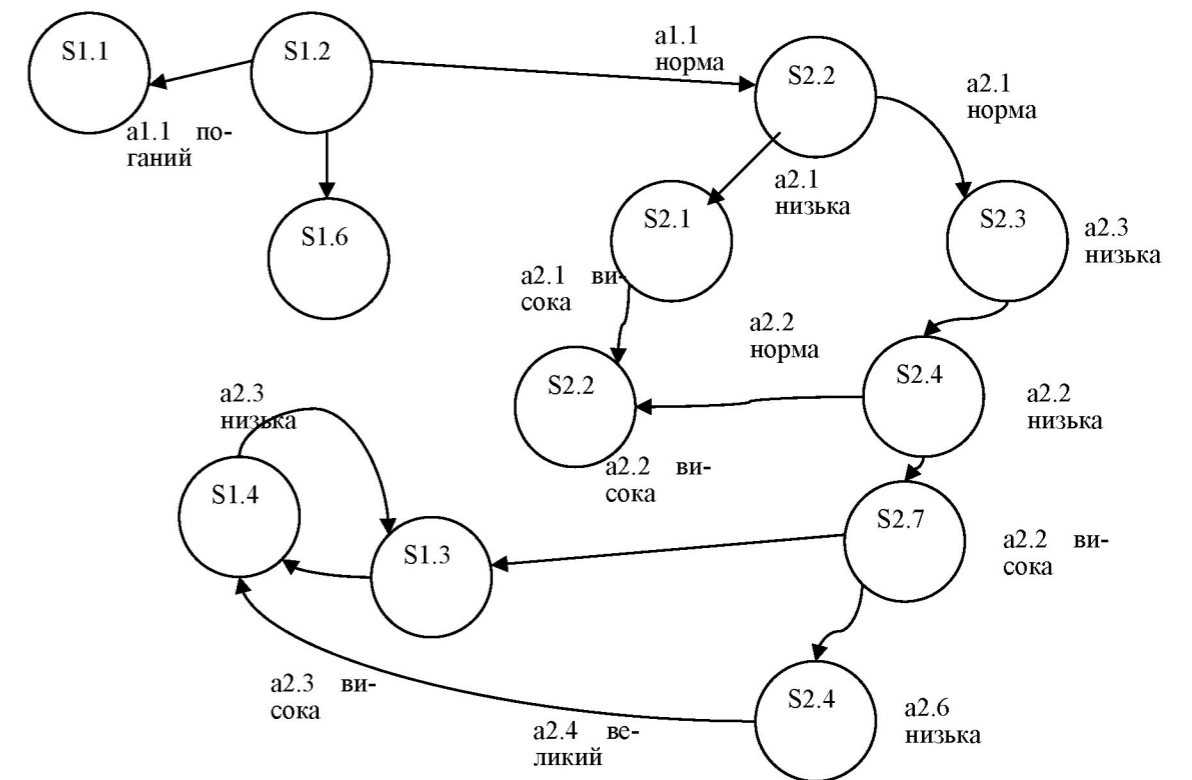


Рис. 4. Приклад С-сценарію управління

Висновки

В результаті аналізу технологічний комплекс пивоварного виробництва визначено як складну технологічну та організаційну систему, що

складається з великої кількості взаємозв'язаних підсистем. Має високий ступінь невизначеності та ознаки хаотичної поведінки. Аналіз сучасного стану автоматизації технологічних процесів виробництва пива дав можливість оцінити недоліки існуючих виробничих систем та зробити з цього

висновки щодо необхідності розробки системи управління, яка в максимально необхідній мірі буде їх усувати. Визначено основні напрямки удосконалення технологічних процесів виробництва пива.

Список літератури:

1. Домарецький В.А. Технологія екстрактів, концентратів та напоїв із рослинної сировини: підручник / В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський, М.Г. Михайлов. – К.: Нова Книга, 2005. – 408 с.
2. Мелетьєв А. Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / А.Є. Мелетьєв., С.Р.Тодосійчук, В.М. Кошова– К.: Нова книга, 2007. – 385 с.
3. Дилигенский Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология: Монография / Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 336 с.
4. Trelea, I.C., Titica, M., Landau, S., Latrille, E., Corrieu G., Cheruy, A., 2001b. A predictive modelling of brewing fermentation: from knowledge-based to black-box models. *Mathematics and Computers in Simulation*, 56. P. 405-424.
5. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. / В.Кунце В., Г.Мит, СПб: “Профессия”, 2001, - 912 с.
6. Новосельцев В.И. Теоретические основы системного анализа / В.И. Новосельцев, Б.В. Тарасов, В.К. Голиков, Б.Е. Демин. – М.: Майор, 2006. – 592 с.:ил.
7. Хорошевский В. Ф. Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web (Часть 1) / В.Ф. Хорошевский // Искусственный интеллект и принятие решений, 2008. – №1. – С. 80-97.
8. Голенков В.В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / В.В. Голенков [и др.] – Минск: БГУИР, 2001.
9. Бойко Н.П. Состояние и перспективы автоматизации пивоваренной промышленности / Н.П. Бойко, В.И. Петруня, П.И. Телис // ЦНИИТЭИ ПИЩЕПРОМ. Серия 10: Пивоваренная и безалкогольная промышленность. Обзорная информация. – 1982. – №6. – С. 1-32.
10. Телис П.И. Исследование осаживателя для непрерывного затирания в пивоваренном производстве как объекта автоматизации: Автореф. дис. ... к.т.н. / Киевский технологический институт пищевой промышленности. – К., 1969. – 26 с.
11. Федоткин И.М. Математическое моделирование технологических процессов / И.М. Федоткин. – К.: Вища школа, 1988. – 415 с.
12. Antoniadis, A., Oppenheim G. Wavelets and statistics // *Lecture Notes in Statistics*. – 1995. - № 103
13. Jang J.-S. R. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System // *IEEE Trans. Systems & Cybernetics*. - 1993. - Vol. 23. - P. 665 – 685 с.
14. ANDERSON, R.C. Rule-driven optimization boosts plant performance / R.C. ANDERSON, M. BARNETT, R. JAISINGHANI: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.gensym.com/documents/HP_1005.pdf
15. Andrés Toro, B. De, Girón-Sierra, J.M., López Orozco, J.A., Peinado, J.M., García Ochoa, F., 1998a. A kinetic model for beer fermentation under industrial operational conditions. *Mathematics and Computer Simulation*, 48:65-74.
16. B. de Andres-Toro Optimization of batch fermentation process by genetic algorithms / B. de Andres-Toro, J.A. Lopez-Orozco, C. Fernandez-Conde // *Departament de Informatica y Automatica*. – 1997. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, Spain.
17. Carrillo-Ureta G.E. Genetic Algorithms for Optimal Control of Beer Fermentation / Carrillo-Ureta G.E., Roberts P.D., Becerra V.M. // *Proceedings of the 2001 IEEE International Symposium on Intelligent Control*, Mexico City, Mexico, p.391-396.