

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФІС

(назва факультету)

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))
на тему: Інформаційні технології інтернету речей у виробничих лініях
харчової промисловості

Виконав: студент (ка) _____ курсу, групи _____
спеціальності (напряму підготовки) _____

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	Назаревич О.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	Дмитроца Л.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	Лупенко С.А.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Інформаційні технології інтернету речей у виробничих лініях харчової промисловості// Дипломна робота ОР «Магістр» // Квач Сергій Михайлович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група САМ-61 // Тернопіль, 2019 // С. – , рис. – , табл. – , додат. – , бібл. – .

Ключові слова: ДАТЧИК, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, ВИРОБНИЦТВО ПИВА.

Дипломна робота присвячена аналізу інформаційних технологій інтернету речей для підвищення ефективності виробництва пива.

Актуальність даної роботи пояснюється тим, що на сучасному етапі розвитку харчової промисловості важливою задачею є автоматизація, збір та аналіз даних виробничих процесів підприємства. Зараз на підприємствах застосовується автоматизоване обладнання та контролери без можливості довготривалого, автономного збору і аналізу даних, натомість проводиться частковий поточний контроль основних параметрів виробництва. Розробка системи для вирішення даної проблеми на основі концепції «Інтернет речей», є актуально і доволі перспективно. Це дозволить контролювати технологічні процеси, підвищити якість виготовлюваної продукції, збільшити об'єми виробництва та забезпечити економію за рахунок попередження збоїв роботи та відповідно простою виробничих ліній.

Основним завданням дипломної роботи є аналіз інформаційних технологій на основі «Інтернет речей» для збору і аналізу інформації на виробничих лініях харчової промисловості.

В першій частині роботи було розглянуто основні аспекти роботи IoT систем.

В другій частині роботи було описано основні технології та протоколи роботи мережі основаної на концепції «Інтернет речей» та обґрунтовано вибір потрібної технології.

В третій частині розглядаються основні етапи виробництва пива на підприємстві ТОВ «Пивоварня «Опілля», а також обґрунтовано потрібні типи датчиків на тому чи іншому етапі виробництва.

Четверта частина описує вибір обладнання та його характеристики для реалізації IoT системи.

Об'єкт дослідження: технологічні процеси виробництва пива.

Предмет дослідження: інформаційні технології на основі «Інтернет речей».

Метою роботи є дослідження та оптимізація процесу збору і аналізу інформації технологічних процесів пивоваріння.

Основні результати: розглянуто основні етапи виробництва пива, проведено аналіз основних параметрів, що впливають на якість пива, розроблено систему IoT для оптимізації збору та аналізу даних про технологічні процеси пивоваріння.

ANNOTATION

Information technologies of IoT in food industry production lines // Diploma work degree “Master” // Kvach Serhii // Ternopil Ivan Pul`uj National Technical University, Department of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, group SAm-61 // Ternopil, 2019 // P. , Fig – , Table – .

Keywords: SENSOR, INFORMATION SYSTEM, FOOD PRODUCTS, BEER PRODUCTION, INTERNET OF THINGS.

This work is dedicated to analyzing the Internet of Things IT to improve beer production efficiency.

The relevance of this work is explained by the fact that at the present stage of development of the food industry an important task is the automation, collection and analysis of data production processes of the enterprise. Now enterprises are using automated equipment and controllers without the possibility of long-term, autonomous data collection and analysis, instead, partial on-going control of basic production parameters is being carried out. Developing a system to solve this problem based on the concept of "Internet of Things" is relevant and quite promising. It will allow to control the technological processes, to improve the quality of the manufactured products, to increase the production volumes and to provide savings by preventing malfunctions and correspondingly idle production lines.

The main objective of the thesis is the analysis of information technologies on the basis of "Internet of Things" for the collection and analysis of information on the production lines of the food industry.

The first part deals with the main aspects of IoT systems.

The second part describes the basic technologies and protocols of the network based on the concept of "Internet of Things" and justified the choice of the necessary technology.

The third part discusses the main stages of beer production at the company "Opillya Brewery" LLC, as well as justifies the required types of sensors at one or another stage of production.

The fourth part describes the selection of equipment and its characteristics for implementing an IoT system.

Object of study: technological processes of beer production.

Subject of research: information technology based on the Internet of Things.

The purpose of the work is to research and optimize the process of gathering and analyzing information of brewing technological processes.

Main results: The main stages of beer production were considered, the analysis of the main parameters affecting the quality of beer, the IoT system were developed to optimize the collection and analysis of data on brewing technological processes.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЦКТ – Циліндрично-конічний танк.

NGN (Next Generation Network) – мережа наступного покоління.

IoT (Internet of Things) – Інтернет речей.

LoRa (Long Range) – широкомагістральна мережа малої потужності.

LPWAN (Low Power Wide Area Network) – енергоефективна мережу
далекого радіусу дії.

IaaS (Infrastructure-as-a-Service) – Інфраструктура як послуга.

PaaS (Platform as a service) – Платформа як послуга.

SaaS (Software as a service) – Програмне забезпечення як послуга.

ЗМІСТ

Вступ	
1 Базові аспекти роботи мереж IoT	
1.1 Основи визначення.....	
1.2 Архітектура мереж IoT	
1.2.1 Рівень давачів	
1.2.2 Мережевий рівень	
1.2.3 Рівень обробки даних	
1.2.4 Рівень застосунків.....	
1.3 Висновки до першого розділу.....	
2 Порівняльний аналіз та вибір технологій і протоколів для обміну інформації в мережах IoT	
2.1 LoRaWAN	
2.2 SigFox	
2.3 NB-IoT	
2.4 Weightless-P	
2.5 Вибір та обґрунтування технології для IoT мережі.....	
2.6 Висновки до другого розділу	
3 Вимірювальні давачі в технологічних процесах пивоваріння.....	
3.1 Транспортування і очистка солоду	
3.2 Дроблення і затирання.....	
3.3 Фільтрація сусла.....	
3.4 Кип'ятіння сусла	
3.5 Відділення гарячого білкового відстою в вірпулі, охолодження і аерація сусла	
3.6 Бродіння	
3.7 Фільтрація	
3.8 Оцінка якості сировини та готової продукції	
3.9 Висновки до третього розділу	
4 Спеціальна частина	

4.1 Вибір та підключення датчиків.....	
4.2 Передача даних від датчиків до хмарних сховищ	
4.3 Обробка даних	
4.4 Вивід даних на інтерфейс користувача.....	
4.5 Приклади роботи IoT систем на виробництві	
4.6 Висновки до четвертого розділу.....	
5 Обґрунтування економічної ефективності	
5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи	
5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи	
5.3 Розрахунок матеріальних витрат.....	
5.4 Розрахунок витрат на електроенергію	
5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	
5.6 Обчислення накладних витрат.....	
5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи.....	
5.8 Розрахунок ціни дослідження.....	
5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	
5.10 Висновки до п'ятого розділу	
6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	
6.1 Основні особливості стандарту OHSAS 18001 щодо компетентності, навчання та обізнаності персоналу організації	
6.2 Профілактика зорової втоми користувачів ЕОМ	
6.3 Шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні випромінювання у виробничих приміщеннях для роботи з ВДТ та захист від них	
6.4 Оцінка стійкості роботи об'єкта до дії проникаючої радіації і радіоактивного забруднення місцевості, які виникають після ядерного вибуху.....	
6.5 Висновки до шостого розділу	

7 Екологія.....	
7.1 Інформаційне забезпечення еколого-статистичних досліджень.....	
7.2 Індексний метод в екології.....	
7.3 Висновки до сьомого розділу	
Загальні висновки до дипломної роботи	
Перелік використаних джерел	
Додатки	

ВСТУП

Сучасний світ переповнений новітніми технологіями, які спрощують роботу тих чи інших систем. «Інтернет речей» є однією з тих концепцій, яка дає зрозуміти чого чекати від майбутнього. За допомогою IoT можна будь-яку річ зробити розумною і об'єднати в велику мережу для збору і обміну інформацією.

Під поняттям «Інтернет речей» розуміють не лише велику кількість різноманітних давачів, пристроїв, які об'єднані за допомогою бездротових та дротових протоколів передачі даних, що підключених до мережі інтернет, але також досить тісну взаємодію між віртуальним та власне реальним світом, в якому діалог відбувається між пристроями та людиною.

Також IoT дозволяє отримати нові шляхи збору, структуризації, накопичення і аналізу даних. І все це автоматично. Такі можливості не могли залишитись без уваги підприємців. Використання IoT на виробництві дозволяє контролювати технологічні процеси, вести відповідну статистику, запобігати браку і це все без втручання людини.

Основна вигода, яку отримує підприємство від використання технологій «Інтернет речей», полягає не стільки в самих «речах», скільки у впровадженні нового способу роботи з ними. Якщо компанія прагне в першу чергу налагодити принципово нову взаємодію між співробітниками, а вже потім впровадити самі технології, тоді вона забезпечить собі хороший старт для оптимізації роботи підприємства.

Останнім часом стає все важче нарощувати експертний потенціал, який необхідний для складних промислових об'єктів, що знаходяться в рамках однієї організації. У зв'язку з цим у виграшному становищі опиняться ті підприємці, які навчилися не тільки розвивати навички персоналу всередині компанії, але і ефективно використовувати зовнішні ресурси для досягнення результатів в бізнесі.

Метою даної роботи є дослідження інформаційних технологій інтернет речей та доцільність використання цих технологій на виробництві. Базою для впровадження систем IoT було обране ТОВ «Пивоварня «Опілля». В даній роботі було розглянуто основні технології та принцип роботи інтернет речей, досліджені технологічні процеси пивоваріння та можливості їх удосконалення за допомогою IoT, також було підібране відповідне обладнання для реалізації даного проекту.

Основним об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення пива.

Завдання даної роботи:

- Розглянути концепцію IoT та можливості її реалізації у виробничих процесах пивоваріння;
- Дослідити технологічні процеси пивоваріння та можливості їх контролю за допомогою IoT системи;
- Розглянути необхідне обладнання та датчики для реалізації IoT систем на підприємстві ТОВ «Пивоварня «Опілля».

Актуальність даної теми підтверджується досвідом закордонних підприємств, які вже впровадили і користуються перевагами промислових систем IoT. Можливість аналізу роботи підприємства та забезпечення необхідною інформацією відповідних відділів і при цьому в автоматичному режимі, може значно пришвидшити якість та швидкість роботи виробництва, що у свою чергу збільшить прибуток.

1 БАЗОВІ АСПЕКТИ РОБОТИ МЕРЕЖІ ІОТ

1.1 Основні визначення

Давач – пристрій призначений для вимірювання фізичних та інших величин, який складається з одного або декількох вимірювальних перетворювачів які видають вихідний сигнал, зручний для зберігання і використання в відповідних системах.

NGN (Мережа наступного покоління) – це мультисервісна мережа, що працює на пакетній комутації, призначена для забезпечення електрозв'язку з використанням декількох технологій транспортування (широкосмугових) при ввімкненій функції якості обслуговування (QoS), в якій ці функції забезпечують транспортування та не залежать від задіяних технологій.

Шлюз (Комутатор) – це пристрій, який оснащений засобами зв'язку для з'єднання давачів та не обов'язковими можливостями такими, як: спрацювання за певних значень вимірювань, а також збір, зберігання та обробку даних.

Інтернет речей (ІоТ) – це концепція з можливістю глобального використання, що призначена для інформаційного суспільства, що дозволяє з'єднати фізичні та віртуальні речі в одну мережу з допомогою впровадження інформаційно-мережевих технологій [1].

1.2 Архітектура мереж ІоТ

Мережа ІоТ – це глобальна мережа, що складається з комп'ютерів та власне давачів (сенсорів) і комутаційних пристроїв, що зв'язані між собою за допомогою інтернет протоколів [2].

Для використання на практиці всі навколишні пристрої повинні бути оснащені малогабаритними сенсорними та ідентифікаційними давачами. При виконанні цієї умови та наявності всіх необхідних каналів зв'язку за

допомогою цих датчиків можна не тільки відслідковувати потрібні об'єкти та їх параметри в часі і просторі, але і отримати можливість керувати ними, а також використовувати отриману інформацію в загальних базах для аналітики. Масове розповсюдження розумних речей робить не ефективним використання звичайної клієнт-серверної моделі з сторони обміну трафіком [3].

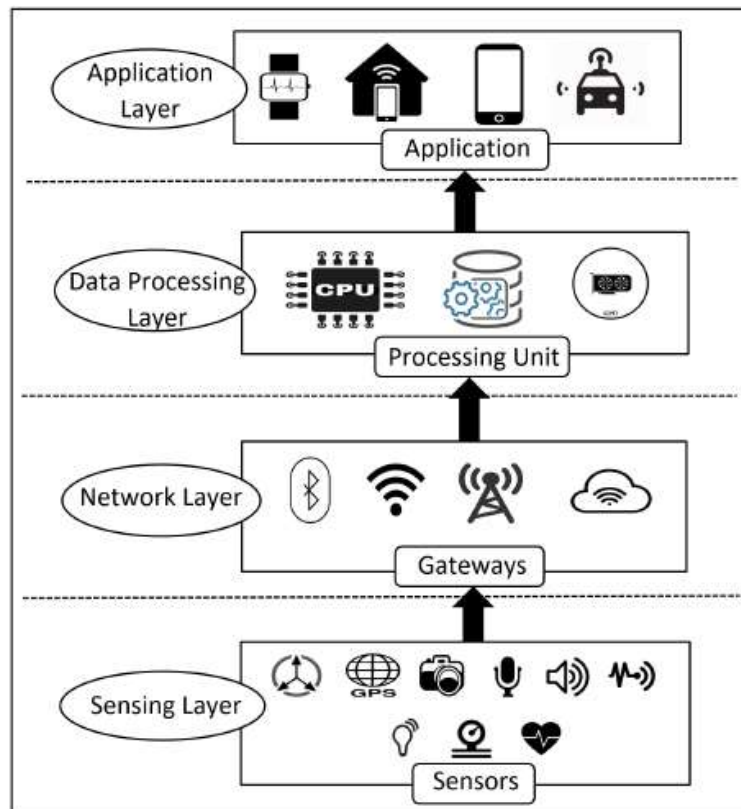


Рисунок 1.1 – Архітектура мережі «Інтернет речей»

Архітектура IoT пристроїв, що приведена на рисунку 1.1, передбачає чотири рівні: рівень датчиків, рівень обробки даних, мережевий рівень, та прикладний рівень.

1.2.1 Рівень датчиків

Основне завдання рівня датчиків – це фіксація та зчитування характеристик різних фізичних явищ навколишнього середовища з допомогою відповідних пристроїв, а саме сенсорів. Цей рівень передбачає використання декількох видів датчиків. В одній мережі може бути велика кількість різних

сенсорів. Декілька датчиків в мережі IoT інтегруються з допомогою концентратора. Концентратор – це головна точка з'єднання датчиків. Він отримує інформацію з сенсорів та надсилає її в блок обробки даних. Концентратор застосовує кілька транспортних механізмів (Serial Peripheral Interface та Inter-Integrated Circuit) для обміну інформацією між датчиками та застосунками [4].

Датчики в IoT системах класифікуються на 3 великі категорії:

– Сенсори руху. Ці датчики вимірюють зміни переміщення та орієнтацію відповідних об'єктів. За допомогою таких датчиків можна реєструвати два типи руху: лінійний та кутовий. Лінійний рух передбачає власне лінійне переміщення пристрою, а кутовий відноситься до переміщення пристрою обертальним шляхом.

– Датчики навколишнього середовища. До таких датчиків відносяться сенсори, які вимірюють тиск, температуру, освітленість та інші. Такі датчики вимірюють зміни відповідних параметрів навколишнього середовища. За допомогою таких датчиків можна налаштувати систему IoT самостійно приймати рішення відповідно до тих чи інших змін в середовищі вимірювання. Дані датчики використовують у промисловості, виробництві, системах автоматизації розумних будинках та інше.

– Датчики місцезнаходження. Найбільш поширені датчики так звані GPS-трекери. Датчики даного типу використовуються для навігаційних обраних цілей в IoT системах.

1.2.2 Мережевий рівень

Мережевий рівень – це комунікаційний канал, яким передаються дані що були зібрані датчиками до інших підключених пристроїв. В IoT системах, мережевий рівень реалізується за допомогою таких технологій як Wi-Fi, Z-Wave, LoRa, Bluetooth та ін.

Цей рівень реалізує два типи можливостей:

– Можливість організації мереж. Дозволяє використовувати функції управління з'єднанням в мережі, такі як управління доступом та ресурсами транспортування, управління мобільністю або авторизація, автентифікація та облік.

– Можливість транспортування. Дозволяє з'єднувати пристрої та транспортувати інформацію до хмарних сховищ, додатків чи баз даних.

1.2.3 Рівень обробки даних

Даний рівень представлений головним блоком обробки інформації, що отримує зібрані дачачами дані обробляє та аналізує їх, після чого приймає рішення відповідно до результатів аналізу. Дане рішення передається через мережевий рівень до інших підключених пристроїв, або на інтерфейс користувача.

1.2.4 Рівень застосунків

Рівень застосунків приймає та виводить результати роботи рівня обробки даних завдяки різних IoT-застосунків. Даний рівень направлений на користувача і повинен вивести отримані дані в зрозумілій для користувача формі. Такі додатки можна зустріти у вигляді додатків розумного транспорту, розумних будинків тощо [5].

1.3 Висновки до першого розділу

В першому розділі були розглянуті основні визначення пов'язані з концепцією «Інтернет речей» та архітектура IoT. Також були досліджені основні аспекти та принципи роботи мереж IoT.

2 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ І ПРОТОКОЛІВ ДЛЯ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ В МЕРЕЖАХ ІОТ

2.1 LoRaWAN

З огляду на сучасний розвиток інформаційних систем можна зробити висновок, що майбутньому до мереж IoT буде під'єднана велика кількість пристроїв. Основна частина цих пристроїв живиться від звичайних батарейок. Тому стає зрозуміло що головною характеристикою є час роботи системи без втручання людини [6].

Для того щоб вирішити цю проблему було створено абсолютно нові технології спеціально для мереж IoT. Такі мережі отримали назви LPWAN. Основні технології цих мереж є Weightless, LoRa, NB-IoT, SIGFOX та інші. Ці технології були розроблені через появу необхідності підключення великої кількості приладів та сенсорів для централізованого збору та аналізу інформації з можливістю збереження на хмарних серверах. Розглянемо технології мережі LPWAN детальніше [7].

Після презентації технології LoRaWAN, був прийнятий єдиний стандарт LPWAN, що призначався для глобальних мереж низького енергоспоживання. LoRa це об'єднання методу модуляції для мереж LPWAN, що розробила компанія Semtech та відкрила протокол LoRaWAN.

Метод модуляції LoRa, оснований на технології що передбачає розширення діапазону та різновидів лінійної частотної модуляції. Дані закодовуються широкосмуговими імпульсами з частотою, що коливаються на деякому тимчасовому інтервалі. Такий підхід забезпечує стійкість приймача до перебоїв частоти від початкового значення та зменшує вимоги, які задаються до тактового генератора, це дозволяє використовувати недорогі кварцові резонатори. Додатковою перевагою LoRa є використання прямої корекції помилок та те, що технологія працює в субгігерцових частотах [8].

Тоді як значна частина систем з використанням частотної маніпуляції, працюють з сигналами рівень яких не нижче 8-10 дБ що перевищує рівень шуму, LoRa в свою чергу працює на 20 дБ нижче рівня шуму. Модуляція LoRa передбачає використання фізичного рівня, який застосовується в мережах різних архітектур: зірка, точка-точка, mesh-мережі та інші.

Оскільки LoRa має високу чутливість вона ідеально підходить для пристроїв де потрібне низьке споживання електроенергії та забезпечення надійного зв'язку на доволі великі дистанції.

LoRaWAN – це протокол канального рівня, який використовується в мережах з великою ємністю та значним радіусом дії при цьому має низьке енергоспоживання.

Протокол LoRaWAN дає змогу працювати з декількома видами пристроїв. Типи пристроїв показані на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Типи пристроїв в мережі LoRaWAN

Пристрої в LoRaWAN поділяються на:

– Клас А – це двонаправлені кінцеві пристрої. Вони використовуються, коли потрібно підтримувати мінімальну потужність при передачі даних з сервером. Після відправки пакету даних кінцевий вузол запускає сеанс зв'язку, далі виділяє два вікна, в процесі яких чекає дані від

сервера. Тобто передача даних відбувається тільки тоді коли відкривається сеанс кінцевим пристроєм. Це дозволяє знизити споживання енергії.

– Клас Б – Основною відмінністю від пристроїв класу А, є можливість відкривати побічні вікна для прийому за розкладом. Відповідність розкладу здійснюється кінцевим пристроєм, який синхронізується з сигналом від шлюзу. Відповідно можливість додаткового вікна дає змогу обмінюватися даними у зазначений графіком час.

– Клас С – пристрої з найбільшим приймальним вікном. Даний клас дозволяє використовувати практично безперервне вікно прийому інформації. Така особливість дозволяє передачу великого обсягу даних.

Основними елементами архітектури LoRaWAN, яка приведена на рисунку 2.2, є: кінцеві вузли, мережевий сервер, шлюзи, а також сервер додатків.

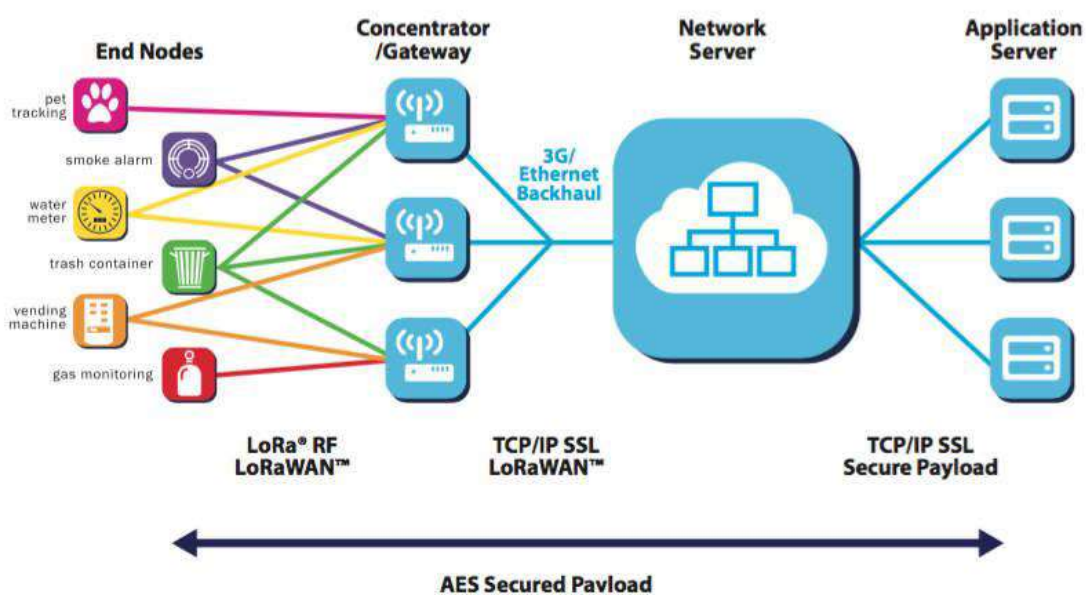


Рисунок 2.2 – Архітектура мережі з використанням LoRaWAN

Кінцеві вузли (End Nodes) – це прилади, що забезпечують вимірювання, контроль та управління. Даний елемент складається з сукупності сенсорів вимірювання та керуючих елементів. Щоб економити енергію передача даних

відбувається на деякий невеликий проміжок часу. Зазвичай живляться від батарейок [9].

Шлюз LoRa (Concentrator/Gateway) – об'єкт мережі, що через радіоканал отримує дані про вимірювання від кінцевих пристроїв і посилає їх в транзитну мережу. Транзитними мережами є: стільникові мережі, Ethernet, WiFi, та інші мережі. Кінцеві пристрої та шлюз створюють мережу з топологією типу – зірка. Дуже розповсюджено те, що пристрій складається з багатоканальних вузлів прийому та передачі, що дозволяє працювати з сигналами, які одночасно надходять з декількох каналів або декілька сигналів, які надійшли від одного каналу. Завдяки цьому, декілька таких концентраторів забезпечують покриття мережі з прозорою передачею даних [10].

Мережевий сервер – елемент, який є віддаленим центром управління мережею. Забезпечує обробку та зберігання даних, що було прийнято з шлюзу, регулювання швидкості, та аналіз.

Програмний сервер – сервер, що виконує збір інформації з кінцевих вузлів та забезпечує віддалений контроль їх роботи.

Поява LoRaWAN дозволила створювати глобальні, та водночас прості мережі для обміну інформацією з великою кількістю кінцевих вузлів. Основою перевагою є довга автономна робота, великий радіус дії та висока завадостійкість і безпека.

2.2 SigFox

Компанія SigFox це провідний світовий постачальник послуг з Інтернету речей. Одна глобальна мережа, яка з'єднає ваш фізичний світ із цифровим всесвітом та трансформацією енергетичної галузі [11].

SigFox – технологія бездротового низькошвидкісного зв'язку пристроїв в мережах з низьким споживанням енергії. Стандарт SigFox визначає максимальну кількість повідомлень від базової станції до кінцевого пристрою в день: 140 повідомлень, при цьому кожне повідомлення має бути розміром не

більше 12 байт (виключаючи заголовок повідомлення та інформацію про передачу). Та також кількість повідомлень, що виходять від кінцевого пристрою: 4 повідомлень в день з корисним навантаженням 8 байт.

Політика SigFox дозволяє надання відкритої інформації яка необхідна для побудови мережі апаратного забезпечення (базових станцій і модулів), при цьому програмне забезпечення є закритим і продається операторам як послуга. В даний час SigFox присутній в більш ніж 60 країнах.

Ця технологія, розробником якої є група з Labège, Франція, переносить стільникову мережу на концепцію «Інтернет речей». Дана група це мережевий оператор, що впроваджує IoT у бізнес індустрію. Архітектура мережі SigFox, власне кажучи, дуже схожа на мережі стільникового зв'язку, наприклад, як GPRS та GSM, водночас дана технологія є менш затратною і більш енергоефективною.

SigFox покриває близько 30-50 км в сільській та міській місцевості. Через велику кількість шумів в містах діапазон роботи становив 3-10 км. Загальна топологія мережі побудована для створення високопродуктивної, масштабної мережі, з низькими затратами енергії.

Технологія SigFox користується вузькою смугою частот, що має назву Ultra Narrow Band, яка основана на радіо технології, що призначена для під'єднання пристроїв до глобальної мережі. UNB це основний фактор, що забезпечує доволі низький рівень потужності передавача, який буде використовуватись під час процесу підтримки надійного з'єднання та обміну інформації [12].

Спілкування з базовою станцією SigFox проводиться за допомогою протоколу point-to-point. Станція Sigfox підключається до свого хмарного сховища даних, після отримання та розшифрування повідомлень, отримані дані надсилаються до підключеної хмарної бази.

Далі, хмарний сервер SigFox через інтерфейс прикладного програмування посилає повідомлення на ІТ платформи та клієнтські сервери. Архітектура SigFox показана на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Архітектура мережі що базується на технології SigFox

Технологія SigFox використовується тоді коли основним фактором для вибору є низька вартість пристроїв та потреба в широкій зоні покриття. Наразі є велика кількість застосунків що базуються саме на даній технології. Области, в яких застосовуються мережі SigFox:

- енергетичні комунікації;
- дім та споживчі товари;
- транспорт;
- охорона здоров'я;
- віддалений моніторинг та контроль.

Перед іншими технологіями LPWAN мереж, даний стандарт надає ряд переваг. Серед них можна відзначити:

- висока проникаюча спроможність;
- велика зона покриття;
- робота від батарей АА, приблизно 20 років роботи;

- низька вартість;
- наднизьке енергоспоживання.

Так як і будь-які інші технології світу, мережа SigFox, теж має негативні сторони:

- залежність від мережі стільникової зв'язку;
- погана завадостійкість;
- низька швидкість обміну інформацією.

2.3 NB-IoT

NB-IoT – технологія для пристроїв стільникового зв'язку з малим можливим обсягом передачі інформації. Розроблений 3GPP, з розвитком стільникових мереж, даний стандарт був представлений в 2016 році. Інша назва цього стандарту LTE-CAT.M2, можна визначити такі його переваги як: низьке енергоспоживання, що гарантує час роботи до 10 років, швидко і просту модернізацію мережі, велику зону покриття, та високу надійність.

Стандарт використовується для підключення автономних пристроїв до цифрових мереж зв'язку. Наприклад, датчиків для медицини, лічильників різного типу, датчиків розумних будинків і т. NB-IoT є одним з трьох стандартів IoT, розроблених 3GPP для мобільних мереж зв'язку: eMTC, NB-IoT та EC-GSM-IoT. Стандарт eMTC володіє найбільшою пропускну спроможністю і розгортається на обладнанні LTE. NB-IoT мережа може бути розгорнута як на обладнанні стільникових мереж LTE, так і окремо, в тому числі поверх GSM стандарту. EC-GSM-IoT надає найменшу пропускну здатність і розгортається поверх мереж стандарту GSM [13].

Серед переваг NB-IoT є:

- можливість управління енергоспоживанням (до 10 років роботи від акумуляторів ємністю 5 Вт);
- велика місткість мережі (сотні тисяч підключених пристроїв до однієї базової станції);

- низька вартість пристроїв;
- оптимізована для поліпшення чутливості модуляції сигналу.

Технологія NB-IoT це також еволюція з мережі мобільного зв'язку до власне кажучи концепції «Інтернету речей». Цей різновид бездротових глобальних мереж розроблена для взаємодії між додатками з низьким споживанням енергії.

До NB-IoT можна застосовувати фактично діапазони частот що використовують 2G/3G/4G в низьких діапазонах. А саме діапазон 20 – 800МГц, діапазон 8 – 900МГц і діапазон 3 – 1800МГц [14].

2.4 Weightless-P

Weightless-P – це одна з різновидів мереж LPWAN, що застосовується в тих випадках, коли потрібний двонаправлений зв'язок, висока автономність, а також коли потрібна підтримка високої кількості кінцевих пристроїв. Основними особливостями даної технології є масштабованість мережі, широка зона покриття та довгий термін роботи від однієї батареї.

Ця технологія забезпечує хорошу якість зв'язку водночас підтримує малий діапазон частот модуляції і підтримує двонаправлений зв'язк. Базова станція Weightless-P обслуговує найбільшу кількість кінцевих пристроїв, ніж всі інші технології LPWAN.

В Weightless-P базові станції дозволений контроль над мережею в будь-який вказаний час. Відповідно в інших технологіях станція не підтримує таких можливостей [15].

У мережах, що використовують технологію Weightless-P, базова станція запитує базу даних, яка ідентифікує канали, які використовуються для ефірного телевізійного мовлення в її локальній місцевості. Канали, які невикористовуються так званий простір, може використовуватися базовою станцією для зв'язку з терміналами за допомогою протокола Weightless- P.

Базова станція надсилає повідомлення, яке приймається пристроями. Пристрої виділяють певний час і частоту для передачі своїх даних назад на базову станцію. Базова станція підключена до Інтернету або приватної мережі. Станція отримує доступ до бази даних для ідентифікації частот або каналів, якими вона може користуватися, не втручаючись у наземні телевізійні трансляції.

Кінцеві точки терміналу розроблені так, щоб вони мали низькі витрати на пристрої тобто працюють за принципом «підготувати і забути» – це означає, що від них потрібно використовувати мінімальну потужність, щоб вони могли працювати автономно протягом тривалого періоду, близького до типового терміну зберігання акумулятора.

Також Weightless-P має можливість адаптивного контролю швидкості обміну даними, що дозволяє забезпечувати оптимальну продуктивність мережі та збільшити термін служби батареї давачів, оскільки швидкість регулюється в залежності від відстані кінцевих вузлів від шлюза. Чим менша відстань до базової станції кінцевого вузла, тим вища швидкість передачі даних, це забезпечує менший ефірний час за рахунок зниженої потужності. І відповідно навпаки ті вузли, які знаходяться на більшій відстані від базової станції, користуються нижчою швидкістю передачі інформації та відповідно вищу вихідну потужність [16].

Стандарт Weightless-P зазвичай використовується в системах, які призначені для відеоспостережень, оцінки стану здоров'я, та розумних речах.

2.5 Вибір та обґрунтування технології для IoT мережі

Після розгляду основних стандартів обміну інформацією, в мережах LPWAN а саме: SigFox, LoRaWAN, Weightless-P та NB-IoT. Здійснивши порівняльну характеристику вище перелічених технологій по таких ознаках, як: метод модуляції, спектр частот, швидкість обміну інформацією, граничний час автономної роботи кінцевих вузлів, робочі частоти технологій, ступінь

безпеки та відстань покриття мережі, яку можна розглянути в таблиці 2.1, підберемо технологію, яка найбільш підійде для впровадження на підприємство ТОВ «Опілля».

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика основних мереж LPWAN

Характеристики	LoRaWAN	SigFox	NB-IoT	Weightless-P
Метод модуляції	CSS	DBPSK/GFSK	GFSK/BPSK/QPSK	GMSK/PSK
Діапазон	ISM	ISM	Ліцензований	ISM
Швидкість	0,3-50 кбіт/с	100 кбіт/с	UL: 1-144 кбіт/с DL: 1-200 кбіт/с	0,2-100 кбіт/с (адаптивна)
Смуга	Широкосмуг.	Вузькосмуг.	Вузькосмуг.	Вузькосмуг.
	до 500 кГц	100 кГц	200 кГц	12,5 кГц
Максимальний час автономної роботи пристроїв	> 10 років	До 20 років	До 10 років	3-5 років
Частота	868,8 МГц (Європа)	868,8 МГц (Європа)	800/900/1800 МГц	169/433/470/780/868/915 МГц
	915 МГц (США)	915 МГц (США)		
	433 МГц (Азія)			
Безпека	AES-64/128	AES з HMACs	AES-256	AES-128/256
Дальність	До 2,5 км у місті,	До 10 км у місті,	до 2 км	До 2 км у місті
	до 45 км за містом	до 50 км за містом		

При виборі технології слід враховувати сферу застосування та можливість удосконалення і розширення. Оскільки мережа має працювати лише на одній локації і дальність роботи не має перевищувати площу підприємства, можна зробити висновок, що дальність дії не є пріоритетною характеристикою. Для нашого випадку важливими характеристиками є: автономність роботи, безпека, простота та дешевизна.

Враховуючи порівняльну характеристику (див. таблиця 2.1) та досвід закордонних підприємств, які впроваджували промисловий інтернет речей, можна зробити висновок, що технологія LoRaWAN є найбільш оптимальна.

2.5 Висновки до другого розділу

В другому розділі були розглянуті основні технології та протоколи для обміну інформацією в мережа IoT. На основі отриманої інформації було виконано порівняння основних характеристик та переваг розглянутих технологій. Також на основі порівняльної характеристики та основних потреб, була підібрана необхідна технологія для впровадження мережі IoT на підприємство ТОВ «Пивоварня «Опілля».

3 ВИМІРЮВАЛЬНІ ДАВАЧІ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ПИВОВАРІННЯ

3.1 Транспортування і очистка солоду

Технологія приготування солоду розділяється на наступні процеси: очищення і сортування зерна; дезінфекцію і зволоження зерна; пророщування зерна; підв'ялювання і сушку зеленого солоду; полірування солоду; зберігання солоду. На рисунку 3.1 показана принципова схема переробки зерна, що надходить на підприємства.

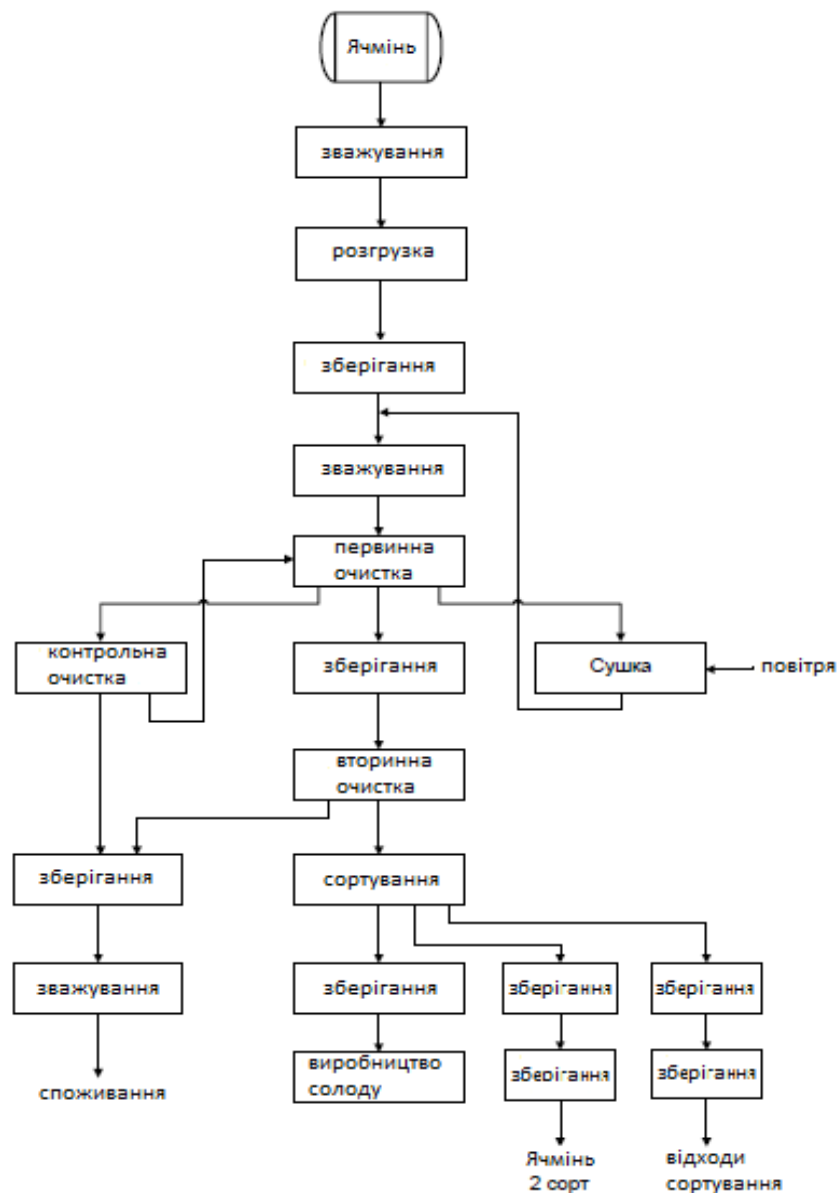


Рисунок 3.1 – Процес обробки зерна

На солодові підприємства ячмінь надходить в короткий період – з кінця літа до осені в кількості, необхідній для виконання підприємством річної програми виробництва. У зв'язку з цим приймальні пристрої і зерноочисні установки, повинні мати достатню продуктивність, а зерносховища – відповідну місткість.

Головна мета первинної очистки є видалення пилу, а також бур'янів і шкідливих домішок, які можуть викликати псування ячменю під час зберігання, знизити його якість і збільшити втрати.

Здійснюють первинне очищення ячменю в відносно короткий період часу (менше доби) безпосередньо перед закладкою його на тривале зберігання.

При здійсненні первинного очищення виконуються наступні завдання:

- зважування;
- транспортування;
- очищення від домішок.

При підвищеній вологості зерна перед стадією зберігання його попередньо піддають підсушуванню до 12-14% вологості. При вологості вище критичної позначки, яке для ячменю становить 14,5%, в зерні інтенсивно протікають фізіологічні процеси (дихання зерна), внаслідок яких в міжзерновий простір виділяється значна кількість вологи і теплоти.

Це, в свою чергу, призводить до наступних негативних наслідків:

- поступового підвищення температури зерна (самозагорання);
- збільшення втрат сухих речовин ячменю;
- погіршення якості ячменю (поява затхлого запаху);
- збільшення ризику розвитку хвороботворних мікроорганізмів, які можуть погіршити якість зерна.

При первинному очищенні сортування ячменю не проводять.

Метою вторинного очищення є видалення з зерна домішок що залишились після первинного очищення, видалення інших злаків і сортування зерна. Сортування зерна необхідно для рівномірного замочування і пророщування ячменю.

Вторинне очищення здійснюють рівномірно протягом усього року, безпосередньо перед подачею ячменю в солодове виробництво. Продуктивність зерноочисних машин на стадії вторинного очищення нижче (приблизно в 3-4 рази), ніж при первинному очищенні, але при цьому ступінь очищення вище.

Для вторинного очищення ячменю використовують повітряно-сіткові і магнітні сепаратори, трієри, а очищений ячмінь поділяють по фракціям на сортуючих машинах. При виробництві солоду використовують ячмінь тільки першого та другого класів.

Існує два основних способи зберігання ячменю – підлоговий в засіках і силосний.

Зерносховища підлогового типу є на невеликих заводах. Вони являють собою окремі засіки, в яких зерно зберігається на підлозі при висоті шару не більше 2,5 м, щоб в подальшому мати змогу обробляти ячмінь партіями. Аерація ячменю проводиться транспортуванням його на інші склади. У деяких сучасних солодовнях використовуються зерносховища, які розміщені на кількох поверхах один над одним.

Цей спосіб має наступні недоліки:

- утруднюється механізація навантажувальних і розвантажувальних робіт;
- в нижніх шарах підвищується вологість;
- не економічно використовується виробнича площа;
- підвищується забрудненість зерна;
- зерно доступніше гризунам.

На великих заводах зерно зберігається в елеваторах силосного типу. Такий елеватор складається з приймального приміщення, робочої башти та блоку силосів схема такого елеватора зображена на рисунку 3.2.

У силосах будь-якого типу потрібно передбачити аерацію та проводити регулярне пересипання ячменю.

Зерно, що поступає автотранспортом або залізничним транспортом розвантажувачами розвантажується в бункери, звідки транспортером подається в норію, якою піднімається у верхню частину робочої вежі і направляється в проміжні бункери, а потім через ваги надсилосного транспортером в силоса.

Силос – це вертикальна ємність круглої, квадратної або прямокутної форми, передбачена для зберігання сипучих мас. Данні конструкції отримали найбільш широке розповсюдження.

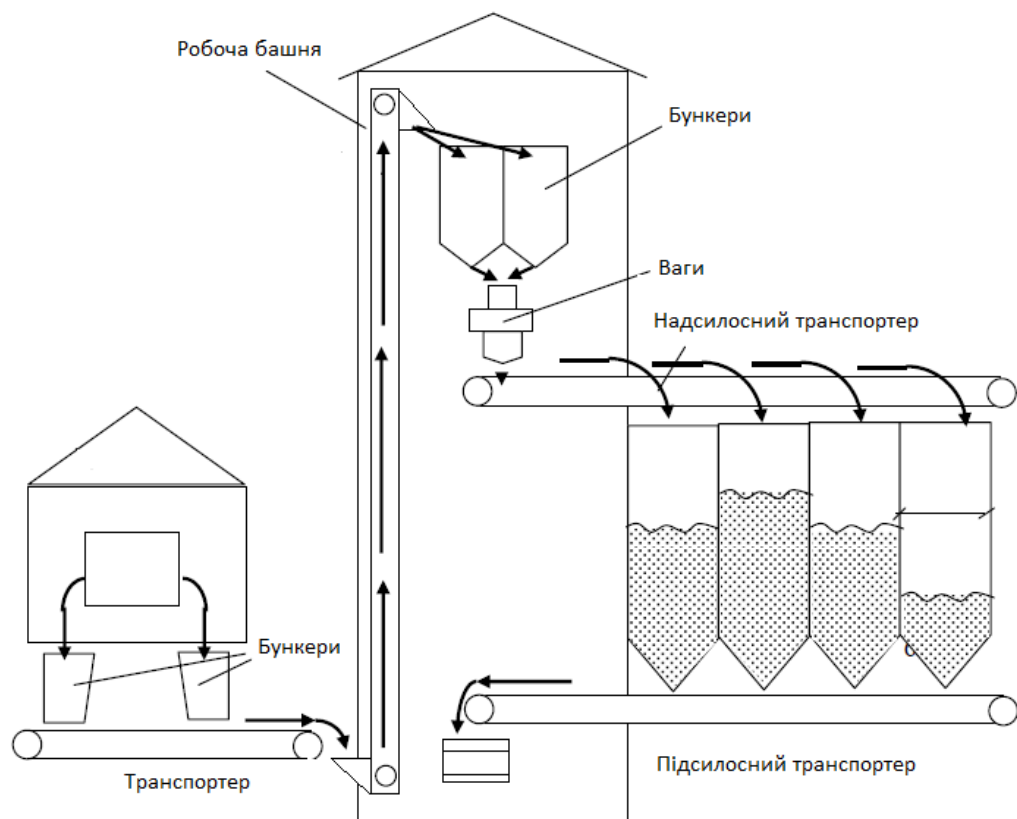


Рисунок 3.2 – Схема елеватор силосного типу

Силоси бувають круглі, квадратні або примикають один до одного у вигляді шестикутних сот, металеві або залізобетонні (найчастіше перетином 6х6 м, висотою 10-40 м), розташовані в декілька рядів.

Під час зберігання регулярно контролюють температуру і вологість зерна. Спостереження необхідно проводити на всіх поверххах силосу. При зберіганні на підлозі вологість повинна бути менше або дорівнює 14%, а при силосному – 13%. Якщо зерно нагрівається, його провітрюють активним вентиляванням, тобто вводять вентиляційний шланг і під тиском подають сухе повітря або перекачують з одного силосу в інший, на шляху його можна пропускати через очисні машини.

В ході зберігання вологість навколишнього повітря впливає на вологість ячменю, який стає більш сухим або вологим. Повітря для сушіння повинен бути більш холодним, ніж зберігається ячмінь. Якщо повітря буде тепліше, то він повинен мати меншу вологість [18].

В процесі нормального зберігання зерно втрачає воду, при цьому зменшується в об'ємі, а також протягом року на дихання йде частина ваги.

- в 1-й чверті року втрачається $\approx 1,3\%$;
- у 2 чверті року втрачається $\approx 0,9\%$;
- в 3 чверті року втрачається $\approx 0,5\%$;
- в 4 чверті року втрачається 0,3% сухих речовин.

Поряд з втратами від високої вологості і температури ячмінь схильний до пошкоджень від шкідників.

Для боротьби з шкідниками-комахами вся партія обробляється відповідним для цієї мети газом, який спочатку знищує комах і його личинок, а потім без залишку випаровується (наприклад, фос-Форіст водень, фостоксин і ін.). Мікроскопічні гриби, що відносяться до видів *Rhizopus*, *Stemphylium* і *Fusarium*, утворюють токсини. Токсин може знижувати активність і перешкоджати розвитку зародка тому потрібно не допустити розвитку даних грибів. Боротьбу з пацюками і мишами проводять відомими засобами.

Профілактичні заходи щодо боротьби з шкідниками:

- повне звільнення від зерна сховищ, їх ретельне очищення і провітрювання, періодичну очистку стін, підлоги і стелі від пилу;

- перевірку надійшовшого ячменю на враження довгоносиком, ретельне очищення та знепилювання зерна перед закладкою на зберігання;
- контроль транспортних засобів і тари на наявність довгоносиків;
- контроль зерна, що зберігається на розігрів;
- нагрівання ураженого зерна (довгоносик гине при нагріванні до температури 50 градусів протягом 10-15 хв), охолодження зерна (при температурі 8 градусів припиняється поїдання зерна і розмноження довгоносика, а при тривалому впливі нульової температури він може загинути);
- переміщення і вентилявання зерна, як показує досвід, вентилявані сховища і склади, в яких застосовують пересипання зерна, уражаються паразитами в меншій мірі;
- застосування «обкурювання» (окис етилену).

3.2 Дроблення і затирання

Очищений солод поступає в млин (затор) в якому на труби засипки встановлюються зрошувачі, схема показана на рисунку 3.3. В заторі солод спочатку замочують теплою водою з танка пивоварної води, потім солод розмелюють.

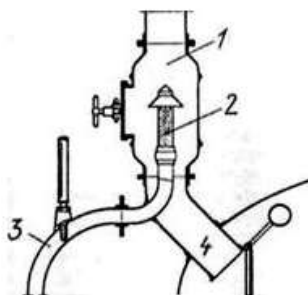


Рисунок 3.3 – Зрошувач засипки

Замочування солоду – штучне насичення зерна водою, що здійснюється з метою активізації в ньому ферментних систем, які сприяють пророщування [19].

Життєдіяльність зерна активізується з появою в ньому вільної вологи.

При цьому роль води зводиться до забезпечення наступних процесів:

– переходу розчинних поживних речовин в розчинний стан та перспективи подальшої їх транспортування до зародку, який і споживає поживні речовини (без води, в сухому стані, поживні речовини не можуть рухатися);

– створення умов для проникнення в ендосперм ферментів (в сухому стані ферменти не можуть пересуватися). Після того як ферменти проникли в ендосперм, вони переводять резервні речовини зерна з нерозчинного стану в розчинний. У розчинній стані ці речовини можуть засвоюватися зародком.

Вологість зерна до мийки і замочування зазвичай не перевищує 14,5%, а після замочування досягає 42-48%. Кінцеву вологість замоченого зерна називають ступенем замочування [18].

Ступінь замочування контролюють в лабораторних умовах. Орієнтовно про завершення замочування можна судити і за станом зерна, воно повинно згинатися з характерним потріскуванням при стисненні пальцями в поздовжньому напрямку, але не розколюватися.

На ефективність замочування солоду впливають такі чинники:

- однорідність зерна;
- ступінь аерації зерна;
- вміст двоокису вуглецю;
- температурний режим.

Ячмінь має бути однорідно замочений, тільки завдяки цьому всі процеси при пророщування будуть протікати рівномірно. Якщо процеси будуть протікати нерівномірно, то це негативно позначиться на подальшій його переробці в процесі пивоваріння. Однорідність зерна забезпечується попередньою класифікацією ячменю на стадії вторинного очищення. На замочування подають зерно одного класу.

Розмелений солод змішується з водою, яка до цього пройшла процес пом'якшення на установці водопідготовки.

Суміш з температурою близько 50-55° С після цього перекачується в один з заторних чанів-котлів. У чані при впливі ферментів відбувається перетворення крохмалю, що міститься в солоді, в цукор, який піддається бродінню.

Там же з солоду витягуються фракції білка, які відповідають за піноутворення, і дубильні речовини. Це досягається за рахунок природного нагрівання затору до певних температур і витримки затору при даних температурах протягом визначеного часу, графік залежності можна розглянути на рисунку 3.4.

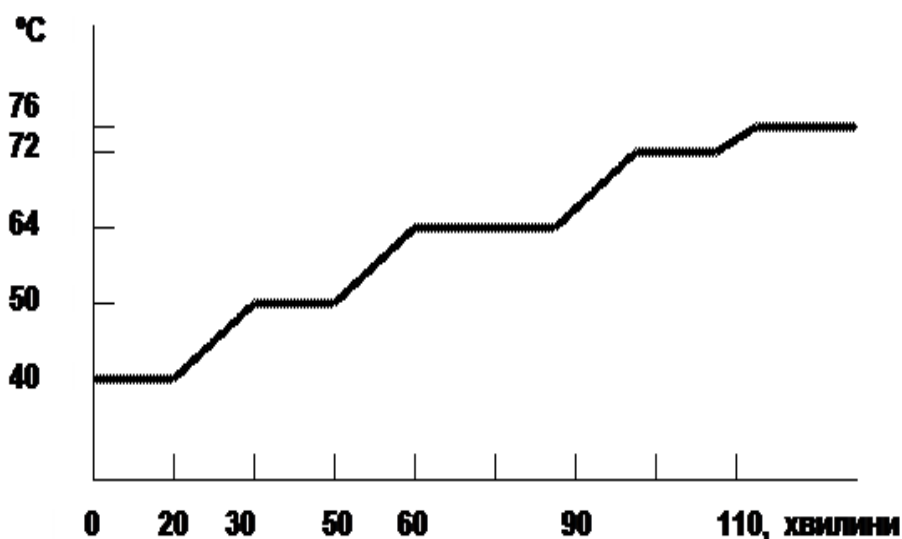


Рисунок 3.4 – Діаграма затирання суслу

На даному етапі давачі тиску, температури та рівня води дозволять повністю моніторити процес дроблення і затирання. Впровадження сенсора тиску попередить про перевищення тиску в заторному чані-котлі що може призвести до поломки обладнання та відповідно простою виробництва. Давач температури дозволить контролювати температуру суміші і відповідно запобігти невідповідності рецепту та браку продукції. Давачі рівня води забезпечить відповідність всіх пропорцій зазначених в рецепті [20].

2.4 Фільтрація сусла

Далі затор (суміш подрібнених зернопродуктів, призначених для затирання) з водою перекачується з заторного чана-котла в фільтраційний чан, схему якого можна побачити на рисунку 3.5. Там тверді частинки, що містяться в заторі, відокремлюються від рідкої фази сусла.

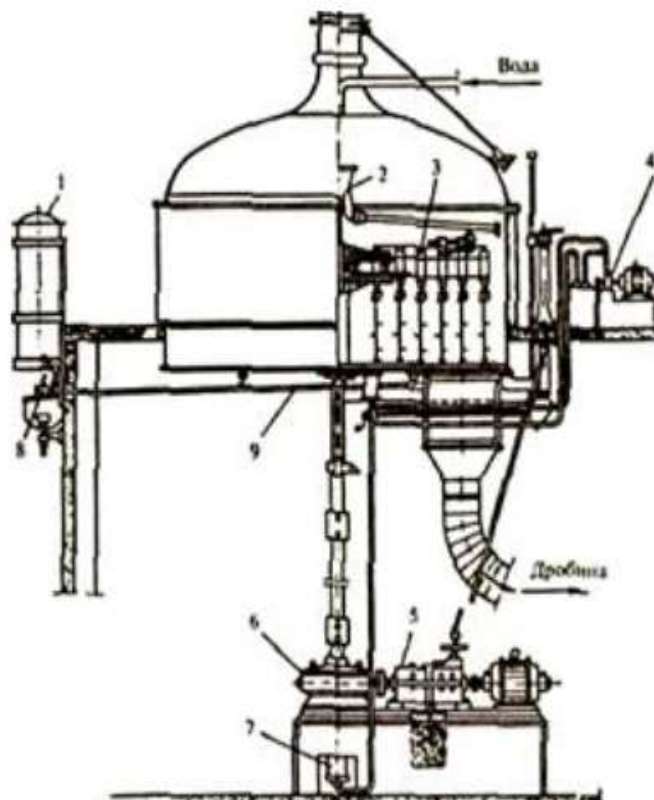


Рисунок 3.5 – Апарат для фільтрації сусла: 1 – керування тиском; 2 – регулятор змочування дробина; 3 – розпушувач; 4 – насос; 5 – регулятор швидкості; 6 – редуктор; 7 – гідро підіймач; 8 – крани регулювання швидкості фільтрування; 9 – відвід сусла.

Сушло перекачується далі в танк-збірник сусла, який служить як буферна ємність. Даний процес займає приблизно 120 хвилин. Уловлювані тверді частинки, так звана дробина, видаляється з фільтраційного чана і подається в буферну ємність. Речовини, які були відфільтровані, промивають, аби вимити з неї залишки екстракту, для цього гаряча вода рівномірно поливає

всю площу фільтраційного чану далі за допомогою пневмотранспортера відправляється у відділення для дробини. Дробина використовується фермерами в якості багатого білками корму [21].

За допомогою розумних лічильників кількості води, можна контролювати і корегувати процес фільтрації. З отриманих даних можна буде підібрати оптимальну стратегію фільтрації для отримання найкращих результатів якості з мінімальними затратами.

3.4. Кип'ятіння сусла

Сусло перекачується з буферної ємності в установку кип'ятіння сусла (сусловарочний котел) схема показана на рисунку 3.6. По дорозі вони проходять через нагрівач сусла, в якому доводиться майже до температури кипіння.

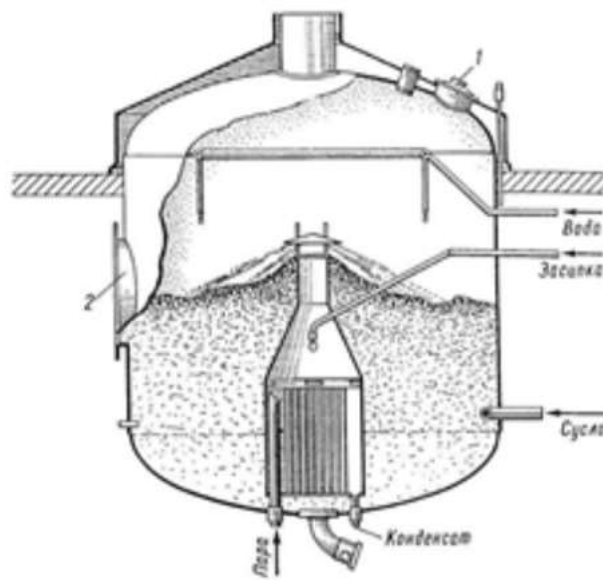


Рисунок 3.6 – Схема суловарочного котла

Кип'ятіння сусла з хмелем необхідно для розпарювання сусла, інактивації ферментів, осадження високомолекулярних білків, а також для

перекладу в розчин гірких і ароматичних речовин хмелю, для додання сусла, а отже і пива, гіркового смаку і хмелевого аромату.

Під час кип'ятіння сусла, яке займає приблизно 90 хвилин, відбувається випаровування води в такій кількості, що забезпечує досягнення заданої концентрації цукру на рівні 12%. Крім того, відбувається осадження певних фракцій білків і укрупнення частинок дубильних речовин. На даному етапі пристроєм подачі хмелю подається хміль, який надає пиву необхідну гіркоту.

Існують кілька способів внесення хмелю, вони застосовуються в залежності якості хмелю і необхідного ступеня охмеління сусла. Хміль вносять в один, два, три і чотири прийоми цілими шишками. Якщо хміль вносять в один прийом, то всю норму хмелю вносять в суслотварочний котел перед початком кип'ятіння сусла і кип'ятять протягом 1,5-2 ч. Такий спосіб додавання хмелю нераціональний, оскільки при тривалому кип'ятінні ароматичні речовини хмелю встигають зникнути і сусло втрачає хмелевий аромат.

При кип'ятінні сусла утворюється водяна пара, яку називають вторинною. Така пара має специфічний запах, який потрібно усувати так як на законодавчому рівні на виробництві це забороняється. Отриманий під час кип'ятіння вторинний пар має температуру приблизно 100 градусів і вже не може використовуватись в подальшому виробництві.

Доцільно використовувати хоча б частину теплової енергії пари. Такий підхід реалізується за допомогою встановлення конденсатора вторинної пари на витяжну трубу котла. Якщо вторинний пар концентрувати в даному пристрої то можна отримати назад теплову енергію. В конденсаторі пар піддається тиску і досягає температури 108-115 градусів, така температура є сприятливою для обігріву котла. Таким чином пара використовується як додаткове джерело тепла для обігріву котла і дозволяє зекономити [22].

Так, як процес кип'ятіння супроводжується підвищеним тиском та температурами кипіння, необхідність контролю даного процесу досить велика. Тому давачі тиску, температури також ультразвуковий давач рівня води і

лічильник води є необхідними не тільки для дотримання рецепту а й забезпечення безпеки.

3.5 Відділення гарячого білкового відстою в вірпулі, охолодження і аерація сула

Кип'ячене, гаряче суло подається через тангенціальний вхід у гідроциклонний апарат який зображений на рисунку 3.7. Там обложені білки і дубильні речовини за рахунок «ефекту вірпула» (доцентрових сил) накопичуються в центрі дна ємності і в майбутньому відправляється в спеціальні силоса для таких речовин.

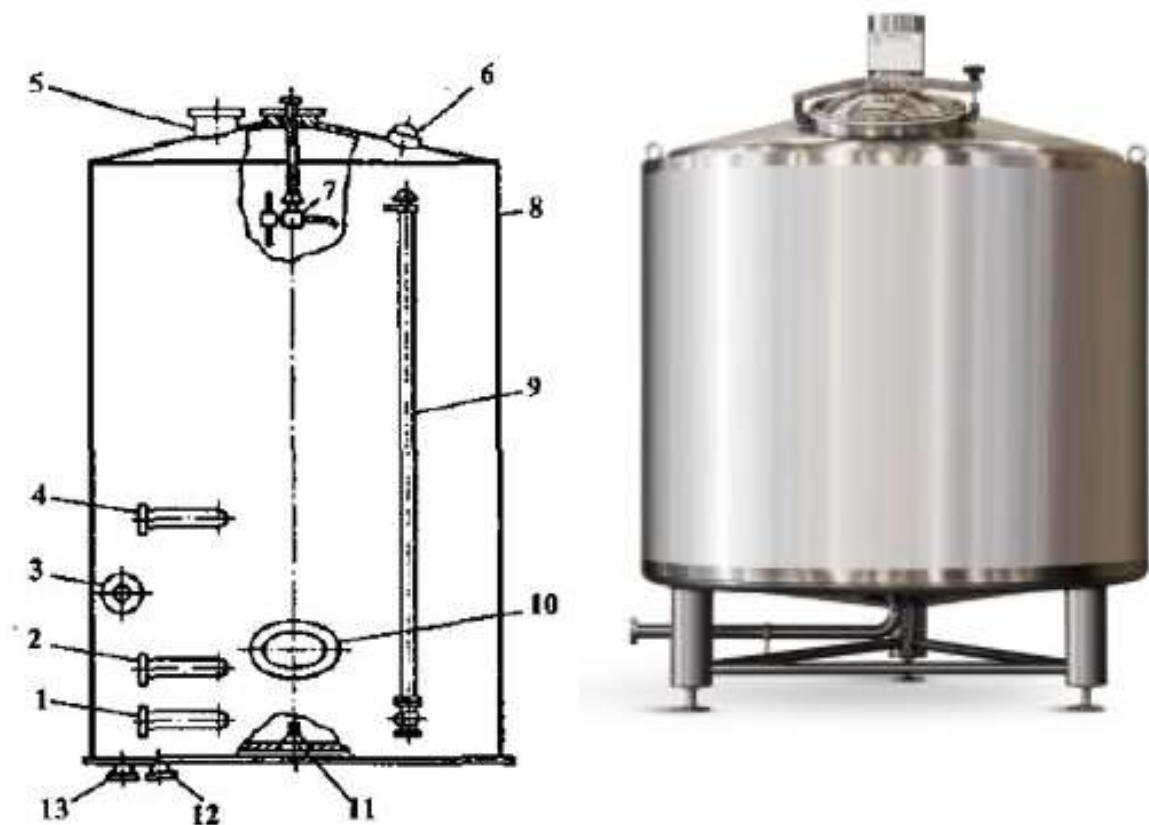


Рисунок 3.7 – Гідроциклонний апарат (вірпул)

Після 30-хвилинної паузи суло відкачується і охолоджується до температури бродіння (8°C) за допомогою теплообмінника, схема якого

представлена на рисунку 3.8. В якості охолоджуючої рідини при цьому використовується охолоджена вода з танка крижаної пивоварної води [23].

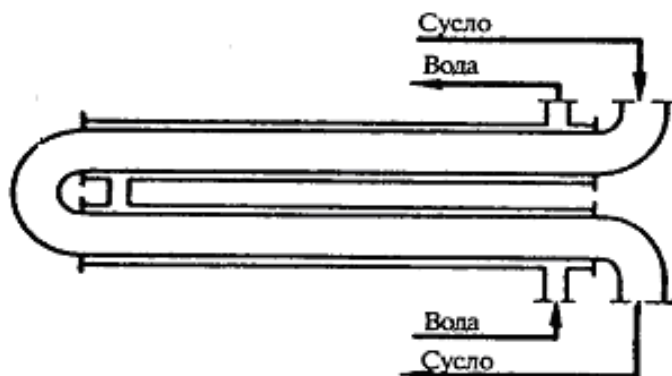


Рисунок 3.8 – Схема теплообмінника

Для приготування охолодженої води використовується холодильна установка, яка охолоджує воду з танка пивоварної води. В охолоджувачі сусла охолоджена вода поглинає теплову енергію і подається далі в танк гарячої пивоварної води. Після цього вона використовується для затирання.

Охолоджене сусло тепер насичується повітрям за допомогою пристрою аерації сусла який зображений на рисунку 3.9. Повітря необхідне для подальшого бродіння.



Рисунок 3.9 – Пристрій аерації сусла

Білковий відстій з вірпула перекачується в танк-збірник. Звідти він подається в фільтраційний чан і далі (разом з дробиною) в силос для дробини. Він реалізується разом з дробиною як корм.

3.6 Бродіння

У дріжджовому відділенні в сусло, яке в ході технологічного кроку піддалось охолодженню і аерації, подаються 0,5-1,0 л дріжджів на гектолітрів сусла. Для цього можна використовувати вживанні дріжджі з танка зберігання дріжджів або свіжорозведені дріжджі від установки пропagaції-асиміляції дріжджів. Дріжджі служать для перетворення цукру, що міститься в суслі, в алкоголь, CO₂ і тепло (шляхом бродіння). Сусло з дріжджами передається далі в один з танків ЦКТ зображений на рисунку 3.10. Обсяг танка розрахований на 8 процесі перекачування сусла.

Після наповнення танка починається процес бродіння, в ході якого утворюються алкоголь, CO₂ і тепло. Регулювання температури в ході процесу бродіння здійснюється за допомогою охолодженого гліколю, який циркулює в сорочці танка. Гліколь охолоджується в холодильній установці. Надмірна CO₂ перекачується і обробляється на установці регенерації CO₂ і знову використовується в технологічному процесі.



Рисунок 3.10 – Танк ЦКТ

Під час бродіння і доброджування в ЦКТ дріжджі розмножуються. Вони охолоджуються в установці охолодження дріжджів і перекачуються в

танк зберігання дріжджів або, як відходи в танк надлишкових дріжджів, які більше не використовуються в процесі пивоваріння. Вони служать як корм або вихідна сировина в косметичній галузі [24].

3.7 Фільтрація

Залишки дріжджів та інші залишки видаляються з пива на стадії фільтрації. Для цього пиво перекачується в буферний танк для нефільтрованого пива і далі до фільтраційної установки, схема якої представлена на рисунку 3.11. Буферний танк при цьому служить для запобігання перепадів тиску і коливань витрат на фільтрі. Перед фільтром в нефільтроване пиво подається стабілізатор. Стабілізатор робить позитивний вплив на стійкість пива.

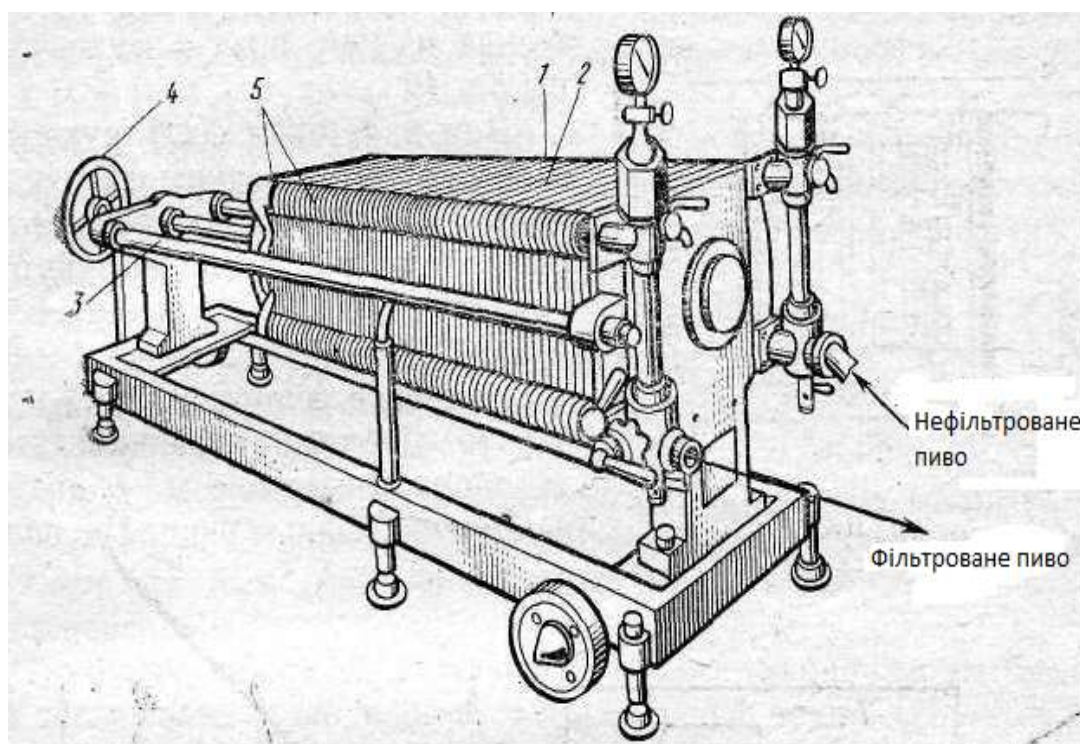


Рисунок 3.11 – Фільтраційна установка

Після фільтрації пиво подається в буферний танк для фільтрованої пива. Так само, як і буферний танк, служить для запобігання перепадів тиску і

коливань витрат. Після цього, освітлене, фільтроване пиво насичується CO_2 в автоматизованій установці вимірювання вмісту і дозування CO_2 . Звідти воно подається далі через фільтр-пастку (трап-фільтр) зображену на рисунку 3.12, який уловлює кізельгур, дріжджі та інші частинки, які можуть знаходитися в пиві. На початку циклу фільтрації дегазована вода витісняється пивом з фільтра. При цьому утворюються так звані головні залишки (змішана фаза), які подаються в танк для змішаної фази. Те ж саме відбувається і в кінці процесу фільтрації при витісненні пива з фільтра дегазованою водою [25].



Рисунок 3.12 – Фільтр-пастка

Отримана таким чином суміш пива з водою під час наступних циклів фільтрації поступово подається в буферний танк для не фільтрувати пива, щоб уникнути втрат пива. Всі зібрані фільтрами частки кізельгуру, білкового відстію, дріжджів так само витісняються дегазованою водою з фільтрів в танк для кізельгуру і білкового відстію звідки походить їх подальша утилізація. Відфільтроване пиво далі йде на розлив і упаковку.

3.8 Оцінка якості сировини та готової продукції

Якість вихідного продукту напряду залежить від якості сировини. Так як сировина для пивоваріння в різну пору року може бути різна, постає проблема забезпечення однаково якісного виготовлення продукції на протязі року за різних умов та якості сировини. Тому були досліджені інформаційні моменти керування процесами для підвищення якості вихідної продукції та ефективного використання сировини, яка необхідна при приготуванні пива.

Проведений системний аналіз засобів контролю виявив визначальні фактори ефективності основних етапів виробництва пива. З огляду на те, що оцінка якості сировини та власне продукції супроводжується великою кількістю показників та складністю оцінки їх взаємозв'язків є дуже важливим аспектом, був проведений розбір технологічних процесів пивоварні з використанням категорійно-функторного підходу. Проведена робота дозволила визначити мірила продуктивності, якості, та втрат. Категорійно-функціональний підхід, за рахунок використання алгоритмічних процедур у словесній формі, дозволив зменшити відхилення за рахунок суб'єктивної оцінки. При використанні вище сказаного підходу, надається можливість обрахунку кількісних характеристик виробничої системи, а саме показників якості та дозволяє виявити, оптимальні стани системи.

Категорійно-функторний аналіз потрібно провести для таких категорій якості як: якісні характеристики свіжопророслого солоду, хімічний склад води, показники лабораторного сусла, якісні характеристики солоду, якість помелу зерно-продуктів, якість хмелю, фракція помелу зерно-продуктів, характер затирання зерно-продуктів, освітлення сусла, кількість фільтраційних циклів для сусла, якість розмноження дріжджів, прозорість сусла, кількість фільтраційних циклів для пива, ступінь зброджування.

Щоб оцінити якість сировини та встановити їх ранги було проведено експертне опитування. З метою зменшення впливу спеціалізації фахівців були опитані експерти з різних груп: технологи, вчені, працівники лабораторій,. Для

обробки результатів експертного опитування було використані функції інструмента для аналізу даних Statistica.

Було встановлено, що якість продукту залежить від великої кількості показників. Для того щоб визначити зв'язок між ними було використане багатомірне шкалування, за допомогою чого знайдено схожість між оцінками опитаних експертів та показників якості сировини [26].

Оцінити якість можна за формулою:

$$K = f(K_1, K_2, \dots, K_n), \quad (3.1)$$

де K_1, K_2, \dots, K_n це показники якості.

$$K = f(K_i \cdot M_i), \quad (3.2)$$

де M_i це коефіцієнт який відповідає за важливість відповідного показника якості; K_i - власне коефіцієнт якості відповідної продукції.

За допомогою принципів кваліметрії ми отримали комплексні оцінки якості продукції ($K_1 - K_6$) за допомогою яких можна буде коригувати якість вихідного продукту, в даному випадку пива.

Стадія отримання первинного солоду:

$$K_1 = 0,239\Phi A + 0,171W_{\text{сол}} + 0,239M_{\text{озн}} + 0,228E_{\text{сол}} + 0,104B, \quad (3.3)$$

де $M_{\text{озн}}$ – це морфологічні ознаки; ΦA – ферментна активність; B – відсоток білку; $E_{\text{сол}}$ – кількість сухих речовин, які можуть перейти в стан розчину під впливом ферментів солоду, що вимірюється в відсотках; $M_{\text{озн}}$ – це морфологічні ознаки.

Стадія приготування солоду:

$$K_2 = 0,072Fr + 0,132W_{\text{сол}} + 0,17\Phi A + 0,243E_{\text{сол}} + 0,126\text{ЧК} + \quad (3.4)$$

$$0,176E_{\text{сол}} + 0,116N + 0,09\beta_{\text{гл}},$$

де Fr – борошністість та скловидність, що вимірюються за допомогою фріабіліметра; ЧК – число Кольбаха; $W_{\text{сол}}$ – це відсоток вологості солоду; N – відсоток концентрації амінного азоту; $\beta_{\text{гл}}$ – β -глюкан, мг/100г.

Стадія приготування сусла:

$$K_3 = 0,042W_{\text{сол}} + 0,042W_{\text{зер}} + 0,121m_{\text{сол}} + 0,118m_{\text{зер}} + 0,112E_{\text{сол}} + \quad (3.5)$$

$$0,176E_{\text{зер}} + 0,081n_{\text{сол}} + 0,072n_{\text{зер}} + 0,126Br_{\text{сус}} + 0,032\eta_{\text{зат}} + 0,032\tau_{\text{оц}},$$

де $W_{\text{сол}}$ – це відсоток вологості зерна; $m_{\text{сол}}$ – вага солоду; $m_{\text{зер}}$ – вага зерна; $n_{\text{сол}}$ – фракція помелу солоду; $n_{\text{зер}}$ – фракція помелу зерна; $Br_{\text{сус}}$ – вміст екстракту;

$\eta_{\text{зат}}$ – в'язкість затору; $\tau_{\text{оц}}$ – кількість хвилин потрібних для оцукрення.

Стадія кип'ятіння сусла:

$$K_4 = 0,26Br_{\text{охм сус}} + 0,142\eta_{\text{охм сус}} + 0,26Q_{\text{хм}} + 0,081K_{\text{охм сус}} + \quad (3.6)$$

$$0,108\rho_{\text{Носв сус}} + 0,182\text{ВДК},$$

де $Br_{\text{охм сус}}$ – концентрація хмелю; $\eta_{\text{охм сус}}$ – в'язкість охмеленого сусла; $K_{\text{охм сус}}$ – кислотність охмеленого сусла; ВДК – білково-дубильні комплекси.

Стадія бродіння і доброджування:

$$K_5 = 0,146C_{\text{поч сус}} + 0,098K_{\text{пива}} + 0,116\rho_{\text{Нпива}} + 0,151C_{\text{СО}_2} + \quad (3.7)$$

$$0,158E_{\text{дійсн}} + 0,049C_{\text{алк}} + 0,072\rho_{\text{пива}} + 0,171D_{\text{оц}},$$

де $C_{\text{поч сус}}$ – відсоток сухих речовин в початковому суслі; $C_{\text{СО}_2}$ – концентрація CO_2 ; $E_{\text{дійсн}}$ – відсоток дійсного екстракту; $C_{\text{алк}}$ – вміст алкоголю..

Фільтрація:

$$K_6 = 0,243\tau_{\text{фільтр}} + 0,326V_{r_{\text{сус фільтр}}} + 0,189\eta_{\text{сус}} + 0,251A_{\text{скл}}, \quad (3.8)$$

де $\tau_{\text{фільтр}}$ – час фільтрації; $V_{r_{\text{сус фільтр}}}$ – концентрація фільтрованого сусла; $\eta_{\text{сус}}$ – в'язкість фільтрованого сусла; $A_{\text{скл}}$ – склад амінокислот в суслі.

Для побудови когнітивних моделей кожної з ситуацій, що виникають в процесі приготування пива, на основі категорійно-функторного аналізу були визначені основні напрямки ситуаційної поведінки в залежності від ряду якісних характеристик. Моделювання виробничих процесів здійснювалось з використанням пакету когнітивного моделювання «КАНВА».

Побудовані орієнтовно зважені графи ситуацій, визначені числові результати та побудовані графіки змін факторів в залежності від обраного сценарію зображені на рисунку 3.13.

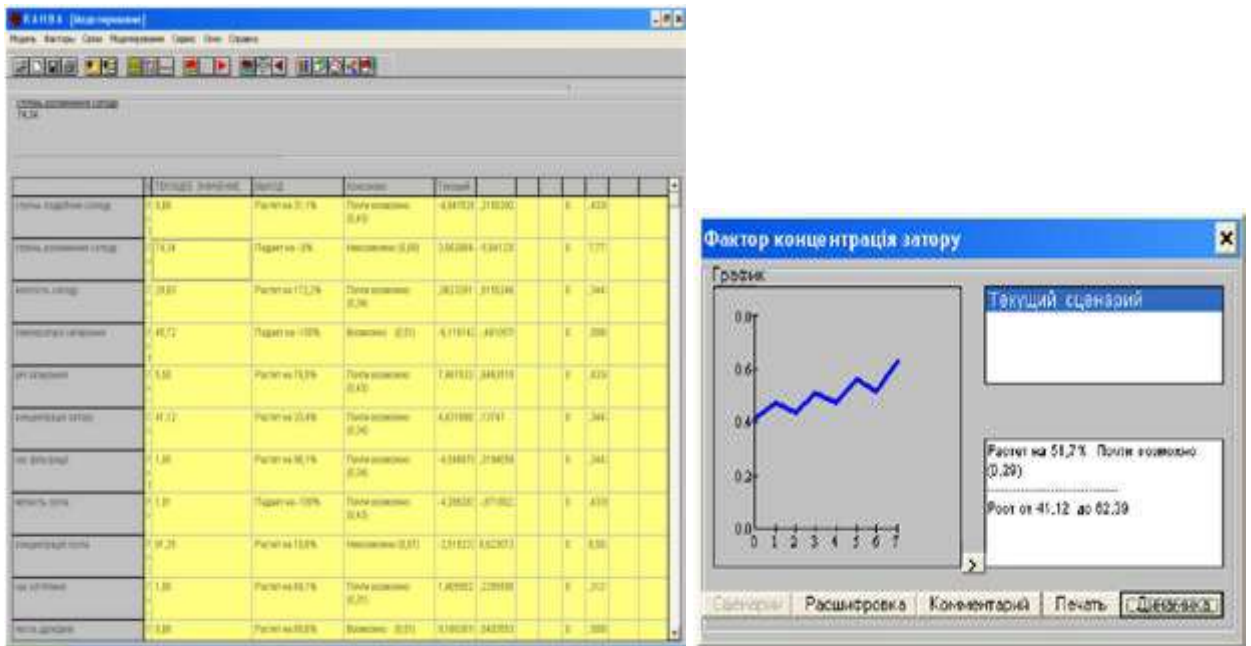


Рисунок 3.13 – Таблиця моделювання

Також було здійснено порівняння сценаріїв за прогнозованістю та ефективністю результату якого представлено на рисунку 3.14. Когнітивні моделі дають зрозуміти, який елемент системи за яку характеристику

кінцевого продукту відповідає. За рахунок цього дане дослідження дозволяє корегувати технологічні процеси і відповідно якість кінцевої продукції. Мережі IoT дозволяють отримувати результати таких маніпуляцій та вести статистику.

Прогноз сценарий: Текущий сценарий
 час кіп'ятіння - Рост от 1,00 до 1,15

0 Шаг рассуждения		1 Шаг рассуждения		2 Шаг ра
Факторы	События	Факторы	События	Факторы
ступінь подрібненя солоду	Растет на 11,1%	концентрація суслу	Растет на 18,4%	
ступінь розчинення солоду	Растет на 11,9%			
кологість солоду	Растет на 17,1%			
температура остирання	Падает на -19,8%			
pH остирання	Падает на -9,9%			
концентрація сатору	Падает на -18,7%			
час фільтрації	Падает на -14%			
мутність суслу	Растет на 11,6%			
час кіп'ятіння	Растет на 15,3%			
якість дріжджів	Падает на -27,3%			
ступінь оброджування	Падает на -11,4%			

5 Уровень среза в % Пересчет Расшифровка Печать Закрыть

Рисунок 3.14 – Результати прогнозування

Дане дослідження показало, що якість кінцевого продукту вагомо залежить від власне якості сировини. Тому контроль сировини є дуже важливою частиною виробництва будь-якого продукту і для його забезпечення також можна використовувати IoT системи.

3.9 Висновки до третього розділу

В третьому розділі були детально розглянуті всі технологічні процеси пов'язані з виробництвом пива на підприємстві «Пивоварня ТОВ «Опілля», при цьому стало зрозуміло, які типи датчиків необхідні на тому чи іншому етапі виробництва. Також було розглянуто методи оцінки якості сировини та кінцевого продукту. Дослідження дозволили виявити, залежність певних характеристик відповідної сировини від якості кінцевого продукту. З впровадженням мережі IoT аналізувати і впливати на якість продукції можна буде швидше і точніше. При цьому впровадження систем промислового «Інтернет речей» на виробництво, дозволить забезпечувати необхідною статистикою і аналітикою будь-яких процесів.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Вибір та підключення датчиків

Принцип роботи IoT, що наведений на рисунку 4.1 можна розділити на чотири взаємопов'язаних етапи:

- зчитування інформації за допомогою датчиків;
- передача даних від датчиків до хмарних сховищ;
- обробка даних отриманих за допомогою датчиків;
- передача інформації на інтерфейс користувача.

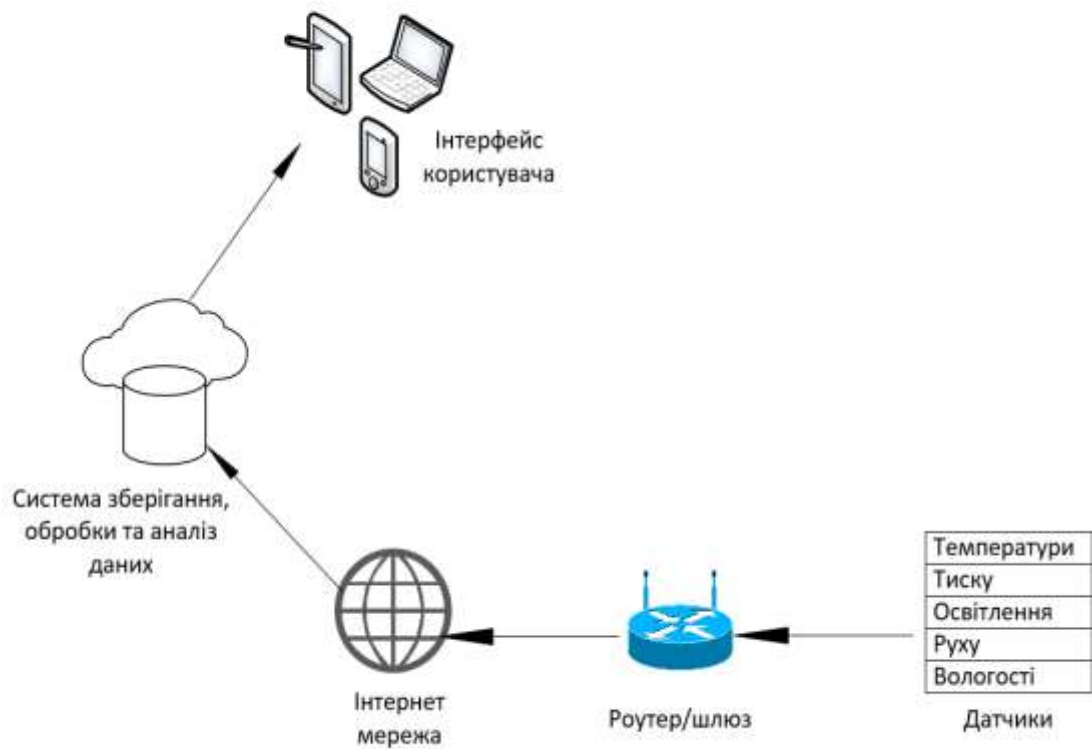


Рисунок 4.1 – Принцип роботи IoT

Далі було розглянуто кожен етап окремо з детальним розбором і поясненням.

Датчики і інші компоненти, що підтримують IoT, встановлені на підприємстві повинні працювати автономно та забезпечувати роботу з мінімальним втручанням людини. Датчики у поєднанні з мережею IoT здатні попередити про несправності на основі даних зібраних ними і незалежно від людини може вестись статистика, яка допоможе прийняти рішення щодо вирішення тої чи іншої проблеми.

Для реалізації мережі IoT на підприємстві потрібне відповідне обладнання у вигляді датчиків та концентраторів. При огляді технологій інтернет речей та виробничого процесу пивоваріння стало зрозуміло які типи датчиків необхідні. Оскільки для впровадження IoT на підприємство «Опілля», була обрана технологія LoRaWAN, то стає зрозуміло, що давачі повинні відповідати даній технології.

IoT Factory пропонує якісні давачі для впровадження IoT в промисловість незалежно від використовуваної комунікаційної мережі (LORAWAN, NB-IOT, M2M, SigFox, Wifi, BLE). Відповідно до обраної технології розглянемо необхідні типи давачів [27].

LORAWAN Fuel (IoT Factory) – промисловий датчик рівня води та тиску LoRaWAN, зображений на рисунку 4.2. Забезпечує високоточні вимірювання з повністю герметичним заглибним та інтелектуальним датчиком тиску, що дозволяє цифрову, температурну, і лінійну корекцію. Даний датчик дозволяє точно вимірювати (з точністю 1,3%) висоту рідини завдяки заглибленні безпосередньо в рідину. Вимірює стандартна висота становить від 0 до 6 метрів, максимально можна виміряти висоту до 200 метрів. Датчик працює від батарейки до 10 років, також є можливість підключення зовнішнього джерела живлення. Додатково оснащений датчиком температури .

Технічні характеристики:

- вимір рівня: до 200 м;
- автономний час роботи: до 10 років;
- цифрові входи: 2;

- цифрові виходи: 2;
- внутрішній датчик температури;
- розміри: 109 x 109 x 126 мм;
- програмоване вимірювання та частота передачі;
- робоча температура від -20°C до +50°C.



Рисунок 4.2 – Промисловий датчик рівня води LORAWAN Fuel

Варіанти використання датчика рівня води LORAWAN Fuel:

- вимірювання рівня води в резервуарі;
- вимірювання рівня паливного бака;
- вимірювання рівня відпрацьованої олії.

Також є варіант ультразвукового датчика рівня води, який встановлюється на верхню частину резервуару. Даний датчик показаний на рисунку 4.3. Такий датчик простий в використанні та має більшу автономність,

до 14 років, проте має два вагомих недоліки це малий діапазон вимірювання: від 12 сантиметрів до 4 метрів та відсутність внутрішнього датчика температури і тиску.



Рисунок 4.3 – Промисловий ультразвуковий датчик рівня води
LORAWAN

Особливістю такого датчика є можливість програмованого попередження про 3 рівня рідини в вимірювальному резервуарі. Також необхідно враховувати його високу автономність.

Розглянувши датчик рівня води і тиску LORAWAN Fuel, стало зрозуміло, що він також вимірює температуру. Та це вимірювання скоріше додаткове і розглядати його як повноцінний датчик температури не варто, оскільки вимір температури обмежується робочою температурою самого

давача, до $+50^{\circ}\text{C}$. Тому розглянемо промисловий датчик температури для мережі LORAWAN.

IoT Factory пропонує високоточний давач температури з можливістю реєстрації даних, який призначений для промислового використання та зображений на рисунку 4.4. Цей давач дозволяє налаштовувати частоту збору даних (наприклад, кожні 10 хвилин або щогодини) та частоту передачі даних через мережу LORAWAN. Якщо ці дві частоти відрізняються, датчик зберігає дані в його локальному сховищі і передає їх пізніше.



Рисунок 4.4 – Промисловий датчик температури LORAWAN з
можливістю реєстрації зібраних даних

Давач може працювати у двох режимах, залежно від температури середовища вимірювання. Точність вимірювання складає $0,5^{\circ}\text{C}$ в діапазоні від -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$, або 1°C в діапазоні від -55°C до $+120^{\circ}\text{C}$. Автономність роботи становить 10 років при максимальній частоті виміру.

Для підрахунку розходу рідини для мережі LORAWAN використовують промисловий лічильник від тієї ж компанії IOT Factory, який приведений на рисунку 4.5. Цей лічильник діаметром від 15 мм. можна використовувати для холодної або гарячої води. Він дозволяє вимірювати кількість рідини через рівні проміжки часу і передавати дані через мережу передачі даних LORAWAN (загальнодоступну чи приватну). Він пропонує електронний захист від електромагнітного шахрайства і не зважаючи на електронний дисплей працює від батарейки до 10 років.

Лічильник дозволяє зчитувати і відправляти дані на різних частотах. Також є можливість зберігати локально до 200 заходів споживання і коли відновиться можливість відправити дані в мережу.



Рисунок 4.5 – Промисловий лічильник води LORAWAN

Присутня можливість програмування часу передачі зібраних даних в мережу та попередження про перевищення норми кількості рідини. Додатково даний лічильник оснащений датчиком температури, який вимірює температуру рідини. Діапазон вимірювання від +5°C до +100°C.

За прийняття та передачу зібраних даних на сервер мережі LORAWAN відповідає концентратор від IOT Factory зображений на рисунку 4.6.

Концентратор (базова станція, шлюз) призначений для розгортання приватної мережі LoRaWAN в частотному діапазоні 863-870 МГц. Цей шлюз підключений до мережі і взаємодіє з сервером через Ethernet.

Технічні характеристики:

- Живлення через Ethernet;
- доступно 8 каналів (кількість підключених датчиків);
- покриття до 15 км;
- габарити 165 x 110 x 40 мм.

Декілька таких концентраторів на різних локаціях (в умовах виробництва це можуть бути цехи або відділи) можна об'єднати в одну мережу чим збільшити кількість використовуваних датчиків та кількості замірів.



Рисунок 4.6 – Концентратор LORAWAN

Підключення датчиків до концентратора відбувається шляхом вказання в інтерфейсі керування датчиком, шлюза (Gateway) концентратора. Після цього датчики будуть відправляти дані безпроводним інтерфейсом LoRa на концентратор, який в свою чергу на сервер (хмарне сховище).

4.2 Передача даних від давачів до хмарних сховищ

Після отримання даних від датчиків постає питання де ці дані зберігати. Мережа IoT дозволяє відправляти зібрану інформацію у хмарні сховища через концентратор налаштований на обраний сервер. Хмарні сховища – це розподілена система, яка не має одного місця локації, але має єдину точку входу (загальний інтерфейс для доступу). За рахунок цього такий спосіб зберігання інформації об'єднує високу надійність та ефективність. При цьому дозволяє проводити обчислення та аналіз інформації не використовуючи потужність власної ЕОМ. Надійність зберігання інформації досягається резервуванням всіх накопичувачів та каналів зв'язку. Хмарні сховища є однією з головних складових інтернет речей.

Існує три моделі хмарних рішень для IoT:

- IaaS – інфраструктура як послуга;
- PaaS – платформа як послуга;
- SaaS – ПЗ як послуга.

IaaS використовується для самостійної обробки даних та управління ресурсами. Надає найбільшу гнучкість, але відповідно найбільші витрати і складність використання.

PaaS така модель надає можливість розміщення основного програмного забезпечення і подальшого створення нових або існуючих застосунків.

SaaS найменш гнучке рішення проте найбільш популярне і зрозуміле для користувача. Дане рішення є чимось середнім між IaaS і PaaS.

Для взаємодії хмарного сервера з приладами IoT шляхом обміну повідомленнями, зазвичай використовують SOAP і MQTT протоколи.

SOAP – протокол для обміну впорядкованими повідомленнями в розподіленій мережі. Даний протокол використовується з будь-якими протоколами прикладного рівня, такими як: HTTP, HTTPS, FTP, SMTP та інші.

Також цей протокол є одним із стандартів, що є основою веб-служб.

MQTT – протокол що працює обмінюється повідомленнями за принципом «видавець - підписник» та працює по верх протоколу TCP/IP. Його ідея базується на перенесенні ресурсозатратних задач на елемент в якого ці ресурси зберігаються [28].

4.3 Обробка даних

Отримані дані на хмарі потрібно перевірити і обробити. Для виконання даного завдання створюється відповідне програмне забезпечення, що виконує перевірку даних та будує на основі них статистику. Перевірки створюються відповідно до тих задач які поставлені на підприємстві. Наприклад, перевірка допустимої норми рівня води, відповідність температури до допустимого діапазону. Діапазони і норми даних задаються відповідно до технології виробництва. Також дані необхідно перевірити на коректність, невідповідні відхилення можуть свідчити про певні збої в роботі датчиків чи обладнання [29].

4.4 Вивід даних на інтерфейс користувача

Оброблені корисні дані необхідно доставити кінцевому користувачу у зрозумілій формі. Це можна зробити за допомогою електронної пошти, сповіщень, мобільних додатків, веб-сервісу тощо. Такі дані подаються у вигляді певної статистики за вказаний відповідний період та додаткових сповіщень про несправності, або невідповідність вимірів за вказаною нормою. Така інформація допоможе користувачеві зробити відповідні дії задля уникнення не бажаних наслідків. Також замість того щоб чекати поки користувач виконає необхідні дії, систему можна налаштувати так щоб вона сама виконувала необхідні дії або надсилала повідомлення у відповідний відділ ситуацію можуть виправити.

Найбільш ефективним методом виводу даних є веб-сервіс та додаток на мобільний телефон. Таким способом отримати необхідну інформацію можна буде маючи лише підключення до мережі інтернет.

4.5 Приклади роботи IoT систем на виробництві

Сьогодні промисловість різних країн переживає процес цифрової трансформації. Необхідною умовою є впровадження у виробництво єдиного інформаційного простору, в рамках якого системи управління підприємством і промислове обладнання можуть своєчасно обмінюватися даними. За оцінками експертів, проекти в області цифрового виробництва вже сьогодні обходяться в 10-100 разів дешевше, ніж п'ять-десять років тому.

Вивчення способів застосування інтернет речей допоможе глобальним організаціям запобігати збоям і підвищувати безпеку співробітників, вважають в IBM. Дані, що збираються з датчиків, об'єднуються з інноваційними когнітивними можливостями і показниками, отриманими з інших зовнішніх джерел.

Аналіз світових практик впровадження IoT показує, що основними сферами застосування даного рішень є виробництва, які характеризуються наявністю одного або декількох наступних умов:

- випуск широкої номенклатури продукції, використання значного переліку комплектуючих;
- потреба в підвищенні якості продукції, що випускається та зниження ступеня браку;
- потреба в забезпеченні ефективного сервісного обслуговування раніше поставленої продукції;
- потреба в зниженні експлуатаційних витрат виробництва;
- значна енергоємність виробництва;
- складні виробничі умови;

- потреба в оперативній діагностиці несправностей технологічного обладнання для зниження незапланованих зупинок виробництва;
- потреба в забезпеченні високої продуктивності персоналу;
- потреба в забезпеченні безпеки персоналу;
- необхідність системної інтеграції широкого спектру.

За оцінкою Business Insider, кількість IoT-пристроїв, підключених до інтернету, потроїться до 2020 року (їх число зросте з 10 млрд до 34 млрд). Причому традиційні обчислювальні пристрої (наприклад, смартфони, планшетні ПК, розумні годинник і т.д.) складуть не менше 10 млрд із цього числа [30].

Значну частку становитиме саме промислове обладнання, «розумні» машини і інфраструктура. На підприємствах Інтернет речей може розвиватися відразу за трьома напрямками: поліпшення сервісу, аналітика і контроль стану вузлів і агрегатів, контроль виробництва і якості.

Найбільше шансів перейти до концепції «Індустрія 4.0», що включає в себе і масове застосування Інтернету речей, мають підприємства, що виробляють затребувану, висококонкурентну продукцію. У них є для переходу на IoT і стимул, і ресурси. І саме такі компанії, є основою економіки, та можуть і повинні стати ініціаторами загального переходу промислових галузей на IoT.

Впровадження IoT на виробництво є ефективним методом підвищення прибутку та якості роботи підприємства. Безліч підприємств по всьому світі обрали саме інформаційний шлях розвитку. Вагомою перевагою є висока ефективність при відносно низькій ціні.

Так ось відома компанія Harley Davidson у період з 2009 по 2011 рік провела велику перебудову своїх виробничих ліній. В результаті чого побудували великий складальний майданчик та впровадили IoT. Тепер в процесі виробництва використовуються датчики, системи класу MES. Верстати та деталі мають свою радіопозначку, яка визначає виріб і його стадію виробництва. Таким чином було реалізоване наскрізне управління і контроль виробу на всьому циклі виробництва.

Впровадивши систему IoT компанія скоротила брак на 2% по кожній галузі. А також збільшила виробництво в десять разів за рахунок запобігання поломок обладнання та відсутності простою.

Також IoT не минули і вітчизняні підприємці. Сільськогосподарське підприємство «Геркон» також йде в ногу часом і вже впровадило хоч і не велику але IoT-мережу. Для контролю обліку палива, було обрано саме мережу на основі LoRaWAN. Інтерфейс виводу даних показаний на рисунку 4.7.



Рисунок 4.7 – Вивід даних обліку палива системи IoT на підприємстві «Геркон»

З впровадженням IoT підприємство досягло ефективнішого розходу палива та оцінило переваги даної технології.

Також хорошим прикладом впровадження IoT стала компанія «Trenitalia», що займається ремонтом залізничних шляхів та поїздів. За рахунок датчиків працівники отримують всі дані про роботу залізничних шляхів, власне потягів та заздалегідь знають, що саме необхідно відремонтувати, компанія серйозно економить на зберіганні деталей на складі, доставляючи їх в депо безпосередньо перед заміною. У підсумку витрати на ремонт скоротилися мінімум на 10%.

Ідея, реалізована німецьким IT-концерном і італійськими залізницями, знайшла продовження в Канаді. Технології «інтернету речей» також допомогли знизити витрати на ремонт поїздів і іншому великому залізничному перевізнику Канади «Canadian Pacific Railway». Раніше компанії доводилося влаштовувати планові перевірки потягів через кожні 200 км, заганяючи їх на спеціальні станції техобслуговування. Крім того, перевізник відстежував надійність поїздів і вагонів, щорічно проводячи їх гарантійне обслуговування [31].

З впровадженням «розумних» рішень і встановленням на потягах спеціальних датчиків, необхідність регулярних перевірок відпала сама собою, адже тепер диспетчери в реальному часі отримують дані про технічний стан кожного з силових агрегатів і залізничних шляхів. В результаті компанія перейшла на модель обслуговування за станом, своєчасно замінюючи близькі до зносу елементи і деталі.

Інженери Cisco запропонували повністю локалізувати дані на виробництві та скористатися так званою «туманною» мережею – особливою обчислювальною інфраструктурою, яка аналізує дані в межах окремо взятої закритої мережі. У компанії впевнені, що до 2020 року за допомогою «туманних» обчислень буде оброблятися до 50% всіх даних в «інтернеті речей», а тому Cisco активно впроваджує цю технологію в багато свої IoT-рішення.

Ще одна цікава властивість технологій Інтернету речей – це те, що вони об'єднують компанії з різних галузей, дозволяючи розширити екосистему. Французька компанія Sigfox, яка обслуговує IoT-мережі для підключення сенсорів: до кінця року планує збільшити своє покриття у США до 100 міст. Спочатку ці плани включали в себе лише 10 міст, але по картині попиту довелося коригувати їх у бік збільшення.

Інтернет речей стає реальністю – реальністю, яка приносить справжню віддачу. Звичні речі набувають нових властивостей, дозволяючи підприємствам змінюватися і отримувати нові можливості для успіху.

Впровадження IoT вимагає зміни підходів до створення і використання автоматизованих інформаційних систем управління і загальних підходів до управління підприємством. Застарілі виробничі лінії, які вже не можуть бути автоматизовані, як правило, замінюються на нове, автоматизоване і роботизоване, обладнання. Крім цього, перехід до екосистеми IoT супроводжується трансформацію підприємства з ізольованих систем, всередині яких реалізовані всі необхідні для виробництва товару або послуги виробничі та бізнес-процеси, на відкриті (по горизонталі і вертикалі) крос-індустріальні системи за моделлю хмарних сервісів.

4.6 Висновки до спеціальної частини

В спеціальній частині були детально розглянуті всі етапи впровадження та роботи мережі IoT, яка може ефективно використовуватись у виробничих процесах ТОВ «Пивоварня «Опілля», що були розглянуті в третьому розділі. В результаті роботи було досліджене та підібране необхідне обладнання для реалізації відповідної системи. Також досліджено досвід інших підприємств, які вже впровадили подібні системи на своє виробництво та користуються їх перевагами. В результаті ми отримали детальний опис реалізації системи моніторингу та контролю виробничих процесів на основі технологій «Інтернет речей».

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Метою дипломної роботи є дослідження інформаційних технологій інтернету речей у виробничих лініях харчової промисловості. Головною метою розділу є обґрунтування економічної ефективності даного дослідження і в подальшому реалізації.

5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Ефективне використання часу має велике значення тому, що коефіцієнт корисної дії залежить від оптимального використання часу.

Дослідження та опрацювання інформації по системі збору даних та контролю в процесі пивоваріння на основі технологій «Інтернет речей» поділено на декілька етапів, що дозволяє полегшити і структурувати виконання даного дослідження.

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують нормативи часу.

Витрати часу по окремих операціях дослідницького процесу відображені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Операції технологічного процесу та їх час виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Постановка задачі та створення технічного завдання	Інженер	12
2.	Вивчення та аналіз існуючих рішень поставленого завдання	Інженер	58
3.	Аналіз технологічних процесів пивоваріння	Інженер	32
4.	Вивчення необхідної інформації про принцип і аспекти роботи мережі на основі «Інтернет речей»	Інженер	80
5.	Порівняльний аналіз та вибір необхідних технологій IoT	Інженер	64
6.	Підбір необхідного обладнання та опис роботи системи	Інженер	51
7.	Оформлення проведеної аналітичної роботи	Інженер	24
Разом			321

Загальні затрати часу на реалізацію дослідження інформаційних технологій інтернету речей у виробничих лініях харчової промисловості, становлять 321 година, найбільше часу витрачено на вивчення необхідної інформації про принцип і аспекти роботи мережі на основі «Інтернет речей» – 80 годин.

5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України «Про оплату праці» заробітна плата – це «винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу».

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується за виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Місячний оклад кожного працівника слід враховувати згідно існуючих на даний час тарифних окладів. Згідно закону України «Про Державний бюджет України на 2019 рік», зокрема Статтею восьмою мінімальна заробітна плата у погодинному розмірі встановлена у розмірі 25,13 грн.

Рекомендована тарифна ставка для інженера становить – 27,5 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_z, \quad (5.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт в виконує інженер, то основна заробітна плата буде розраховуватись тільки за однією формулою

$$Z_{осн.} = 27,5 \cdot 321 = 8827,5 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{додл.}, \quad (5.2)$$

де $K_{додл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1 – 0,15

$$Z_{дод.} = 8827,5 \cdot 0,15 = 1324,12 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ($B_{о.п.}$) визначаються за формулою:

$$B_{о.п.} = Z_{осн.} + Z_{дод.} \quad (5.3)$$

$$B_{о.п.} = 8827,5 + 1324,12 = 10151,62 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

- єдиний соціальний внесок ЄСВ (прибутковий податок) – 22%;
- військовий збір – 1,5%.

У сумі зазначені відрахування становлять 23,5 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{c.з.} = \Phi_{on} \cdot 0,235 \quad (5.4)$$

де Φ_{on} – фонд оплати праці, грн.

$$B_{c.з.} = 10151,62 \cdot 0,235 = 2385,63 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці наведено у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунки витрат на оплату праці

№з/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахув. на ФОП, грн.	Всього витрати на плату праці, грн. (6=3+4+5)
		Тарифна ставка, грн.	Кількість відпрацьованих год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	інженер	27,5	321	8827,5	1324,12	2385,63	12537,25

З таблиці розрахунки витрат на оплату праці видно, що всього витрати на плату праці проведеного дослідження інформаційних технологій інтернету речей у виробничих лініях харчової промисловості, становить 12537,25 грн.

5.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{vi} = q_i \cdot p_i, \quad (5.5)$$

де: q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду; p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{ei} . \quad (5.6)$$

Розрахунки занесемо у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунки матеріальних витрат

Найменування матеріальних ресурсів	Один. виміру	Норма витрат	Ціна за один., грн.	Затрат и матер., грн.	Транс-портно-заготівель-ні витрати, грн.	Загальна сума витрат на матер., грн.
1. Основні матеріали						
Місячна оплата за використання мережі Internet	грн	234	–	150	–	150
2. Допоміжні витрати						
Папір формату А4	шт.	150	0,18	27	–	27
Разом:						177

Загальні матеріальні витрати на оплату за використання мережі Internet та папір формату А4 становить 177 грн.

5.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S , \quad (5.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин на реалізацію розробки; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів. Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 2,42 грн.

Потужність комп'ютера для створення дипломної роботи – 400 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 5.1 – 321 години.

Тоді,

$$Z_6 = 0,4 \cdot 321 \cdot 2,42 = 310,73 \text{ грн.}$$

Згідно формули затрати на електроенергію дорівнює 310,73 грн.

5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їхнього повного відновлення.

Для визначення амортизаційних використовується формула:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%}, \quad (5.8)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.; B_B – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.; H_A – норма амортизації.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для даної дипломної роботи засобом розробки є комп'ютер. Його сума становить 12000 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 12000 \cdot 5\% / 100\% = 600 \text{ грн.}$$

Оскільки робота виконувалась 321 години, то амортизаційні відрахування будуть становити:

$$A = 600 \cdot 321 / 100 = 1926 \text{ грн.}$$

Згідно формули для визначення амортизаційних, де B_B множиться H_A і ділиться на 100% амортизація розробки становить 1926 грн.

5.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_g = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (5.9)$$

де H_g – накладні витрати.

Отже, накладні витрати:

$$H_g = 10151,62 \cdot 0,2 = 2030,32 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 2030,32 грн.

5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків занесемо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці	10151,62	60,11
Відрахування на соціальні заходи	2385,63	14,13
Матеріальні витрати	177	1,05
Витрати на електроенергію	310,73	1,28
Амортизаційні відрахування	1926	11,40
Накладні витрати	2030,32	12,02
Собівартість	16981,3	100,00

Собівартість ($C_в$) програмного продукту розраховуємо за формулою:

$$C_в = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_в + A + H_в. \quad (5.10)$$

Отже, собівартість програмного продукту дорівнює:

$$C_в = 10151,62 + 2385,63 + 177 + 310,73 + 1926 + 2030,32 = 16981,3 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості проведеного дослідження інформаційних технологій інтернету речей становить 16981,3 грн.

5.8 Розрахунок ціни дослідження

Ціна на дослідження інформаційних технологій інтернету речей у виробничих лініях харчової промисловості, визначається за формулою:

$$Ц = \frac{C_в \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{н.і.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (5.11)$$

де $P_{рен}$ – рівень рентабельності, 30 %; K – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем); $B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн.

(встановлюється лише при розробці програмного продукту); *ПДВ* – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти *K* та *Ві.н*, оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = C_B \cdot (1 + P_{pen}) \cdot (1 + ПДВ) \quad (5.12)$$

Звідси ціна на роботу складе:

$$Ц = 16981,3 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 26490,83 \text{ грн.}$$

Загальний розрахунок ціни проведеного дослідження інформаційних технологій інтернету речей становить 26490,83 грн.

5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

$$E_p = \frac{\Pi}{C_B}, \quad (5.13)$$

де Π – прибуток; C_B – собівартість.

Плановий прибуток ($\Pi_{пл}$) знаходимо за формулою:

$$\Pi_{пл} = Ц - C_e. \quad (5.14)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$П_{пл} = 26490,83 - 16981,3 = 9509,53 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \frac{П_{пл}}{C_в}. \quad (5.15)$$

Тоді,

$$E_p = 9509,53 / 16981,3 = 0,56.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (5.16)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,56 = 1,78 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 9456,32 грн., економічна ефективність дорівнює 0,56, а термін окупності становить 1,78 роки що вважається доцільним та економічно вигідним.

5.10 Висновки до п'ятого розділу

В розділі обґрунтування економічної ефективності, дипломної роботи освітнього рівня «магістр» було розраховано основні техніко-економічні

показники дослідження про впровадження інформаційних технологій на основі «Інтернет речей» (див. таблиця 5.5).

Орієнтоване значення економічної ефективності становить 0,56 що є достатньо високим значенням. Період окупності повинен варіюватися від 1 до 3 років, тоді розвиток вважається доцільним та економічно вигідним. Термін окупності даної роботи становить 1,78 років.

Таблиця 5.5 – Техніко-економічні показники науково-дослідної роботи

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	16981,3
2.	Плановий прибуток, грн.	9509,53
3.	Ціна, грн.	26490,83
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,78

Отже, ця робота може бути реалізована, оскільки вона є економічно вигідною по всіх основних технічних та економічних показниках.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Основні особливості стандарту OHSAS 18001 щодо компетентності, навчання та обізнаності персоналу організації

OHSAS - це система сертифікації, яка поєднує в собі вимоги OHSAS 18001, ILO - OSH (International Labour Organization (Міжнародна Організація Праці - МОП) - Guidelines on occupational Safety and Health Management Systems (ILO / OSH 2001)) та вимоги національних стандартів. Стандарт OHSAS 18001 є міжнародним стандартом, який діє відносно системи менеджменту професійної безпеки та здоров'я на базі якого проводиться перевірка систем менеджменту професійної безпеки та здоров'я. Передумовою його розробки стала потреба компаній в ефективній роботі з охорони праці, безпеки і здоров'я працівників.

Організація яка розробила і впровадила у себе систему засновану на принципах OHSAS 18001, знижує ризик бути оштрафованою та ризик потрапити під правову відповідальність і судові розгляди у разі виникнення виробничих травм, професійних захворювань і нещасних випадків. Все це підприємство може уникнути застосувавши правильне використання і підтримку в робочому стані системи менеджменту професійної безпеки та здоров'я. Це може бути частиною стратегії підприємства, яка є довгостроковим і ефективним вкладенням коштів в компанію з сучасними поглядами на безпеку і майбутнє працівників [32].

Що б відповідати вимогам стандарту OHSAS 18001 компанія проводить велику роботу по створенню спільних правил, а також правил створення, впровадження та підтримання нормативної документації, в якій описують порядок системи менеджменту в організації. Якщо підприємству видано Сертифікат OHSAS 18001, то це означає, що підприємство здійснює вичерпний контроль над факторами виробничого і професійного ризиків та дбає про гігієну свого персоналу про безпеку на робочих місцях.

Основною особливістю стандарту OHSAS 18001 щодо компетентності, навчання та обізнаності персоналу є те, що організація повинна гарантувати, що усі особи, які виконують під її управлінням завдання, які можуть впливати на професійне здоров'я та безпеку праці, компетентні на підставі відповідної освіти, навчання або досвіду роботи. В організації повинні вестися відповідні записи, що стосуються компетентності, навчання та обізнаності працівників. Організація повинна передбачати навчання або виконувати при необхідності інші дії, оцінювати результативність навчання або інших дій, що здійснюються у цьому випадку, а також зберігати супутні запису. Організація повинна визначити необхідність у додатковому навчанні персоналу, пов'язаному з функціонуванням системи управління охороною праці.

Організація повинна встановити, впровадити та виконувати процедури, які дають можливість всім особам, які працюють під її управлінням, розуміти:

- наслідки, реальні або потенційні, від недотримання вимог охорони праці при здійсненні ними трудової діяльності, а також вигоди для їх професійного здоров'я та безпеки праці від поліпшення індивідуальної результативності у сфері охорони праці;

- свою роль і відповідальність, а також важливість досягнення відповідності політиці в області охорони праці, процедурам, вимогам системи управління охороною праці, включаючи вимоги, пов'язані з підготовленістю до аварійних ситуацій і реагування на них;

- потенційні наслідки відхилень від встановлених процедур. Процедури з навчання повинні враховувати різні рівні: відповідальності, здібностей, мовних навичок, освіченості та ризику.

Розглянувши даний стандарт, можна з упевненістю сказати, що впровадження OHSAS 18001 може бути для керівництва компанії частиною довгострокової стратегії, а для власників бути довгостроковим і ефективним вкладенням коштів в підприємство з сучасними поглядами на безпеку і майбутнє працівників [33].

6.2 Профілактика зорової втоми користувачів ЕОМ

Бурхливо зростаюча комп'ютеризація привела до змін у звичному укладі життя багатьох людей. Проте тривале перебування біля монітора персонального комп'ютера (ПК) часто викликає у них скарги на погіршення зору. Як виявилось, зорова система людини погано пристосована до роботи з комп'ютерним зображенням. Адже протягом мільйонів років еволюції наш зір адаптувався до сприйняття предметів виключно у відбитому світлі.

Зорове навантаження зростає внаслідок необхідності постійного переміщення погляду з екрана на клавіатуру і паперовий текст. Крім того, статична поза під час роботи, одноманітність рухів і нераціональна організація робочого місця можуть приводити до виникнення розладів скелетно-м'язової системи, які супроводжуються численними симптомами такими як: головний біль, відчуття випирання очного яблука, затуманення зору, літаючі мушки й райдужні кола.

Комп'ютери міцно увійшли в життя сучасних дітей. Без них неможливий процес навчання. Тому для збереження зору дитини необхідно, щоб вона навчилася правильно працювати за комп'ютером.

Першочерговий захід – це обмежити кількість часу, проведеного користувачем за комп'ютером без перерви. Рекомендується робити коротку перерву через кожні 30 хв занять. Ідеальною «розрядкою» може бути фізична активність, яка не потребує напруження зору [34].

Ще один спосіб знизити ризик перенапруження очей полягає у виборі хорошого монітора. Монітори з високою роздільною здатністю завжди зручніші для очей. Екран не повинен розташовуватися напроти вікон або інших прямих джерел світла, які дають відблиски на екрані. Якщо приміщення світле, то вікна повинні мати штори чи жалюзі. Крім загальних ламп, які освітлюють кімнату, необхідна місцева яскрава (не менше 60 Вт) лампа з хорошим щільним абажуром, яка висвітлює лише текст, з яким працює

користувач. Відстань від монітора комп'ютера до очей — 60-70 см, але не менше 50 см.

Синдром «сухого ока», який з'являється в першу чергу в користувачів ЕОМ, провокує розвиток різноманітних захворювань очей. В основі розвитку цього синдрому лежить рефлекторна реакція око на «невидимі» коливання зображення, характерні для комп'ютерних моніторів. Інакше кажучи, коли людина працює за монітором, внаслідок перенапруження зору у неї порушуються захисні очні рефлекси, перш за все миготіння і слезовиділення. Щоб запобігати даному синдрому за необхідності постійної роботи за комп'ютером, рекомендують використовувати спеціальні зволожуючі краплі

Необхідно звернутися до лікаря, якщо при роботі за комп'ютером користувач скаржиться на регулярне почервоніння очей, нечіткість зору та головний біль після роботи за компютером.

Основним методом профілактики зору при роботі з ЕОМ є зорова гімнастика. Зорова гімнастика складається із визначених етапів, кожен з яких регламентується фахівцем та частіше всього включає: переміщення погляду при закритих очах, напруження і розслаблення очних м'язів, вправи для повік, переміщення погляду з ближньої точки на віддалену.

Оскільки у сучасному житті без комп'ютера не обійтися, виконання наведених профілактичних заходів дозволить користувачам ПК перетворити його на безпечного корисного помічника [35].

6.3 Шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні випромінювання у виробничих приміщеннях для роботи з ВДТ та захист від них

Під шумом розуміють набір багаточисельних звуків, які швидко змінюються за частотою, силою і складаються з ряду гармонік. З фізичної точки зору звуки є механічними коливальними рухами частинок пружного середовища в діапазоні частот, що чує людина. Звукові гармоніки розповсюджуються у вигляді хвиль.

Шум є загально-біологічним подразником, що діє не тільки на органи слуху, але може викликати порушення роботи серцево-судинної і нервової систем, зумовлювати професійні захворювання.

Основними характеристиками звукових коливань є інтенсивність (сила), частота і форма звукової хвилі.

Інтенсивність визначається енергією, що переноситься за 1 с звуковою хвилею через поверхню площею 1 м^2 , яка перпендикулярна напрямку розповсюдження звукової хвилі. Одиниця вимірювання – $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Інтенсивність звуку можна визначити через звуковий тиск, який являє собою різницю між миттєвим значенням тиску в даній точці середовища при проходженні через неї звукових хвиль і середнім значенням тиску, яке існує в тій же точці при відсутності звуку. Діапазон тисків, що сприймає вухо людини, дуже широкий ($10\text{-}12 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – поріг больового відчуття, верхня межа), тому інтенсивність звуку виражають у логарифмічних характеристиках, використовуючи параметр, який називають рівнем звукового тиску – децибел.

Спектр шуму – залежність рівнів звукового тиску від частоти. Розрізняють спектри: вузько смугові (дискретні), в яких окремі синусоїдальні складові розділені частотними проміжками без коливань, і широко смугові (суцільні), які складаються з синусоїдальних складових, безперервно розподілених на шкалі частот, і тональні, які утворюються окремими звуками, що мають фіксовані частоти. Дискретні спектри характерні для періодичних коливань, а суцільні – для коливань, що мають раптовий характер (неперіодичний). Спектр шуму представлений у вигляді таблиць або графічно.

За часовими характеристиками розрізняють постійні (середній рівень звуку за 8-годинний робочий день змінюється не більше як на 5 дБ) і непостійний шуми.

У свою чергу непостійні шуми бувають коливальними (рівень звуку безперервно змінюється), безперервними (рівень звуку різко падає до рівня фонового) й імпульсними (складається із звукових сигналів тривалістю до 1 с і відрізняється від фону не менше 10 дБ). Інтенсивність, частота і форма

звукової хвилі є фізичними (об'єктивними) характеристиками звукових хвиль, за їх допомогою неможливо кількісно оцінити вплив звуку на людину [36].

Гранично-допустимі рівні шумів санітарними нормами встановлені для кожного класу:

- для високочастотних шумів (вище 800 Гц) – 75-85 дБ;
- для середньо частотних шумів (300-800 Гц) – 85-90 дБ;
- для низькочастотних шумів (до 300 Гц) – 90-100 дБ.

З розвитком промисловості все більший контингент людей підпадає під вплив вібрацій, які являють собою механічні коливання, що передаються тілу людини. Основні параметри вібрацій – частота і амплітуда коливань, але на відміну від шуму, при якому енергія механічних коливань передається через повітряне середовище, при дії вібрацій вона розповсюджується по тканинах і викликає їх коливання або тіла людини в цілому.

Найбільш небезпечна вібрація частотою 16-250 Гц, дія якої призводить до вібраційної хвороби. Нормування шуму здійснюється згідно з «Санітарними нормами допустимих рівнів шуму на робочих місцях».

Електромагнітне випромінювання – взаємопов'язані коливання електричного і магнітного полів, що утворюють електромагнітне поле а також, процес утворення вільного електромагнітного поля за нерівномірного руху та взаємодії електричних зарядів. Розповсюдження випромінення здійснюється за допомогою електромагнітних хвиль.

Для запобігання шкідливої дії шуму і вібрації на організм працюючих проводяться технічні, організаційні і медикопрофілактичні заходи. Одним з основних технічних заходів є зменшення при експлуатації та на стадії проектування, конструювання обладнання причин шуму і вібрації в самому джерелі утворення. Досягають цього завдяки використанню раціональної конструкції обладнання, заміни ударної дії деталей і машин коливальною, з'єднання елементів гнучкими зв'язками, врівноважування обертових частин механізмів, заміни металевих деталей пластмасовими, забезпечення різних власних частот коливань механізму з частотою збуджуючої сили.

Якщо неможливо ізолювати чи знизити шум і вібрацію самого джерела, потрібно:

- ізолювати джерело шуму або вібрації від навколишнього середовища засобами вібро- та звукоізоляції;
- раціонально планувати виробничі приміщення, що мають інтенсивні джерела шуму;
- збільшувати звукопоглинання внутрішніх поверхонь приміщення шляхом звукопоглинальних покриттів.

Вибір того чи іншого способу захисту від дії електромагнітних випромінювань залежить від робочого діапазону частот, характеру виконуваних робіт, напруженості та щільності потоку енергії ЕМП, необхідного ступеня захисту.

До заходів щодо зменшення впливу на працівників ЕМП належать: організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні.

Організаційні заходи здійснюють органи санітарного нагляду. Вони проводять санітарний нагляд за об'єктами, в яких використовуються джерела електромагнітних випромінювань.

Інженерно-технічні заходи передбачають таке розташування джерел ЕМП, яке б зводило до мінімуму їх вплив на працюючих, використання в умовах виробництва дистанційного керування апаратурою, що є джерелом випромінювання, екранування джерел випромінювання, застосування засобів індивідуального захисту (халатів, комбінезонів із металізованої тканини, з виводом на заземлюючий пристрій). Для захисту очей доцільно використовувати захисні окуляри ЗП5-90. Скло окулярів вкрито напівпровідниковим оловом, що послаблює інтенсивність електромагнітної енергії при пропусканні світла не нижче 75%.

Взагалі, засоби індивідуального захисту необхідно використовувати лише тоді, коли інші захисні засоби неможливі чи недостатньо ефективні: при проходженні через зони опромінення підвищеної інтенсивності, при ремонтних і налагоджувальних роботах в аварійних ситуаціях, під час

короткочасного контролю та при зміні інтенсивності опромінення. Такі засоби незручні в експлуатації, обмежують можливість виконання трудових операцій, погіршують гігієнічні умови.

Лікарсько-профілактичні заходи передбачають проведення систематичних медичних оглядів працівників, які перебувають у зоні дії ЕМП, обмеження в часі перебування людей в зоні підвищеної інтенсивності електромагнітних випромінювань, видачу працюючим безкоштовного лікарсько-профілактичного харчування, перерви санітарно-оздоровчого характеру.

6.4 Оцінка стійкості роботи об'єкта до дії проникаючої радіації і радіоактивного забруднення місцевості, які виникають після ядерного вибуху

Стійкість роботи об'єкта – це здатність його в надзвичайних ситуаціях випускати продукцію у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт вражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій – в мінімально короткі строки відновити своє виробництво.

Залежить вона від таких основних факторів:

- розміщення об'єкту відносно великих міст, об'єктів атомної енергетики, хімічної промисловості, великих гідротехнічних споруд, воєнних об'єктів та ін.;
- природно-кліматичних умов, технології виробництва;
- надійності захисту працюючих, населення від впливу вражаючих факторів, наслідків стихійних лих і виробничих аварій, катастроф;
- надійності системи постачання об'єкту всім необхідним для виробництва продукції (паливом, мастилами, електроенергією, газом, водою, хімічними засобами захисту рослин, ветеринарними засобами, мінеральними

добривами, запасними частинами, технікою та ін.), здатності інженерно-технічного комплексу протистояти надзвичайним ситуаціям;

- стійкості управління виробництвом і ЦО, психологічної підготовленості керівного складу, спеціалістів і населення до дій в екстремальних умовах;

- навченості командно-керівного складу ЦО об'єкту і населення правильно виконувати комплекс заходів цивільної оборони;

- масштабів і ступеня вражаючої дії стихійного лиха, виробничої аварії, катастрофи чи зброї і підготовленість об'єкту до ведення рятувальних та інших невідкладних робіт для відновлення порушеного виробництва.

Оцінка уразливості об'єкта від радіоактивного забруднення і проникаючої радіації починається з визначення максимальних очікуваних значень рівня радіації і дози проникаючої радіації.

За показник стійкості об'єкта приймається допустима доза радіації, яку можуть одержати люди за час робочої зміни.

Стійкість об'єкта проти радіаційного ураження можна оцінювати у такій послідовності. Визначити: граничні рівні радіації (Р/год.) на об'єкті, за яких можлива виробнича діяльність у звичайному режимі або в режимах радіаційного захисту; ступінь захищеності працюючих; дози радіації, які може одержати виробничий персонал; втрати сільськогосподарських тварин і зниження їх продуктивності; втрати сільськогосподарських рослин та їх урожайність; втрати і ураження лісових насаджень і в результаті цього зниження господарської діяльності лісогосподарських об'єктів; стійкість роботи сільськогосподарських і лісогосподарських об'єктів.

Після аналізу зробити висновки про очікувані максимальні рівні радіоактивного забруднення території об'єкта і дози проникаючої радіації; ступінь забезпечення захисту працюючих, тварин і обладнання, техніки, урожаю, кормів, води; можливість безперервної стійкої роботи об'єкта за умови, що сумарна доза опромінення працюючих не перевищуватиме допустимої дози; можливість виробництва запланованої, доброякісної

продукції тваринництва, рослинництва і лісового господарства та заходи підвищення стійкості роботи об'єкта, підвищення рівня захисту працюючих, сільськогосподарських тварин і продукції тваринництва, рослин і врожаю, води і вододжерел [37].

6.5 Висновки до шостого розділу

В даному розділі були розглянуті такі теми як: основні особливості стандарту OHSAS 18001 щодо компетентності, навчання та обізнаності персоналу організації та профілактика зорової втоми користувачів ЕОМ. У підсумку, можна сказати, що стандарт OHSAS 18001, є необхідним стандартом для роботи підприємств, що забезпечує безпечну роботу працівникам, оскільки її основною функцією є контроль безпечних умов праці, що спрямовані на підтримку та збереження здоров'я працівників в процесі виконання своїх службових обов'язків, дотримуючись всіх вимог чинного законодавства. Розглянуті ризики та методи профілактики зорової втоми при використанні електронно обчислювальних машин дають зрозуміти, що не варто нехтувати здоров'ям зору і відповідно потрібно дотримуватись правил безпечної роботи з ЕОМ та застосовувати методи профілактики.

Також було розглянуто такі актуальні теми безпеки в надзвичайних ситуаціях, як: захист від шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітного випромінювання у виробничих приміщеннях для роботи з ВДТ та оцінка стійкості роботи об'єкта до дії проникаючої радіації і радіоактивного забруднення місцевості, які виникають після ядерного вибуху. Було розглянуто причини та види вище перелічених факторів і визначено методи запобігання, профілактики та захисту від них. Були отримані знання, які допоможуть зменшити ризик та запобігти небажаним проблемам зі здоров'ям.

7 ЕКОЛОГІЯ

7.1 Інформаційне забезпечення еколого-статистичних досліджень

Екологічна інформація представляє собою сукупність даних про динаміку кількісних та якісних змін стану природних об'єктів довкілля, їх взаємозв'язок і закономірності розвитку. Ця сукупність даних є базою для проведення оцінки екологічного стану навколишнього середовища та прийняття обґрунтованих управлінських рішень в області екології. Накопичена екологічна інформація за багаторічний період формує банки еколого-економічних даних, які мають велике значення для створення ефективної інформаційної екологічної системи.

Інформацію про середовище та його екологічний стан можна одержати з різних джерел, до яких перш за все треба віднести:

- джерела первинної інформації, які є результатами первинних досліджень через спостереження, експеримент та під час експедицій; вони становлять істотну частину фактичного матеріалу, який у сукупності з наявною системою попередніх знань і дає нове знання;

- джерела вторинної інформації, які дають зведену інформацію про стан довкілля і здоров'я людей, ступінь екологічної безпеки господарської діяльності та екологічні ситуації в окремих регіонах і на окремих об'єктах;

- джерела науково-теоретичної інформації, що відображають здобутки знань чи діяльності й викладені у формі карт, таблиць, описів чи фізичних теорій. вони використовуються як будівельний матеріал тобто цеглинки або ж цілі блоки для створення;

- джерела правової інформації, що дають знання про правову базу, правові основи природокористування.

Додатковим джерелом інформації є одноразові обстеження, інвентаризація викидів шкідливих речовин в атмосферу, воду і ґрунт,

вибіркове обстеження причин простоїв і неефективної роботи очисних споруджень.

Екологічна інформація має різні аспекти і носить різний характер - синтетичний, аналітичний і оперативний характер.

Синтетичний характер інформації має значення для глобального впливу на великомасштабні екосистеми шляхом обліку обставин, що відносяться до охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів. Це проявляється в регіональних і міжгалузевих властивостях економіки природокористування. Наприклад, питання визначення економічної ефективності екологічних витрат не можуть бути успішно вирішені без синтезу інформаційних даних в області медицини і гігієни, метеорології і біології, технології, економіки тощо.

Аналітичний характер інформації диктується наявністю великого обсягу різноманітних і децентралізованих даних, що повинні бути приведені в порівняльний вигляд. Різноманітність інформаційних масивів обумовлена міжгалузевим характером економіки природокористування, а децентралізованість – особливістю первинного збору інформаційних зведень безпосередньо на підприємствах і в організаціях.

Оперативний характер впливає з задач оперативного впливу на локальні важелі деградації навколишнього середовища і виконує попереджувальні функції в найрізноманітніших напрямках підтримки рівноваги й охорони навколишнього середовища, відтворення її багатств і в першу чергу з позиції дбайливої та ощадливої витрати матеріально-сировинних і паливно-сировинних ресурсів.

При зборі й обробці інформації варто брати до уваги наступні аспекти:

- новизну і розширення масштабів екологічної статистики;
- інерційність інформації;
- вплив фонових факторів;
- багатоступінчастий збір статистичних даних і нормативних параметрів.

Новизна і розширення масштабів екологічної статистики полягає в нестандартності показників по охороні навколишнього середовища і раціональному використанню природних ресурсів, що у практичній роботі статистичних органів стали розроблятися вперше.

Збір і обробка різнопланової інформації незалежно від розмірності показників, що враховуються, повинна мати закінчене еколого-економічне вираження: збиток і втрати, що нанесені народному господарству в результаті забруднення навколишнього середовища, нераціонального використання природних ресурсів і порушення рівноваги екосистем.

Вплив фонових факторів досить важливо враховувати для підвищення вірогідності екологічної інформації. Справа в тому, що на функціонування ресурсо-господарських систем впливає велика кількість факторів, у результаті чого досить складно встановити причинно-наслідкові зв'язки. Наприклад, на розвиток сільського господарства зокрема, крім забруднення атмосферного повітря, ґрунту і водойм, великий вплив мають кліматичні, метеорологічні і топографічні фактори, особливості технології вирощування різних культур і система ведення господарства. Для виявлення таких зв'язків при зборі інформації необхідно особливо ретельно підходити до вибору контрольного району, проводити обстеження декількох господарств за декілька років.

Багатоетапний збір статистичних даних – одна з особливостей інформації з екології навколишнього середовища. Наприклад, статистична інформація для розрахунку фактичних і потенційних збитків від забруднення атмосфери, повітряних або водних ресурсів не може носити достовірний характер лише за якийсь проміжок часу. Необхідний більш тривалий інформаційний, просторовий і часовий ряд, що забезпечив би не тільки кількісну, але і якісну характеристику збитків [38].

7.2 Індексний метод в екології

Статистична практика при вивченні екологічних явищ широко використовує індекси (хоча деякі екологи не підготовлені для такої роботи). Знання методології побудови індексів значно розширює аналітичні можливості дослідника, збагачує результативну інформацію досліджень.

Індекс у статистиці – узагальнюючий відносний показник, який характеризує співвідношення в часі чи просторі соціально-екологічних явищ і процесів. За своєю суттю статистичний індекс характеризує зміну рівня будь-якого суспільного явища в часі, просторі чи порівняно з планом, нормою, стандартом. У цих випадках зіставляються між собою числові значення однойменних показників, що мають однаковий екологічний зміст. Отже, індексом можна назвати відносну величину динаміки, виконання плану, порівняння [39].

За допомогою індексів можна характеризувати зміну в часі і просторі найрізноманітніших показників: обсяги викидів в атмосферу, скидів шкідливих речовин у водне середовище, інтенсивність забруднень і т. д. Їх поділяють на дві групи: до першої належать об'ємні (сумарні) показники (наприклад, обсяг викидів та скидів кількість забруднювачів, площа забрудненої території та ін.), які виражаються абсолютними величинами; до другої – показники, розраховані на певну одиницю (наприклад, викиди в розрахунку на одиницю земельної площі або на одного жителя, працівника і т.д.). Останні умовно можна назвати якісними показниками, і виражаються вони у вигляді середніх величин. Ця особливість зумовлює поділ індексів на індекси кількісних та індекси якісних показників.

За допомогою статистичних індексів можна відображувати зміну в часі і просторі як окремих простих показників (наприклад, обсяг викидів вуглецю, окислів азоту, сірки і т.д.), так і однойменних показників за складними сукупностями (наприклад, зміна обсягу викидів по місту, району, області в цілому і т.д.).

За допомогою індексного методу вирішуються такі завдання:

- характеризують загальну зміну складного економічного явища чи окремих його елементів (складових);
- виділяють вплив одного з факторів через елімінування впливу інших;
- відокремлюють впливу зміни структури явища на зміну індексованої величини.

При цьому сама міра впливу може бути визначена як у відносних вимірниках, так і в абсолютних.

Класифікують індекси за різними ознаками:

- за змістом досліджуваних об'єктів, явищ і процесів – індекси обсягу, індекси якісних показників;
- за повнотою охоплення елементів сукупності – індивідуальні індекси, зведені (групові, загальні) індекси;
- за формою зображення – агрегатні індекси, середні зважені індекси (арифметичні, гармонійні);
- за базою порівняння – індекси динаміки (базові, ланцюгові), індекси виконання плану, територіальні індекси;
- за характером впливу на зміну складного явища – індекси сталого складу, індекси структурних зрушень;
- за коефіцієнтами співвимірювання – індекси зі змінними вагами, індекси зі сталими вагами.

Обчислення загальних індексів, що дають змогу співвіднести між собою показники за складними сукупностями, являє собою особливий прийом дослідження, який називається індексним методом. За його допомогою можна не тільки вивчати динаміку показників, а й вимірювати вплив окремих факторів на динаміку складного показника. При цьому залежно від завдань аналізу можна фактори вивчати ізольовано, абстрагуючись від дії інших, або розглядати їх взаємопов'язано [40].

Індексний метод має свою термінологію та символіку. Її дотримання є обов'язковою умовою в індексному аналізі.

Для побудови статистичного індексу необхідно мати вихідну інформацію, як мінімум, за два періоди. Один з таких періодів називається базисним, другий – поточним [41]. Базисний – це період, з яким порівнюють досліджувані явища, поточний – період, що порівнюється. Так, в індексах динаміки базисним є показник попереднього періоду (моменту) часу, в індексах порівняння з нормативною базою-нормативний рівень, а в індексах порівняння (в просторі) базисним може бути показник, що належить до якоїсь з територій. Якщо досліджуються дані за кілька періодів, то один з них (як правило, початковий) буде базисним, а решта – поточними, або звітними [42].

7.3 Висновки до сьомого розділу

В даному розділі було розглянуто актуальні теми екології, такі як: інформаційне забезпечення еколого-статистичних досліджень та індексний метод в екології. Інформаційне забезпечення є основою еколого-статистичних досліджень та слід адже для того щоб отримати інформацію про середовище та його екологічний стан потрібно знати її джерела. Індексний метод дозволяє зрозуміло характеризувати різні екологічні явища, такі як: обсяги викидів в атмосферу, скидів шкідливих речовин у водне середовище, інтенсивність забруднень і т. д.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

В дипломній роботі були досліджені інформаційні технології на основі концепції «Інтернет речей» для полегшення процесу збору та аналізу даних пов'язаних безпосередньо з виробництвом пива. Докладно вивчено та описано технологічні процеси виготовлення сусла, процесу основного бродіння та фільтрації пива. На основі цього було проведено дослідження та аналіз впливу основних якісних та кількісних характеристик сировини на якість кінцевого продукту, в даному випадку пива. Таке дослідження дозволяє визначити який параметр сировини відповідає за той чи інший параметр якості пива.

Також був досліджений досвід впровадження IoT систем на виробництво. На базі підприємства ТОВ «Пивоварня «Опілля» були підбрані необхідні технології та обладнання для реалізації системи на основі «Інтернет речей», яка б дозволяла збирати потрібні дані та контролювати технологічні процеси.

В результаті проведеної роботи ми отримали необхідні знання для реалізації системи IoT на виробництво. При необхідному фінансуванні та на основі отриманих знань, можна впровадити таку систему на підприємство ТОВ «Пивоварня «Опілля». Це забезпечить збільшення статистичних даних, які допоможуть корегувати виробничі процеси задля підвищення якості продукції, а також зменшить кількість збоїв та простою виробництва що в свою чергу збільшить прибуток. Також такий підхід дозволить зменшити затрати часу на перевірку необхідних вимірювань, адже всі дані будуть відправлятися в хмарне сховище де будуть опрацьовані і видані користувачам у вигляді відповідних параметрів та загальної статистики.

Отже були виконано наступні завдання:

- Розглянуто концепцію IoT та можливості її реалізації у виробничих процесах пивоваріння;
- Досліджені технологічні процеси пивоваріння та можливості їх контролю за допомогою IoT системи;

– Розглянуто необхідне обладнання та датчики для реалізації IoT систем на підприємстві ТОВ «Пивоварня «Опілля».

Промисловий «Інтернет речей» все більше використовується в провідних підприємствах харчової промисловості і не тільки. З прогнозів світових видань ця тенденція буде тільки рости. Тому дане дослідження як ніколи актуальне і допоможе в майбутньому перейти на новий рівень виробництва.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клуб персона [Електронний ресурс] Інтернет речей: чи зможе смартфон управляти бізнесом – Режим доступу: <http://persona.pumb.ua/ua/club/digest/detail.php?CODE=internet-veshcheysmozhe-li-smartfon-upravlyat-biznesom> – Дата доступу: 17.07.19 – Назва з екрана.
2. Наукова електронна бібліотека Cyberleninka [Електронний ресурс] Інтернет речей в наукових дослідженнях – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/internet-veschey-v-nauchnyh-issledovaniyah> – Дата доступу: 18.07.19 – Назва з екрана.
3. Наукова електронна бібліотека Cyberleninka [Електронний ресурс] Інтернет речей в наукових дослідженнях – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-trafika-ustroystv-interneta-veschey/viewer> – Дата доступу: 18.07.19 – Назва з екрана.
4. Електронна бібліотека arXiv [Електронний ресурс] I Survey on Sensor-based Threats to Internet-of-Things (IoT) Devices and Applications – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1802.02041.pdf> – Дата доступу: 03.08.19 – Назва з екрана.
5. Medium Corporation [Електронний ресурс] IoT Explained – How Does an IoT System Actually Work? – Режим доступу: <https://medium.com/iotforall/iot-explained-how-does-an-iot-system-actually-work-e90e2c435fe7> – Дата доступу: 04.08.19 – Назва з екрана.
6. Портал e27 [Електронний ресурс] The advantages and disadvantages of Internet Of Things – Режим доступу: <https://e27.co/advantages-disadvantages-internet-things-20160615/> – Дата доступу: 05.08.19 – Назва з екрана.
7. Науковий студентський портал [Електронний ресурс] Обзор и сравнительный анализ технологий LPWAN сетей – Режим доступу: www.sut.ru/doci/nauka/review/20164/33-48.pdf – Дата доступу: 17.08.19 – Назва з екрана.

8. НЕКТА – разработчик программного обеспечения для автоматизации сбора и учёта энергоресурсов [Электронный ресурс] Появления технологии LoRa – Режим доступа: <https://neкта.tech/technology/> – Дата доступа: 18.08.19 – Назва з екрана.

9. Компания DEPS [Электронный ресурс] Технология LoRaWAN – Режим доступа: <https://deps.ua/knowegable-base-ru/spravochnaaya-informatsiya/item/66633.html> – Дата доступа: 18.08.19 – Назва з екрана.

10. Мы делаем IoT реальностью [Электронный ресурс] Шлюзы LoRaWAN – Режим доступа: <http://lorawan.com.ua/catalog/shlyuzu/> – Дата доступа: 18.08.19 – Назва з екрана.

11. Компания SigFox [Электронный ресурс] SigFox – Режим доступа: <https://www.sigfox.com/en> – Дата доступа: 18.08.19 – Назва з екрана.

12. Электронный журнал Fast Salt Times [Электронный ресурс] Как sigfox собирается изменить мир – Режим доступа: <https://fastsalftimes.com/sections/solution/845.html> – Дата доступа: 19.08.19 – Назва з екрана. Страх и ненависть в IT

13. Блог компанії МТС [Электронный ресурс] NB-IoT: как он работает? – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/ru_mts/blog/430496/ – Дата доступа: 19.08.19 – Назва з екрана. <http://www.weightless.org/news/ubiik-launches-weightlessp-kit>

14. Київстар бізнес [Электронный ресурс] Narrowband IoT – Режим доступа: <https://kyivstar.ua/uk/business/iot/narrow-band> – Дата доступа: 19.08.19 – Назва з екрана.

15. Портал weightless.org [Электронный ресурс] Ubiik Launches Weightless-P Kit – Режим доступа: <http://www.weightless.org/news/ubiik-launches-weightlessp-kit> – Дата доступа: 19.08.19 – Назва з екрана.

16. Публікація на Antenova [Электронный ресурс] Weightless-P LPWAN SDK launches at CTIA – Режим доступа: <https://www.antenova.com/weightless-p-lpwan-sdk-launches-at-ctia-weightless-sig-announces-weightless-p->

hardware-and-weightless-ignition-pack-partners-with-antenna/ – Дата доступу: 19.08.19 – Назва з екрана.

17. Публікація на Antenna [Електронний ресурс] Weightless-P LPWAN SDK launches at CTIA – Режим доступу: <https://www.antenna.com/weightless-p-lpwan-sdk-launches-at-ctia-weightless-sig-announces-weightless-p-hardware-and-weightless-ignition-pack-partners-with-antenna/> – Дата доступу: 19.08.19 – Назва з екрана.

18. Учебно-методическое пособие «Технология солода» / Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с.

19. Студопедія [Електронний ресурс] Технологічна схема виробництва ячмінного солоду – Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_41135_tema-tehnologiya-solodu-piva-i-bezalkogolnih-naroiiv.html – Дата доступу: 25.08.19 – Назва з екрана.

20. Студопедія [Електронний ресурс] Технологічні стадії приготування пива – Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_41136_tehnologichni-stadii-prigotuvannya-piva.html – Дата доступу: 25.08.19 – Назва з екрана.

21. Технология приготовления пивного сусле [Електронний ресурс] Технология фильтрации затора – Режим доступу: <http://www.comodity.ru/beer/beerwort/15.html> – Дата доступу: 28.08.19 – Назва з екрана.

22. Науковий портал vuzlit.ru [Електронний ресурс] Кип'ятіння сусле з хмелем – Режим доступу: https://vuzlit.ru/768059/kipyatinnya_susla_hmelem – Дата доступу: 25.08.19 – Назва з екрана.

23. База знаній Allbest [Електронний ресурс] Проект варильного відділення виробництва пива одновідварним способом – Режим доступу: https://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635a2ac69b5c53b88521316c26_0.html – Дата доступу: 02.09.19 – Назва з екрана.

24. Файловий архів студентів [Електронний ресурс] Бродіння сусла – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5591434/page:43/> – Дата доступу: 05.09.19 – Назва з екрана.

25. Технология приготовления пивного сусла [Електронний ресурс] Способы фильтрации затора на пивоваренных заводах – Режим доступу: <http://www.comodity.ru/beer/beerwort/16.html> – Дата доступу: 07.09.19 – Назва з екрана.

26. Національна бібліотека України [Електронний ресурс] Автоматизована система багатоцільового управління технологічними процесами – Режим доступу: http://194.44.11.130/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe – Дата доступу: 12.09.19 – Назва з екрана.

27. IOT Factory [Електронний ресурс] Виготовлення IoT датчиків для промислових підприємств – Режим доступу: <https://iotfactory.eu/ru/%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4-iot-ru/> – Дата доступу: 15.09.19 – Назва з екрана.

28. ACADEMIC FOX [Електронний ресурс] Основні поняття хмарних технологій – Режим доступу: <https://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohij/> – Дата доступу: 20.09.19 – Назва з екрана.

29. IT-Enterprise [Електронний ресурс] Технології та Інновації – Режим доступу: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/internet-veschej-internet-of-things-iot> – Дата доступу: 28.09.19 – Назва з екрана.

30. DataArt [Електронний ресурс] Тренды и прогнозы от IoT-практики DataArt на 2019 год: интернет вещей становится мейнстримом – Режим доступу: <https://dataart.ua/press-releases/trendy-i-prognozy-ot-iot-praktiki-dataart-na-2019-god-internet-veshei-stanovitsya-meinstrimom/> – Дата доступу: 05.10.19 – Назва з екрана.

31. Canadian Pacific Railway [Електронний ресурс] From the insiders at Fresh Tracks Canada – Режим доступу: https://canadiantrainvacations.com/discover/viarail?utm_source=Google&utm_medium=CPC&utm_campaign=CTV_USA_Search_Trains_c&utm_content=CPR_Packages&utm_term=canadian%20p

acific%20rail_p&gclid=EAIAIQobChMItYSNqoCm5gIVER0YCh0NjgGhEAAyASAAEgKaD_D_BwE – Дата доступу: 10.10.19 – Назва з екрана.

32. Безкоштовна бібліотека для студента [Електронний ресурс] Особливості та сфера застосування OHSAS 18001 – Режим доступу: <http://polka-knig.com.ua/article.php?book=166&article=11003> – Дата доступу: 14.10.19 – Назва з екрана.

33. Охорона праці та цивільний захист [Електронний ресурс] OHSAS 18001 – Режим доступу: <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014> – Дата доступу: 15.10.19 – Назва з екрана.

34. База патентів України [Електронний ресурс] Спосіб профілактики зорової втоми користувача ЕОМ – Режим доступу: <http://uapatents.com/3-53178-sposib-profilaktiki-zorovo-vtomi-koristuvacha-eom.html> – Дата доступу: 18.10.19 – Назва з екрана.

35. Український медичний часопис [Електронний ресурс] Як зберегти зір під час роботи з ПК? – Режим доступу: <https://www.umj.com.ua/article/13623/yak-zberegiti-zir-pid-chas-roboti-z-pk> – Дата доступу: 19.10.19 – Назва з екрана.

36. Санітарно-гігієнічні норми [Електронний ресурс] Виробничий шум та вібрація – Режим доступу: <https://www.sop.com.ua/article/193-virobnichiy-shum-ta-vbratsya> – Дата доступу: 25.10.19 – Назва з екрана.

37. Освіта юа [Електронний ресурс] Военное дело, ДПЮ – Режим доступу: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/dpju/24967/> – Дата доступу: 25.10.19 – Назва з екрана.

38. Научная электронная библиотека «киберленинка» [Електронний ресурс] Інформаційне забезпечення і програмні продукти еколого-статистичних досліджень – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsiyne-zabezpechennya-i-programni-produkti-ekologostatistichnih-doslidzhen> – Дата доступу: 05.11.19 – Назва з екрана.

39. Інформаційний портал экзамен інфо [Електронний ресурс] Индексный метод в экологии – Режим доступу: <http://4exam.info/book>

_257_glava_18_%D0%86NDEKSNIJJ_METOD_V_EKOLOG%D0%86%D0%87.html – Дата доступу: 15.11.19 – Назва з екрана.

40. Каталог наукових розробок [Електронний ресурс] Екологічна статистика – Режим доступу: <http://edu.lp.edu.ua/moduli/ekologichna-statystyka> – Дата доступу: 25.11.19 – Назва з екрана.

41. Зведений каталог Житомирської обласної універсальної наукової бібліотеки [Електронний ресурс] Екологічна статистика – Режим доступу: http://catalog.lib.zt.ua/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe – Дата доступу: 28.11.19 – Назва з екрана.

42. Навчальні матеріали онлайн [Електронний ресурс] Загальне поняття статистичних індексів – Режим доступу: https://pidruchniki.com/11510513/statistika/indeksniy_metod – Дата доступу: 30.11.19 – Назва з екрана.

43. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів: навч. посібник/Л.П. Ларичева, М.Д. Волошин, О.П. Луценко – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 320 с.

44. Siemens TIA Portal [Електронний ресурс]. – Totally Integrated Automation Portal – Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrysoftware/automationsoftware/tiaportal.html> – Дата доступу: 01.12.19 Назва з екрана.

45. Державна служба України з питань праці [Електронний ресурс]. – Про Державну службу України з питань праці – Режим доступу до ресурсу: <http://dsp.gov.ua/biohrafia/> – Дата доступу: 28.09.19 Назва з екрана.

46. М.Е.Дос [Електронний ресурс]. – Охорона праці на підприємстві: що має знати роботодавець – Режим доступу до ресурсу: <https://www.medoc.ua/uk/blog/ohorona-praci-na-pidprimstvi-shho-ma-znati-robo-todavec> – Дата доступу: 02.12.19 Назва з екрана.

47. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК [Електронний ресурс] /Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 2017. – Режим

доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/%D0%9F%D0%A3%D0%95.pdf> – Дата доступу: 03.12.19 Назва з екрана.

48. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк, А. О. Толок ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ Навчальний посібник Дніпродзержинськ «ДДТУ» 2016 УДК 355.58(075.8) ББК 68.9я73 ЛЗ4

49. Безпека праці та промислова санітарія [Електронний ресурс]. – Вимоги до освітлення в приміщеннях із робочими місцями користувачів комп'ютерів – Режим доступу до ресурсу: <https://spo.stu.cn.ua/posibnik/780.html> – Дата доступу: 04.12.19 Назва з екрана.

50. GIT [Електронний ресурс]. – Git About – Режим доступу до ресурсу: <https://git-scm.com/about> – Дата доступу: 05.12.19 Назва з екрана.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

**АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ
СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Збірник
тез доповідей
Том II
**VIII Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів**
27-28 листопада 2019 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2019

УДК 681.518:663.4

Н.В.Грабовський, С.М.Квач, О.Б. Назаревич, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**АНАЛІЗ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИРОБНИЦТВА ПИВА**

N.V. Hrabovskyi, S.M. Kvach, O.B. Nazarevych, Ph. D.

**ANALYSIS OF THE MEANS OF AUTOMATION OF THE BEER PRODUCTION
PROCESS**

На сучасному етапі розвитку харчової промисловості в Україні важливою задачею є інформатизація та комп'ютеризація виробництва. На даний час на підприємствах застосовується автоматизоване обладнання та контролери без можливості довготривалого аналізу даних технологічного процесу, а проводиться лише частковий поточний контроль основних параметрів виробництва. Виходячи з вищесказаного розробка програмного забезпечення методів та схем комплексної інформатизації технологічних процесів на підприємствах є актуальною проблемою, вирішення якої дозволить підвищити якість виготовлюваної продукції, збільшити об'єми виробництва та забезпечити економію і так дорогих енергоресурсів.

Метою роботи було проаналізувати технологічний процес виробництва пива на ТОВ «Пивоварня «Опілля»». В результаті проведеної роботи було виявлено параметри технологічного процесу, які можна було автоматизувати з можливістю їхнього аналізу на протязі тривалого періоду часу. При цьому найбільш критичним місцем в процесі пивоваріння виявився процес основного бродіння. В процесі роботи було вибрано та встановлено додаткові датчики для покращеного автоматизованого контролю процесу бродіння, зокрема IfmElectronics (рівня – LMT201, температури – TA2542, тиску PM1607) та Atago (рефрактометр – CM-800α-Plato), оскільки, вказані заміри проводились працівниками лабораторії вручну і статистика їх зміни на протязі тривалого періоду не проводилась. Також було модифіковано існуючу програму для збору даних на контролерах SIMATICS7-300 на протязі довгого проміжку часу і запису їх в текстовий файл з подальшою його обробкою створеною на JavaScript програмою, яка виводить на екран параметри технологічного процесу бродіння та динаміку їх зміни за встановлений період часу(див.рис1).

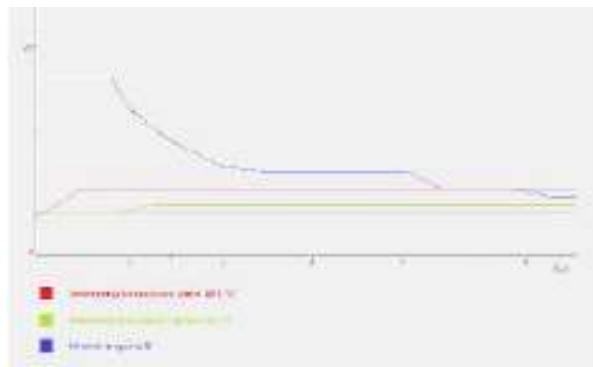


Рисунок 1. Покази датчиків під час основного бродіння сусле

Література

1. <https://www.ifm.com/ua/>
2. <https://www.atago.net/>
3. <http://foodtecnology.info/tehnologiya-vyrobnytstva-pyva>

Додаток Б

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені
Івана Пулюя»

**АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ
СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Збірник
тез доповідей
Том II
**VIII Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів**
27-28 листопада 2019 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2019

УДК 004.032

С.М.Квач, Н.В. Грабовський, А.П. Петрук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ В ПРОМИСЛОВІСТЬ

S.M.Kvach, N.V.Hrabovskyi, A.P. Petruk

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE INTERNET OF THINGS IN THE INDUSTRY

Промисловий Інтернет Речей – це система комп'ютерних мереж з підключеними до них промислових об'єктів з вбудованими датчиками і програмним забезпеченням для збору та обміну даними, з можливістю віддаленого контролю і управління в автоматизованому режимі, без участі людини.

Завданням інтернет речей є збір даних і аналітика виробничих процесів. На промислове обладнання встановлюють датчики, виконавчі механізми та контролери. Зчитувані дані з датчиків відправляються в хмарне сховище після чого її виводять на комп'ютери та смартфони користувачів у вигляді статистики. Отримана інформація може бути використана для запобігання позаплановим простоям, поламкам обладнання, скороченню позапланового техобслуговування та збоєм в управлінні, тим самим дозволяючи підприємству функціонувати ефективніше.

В 2015 році компанією Accenture було проведено дослідження під назвою: «Успіх за допомогою Промислового Інтернету Речей» (Winning with the Industrial Internet of Things). В його рамках було проведено опитування 1400 керівників вищої ланки з різних країн світу. У звіті, за результатами дослідження, вказано, що внесок промислового інтернету речей в світове виробництво до 2030 року міг би скласти близько \$ 14,2 трлн. Та цей потенційний прибуток залишається лиш числом в звіті, так як ні компанії, ні держави поки не вживають достатніх зусиль, щоб створити необхідні умови для широкого розповсюдження технологій промислового інтернет речей. Лише 7% підприємців мають цілісну стратегію впровадження нових технологій і передбачили відповідні кошти. Також елементи інтернет-речей набувають активного впровадження в Україні, зокрема у промисловості в рамках широкої програми Індустрія 4.0, яка підводить стандарти промислових мереж, контролерів, датчиків, засобів передачі та контролю інформації до єдиних стандартів активного контролю за технологічними процесами в режимі реального часу з використанням технологій інтернет-речей.

Отже з проведеного дослідження можна зробити висновок, що велика кількість підприємців недооцінюють можливості і перспективи модернізації виробництва за рахунок промислового інтернет речей. Впровадження нових технологій таких як IoT дозволяє збільшити прибутку зменшити витрати за рахунок передбачення та запобігання не бажаних виробничих помилок, які можуть дорого коштувати для підприємства. Також суттєвою перевагою таких технологій є можливість легко реалізовувати без великих затрат статистичний аналіз даних на протязі великих періодів часу, що забезпечує можливість більш ефективного планування виробництва, оптимізації процесів та підвищення якості виробництва. Впровадження технологій IoT робить підприємство більш гнучким на сучасному ринку.

Література

1. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=117807>
2. <http://ua.automation.com/content/promyshlennaja-avtomatizacija-i-internetveshhej>
3. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=113441>