

ФІС

(назва факультету)

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

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до дипломного проекту (роботи)

на тему: \_\_\_\_\_  
(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))  
Методи та засоби аналітичного опрацювання даних для  
підвищення ефективності виробництва харчових продуктів

Виконав: студент (ка) \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_  
спеціальності (напрямку підготовки) \_\_\_\_\_

(шифр і назва спеціальності (напрямку підготовки))

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

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

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

Освітній ступінь \_\_\_\_\_

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом проекту (роботи) \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## АНОТАЦІЯ

Методи та засоби аналітичного опрацювання даних для підвищення ефективності виробництва харчових продуктів // Дипломна робота ОР «Магістр» // Грабовський Назарій Володимирович // 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: КОНТРОЛЕР, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ, ВИРОБНИЦТВО ПИВА.

Дипломна робота присвячена аналізу методів та засобів аналітичного опрацювання даних для підвищення ефективності виробництва пива.

Актуальність даної роботи пояснюється тим, що 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. 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.

Основним завданням дипломної роботи є аналіз впливу основних факторів бродіння на якість пива та ефективність його виготовлення, модернізація інформаційної системи збору та аналізу даних процесу бродіння.

В першій частині роботи було розглянуто історію створення пива як сучасного продукту пивоваріння, його основні технології та процеси що відбуваються при виготовленні пива, зокрема приготування сусла та бродіння.

В другій частині роботи обґрунтовано мету та завдання дослідження, а також проаналізовано вплив основних параметрів на якість пива та ефективність його виготовлення.

В третій частині розглядається структура інформаційної системи, вибір засобів для покращення збору та аналізу даних процесу бродіння, практична реалізація системи.

Четверта частина описує практичну реалізацію додаткових алгоритмів та оптимізацію інтерфейсів технологів та операторів за допомогою Angular JS та TIA PORTAL.

Об'єкт дослідження: технологічний процес основного бродіння пива.

Предмет дослідження: методи збору та аналізу даних про технологічний процес.

Метою роботи є дослідження та оптимізація процесу бродіння пива для підвищення якості кінцевого продукту.

Основні результати: проведено аналіз основних факторів, що впливають на якість пива, здійснено модернізацію процесу основного бродіння шляхом встановлення додаткових давачів, розроблене програмне забезпечення для інформатизації процесу та реалізовано додаткові алгоритми аналізу та виведення даних на інтерфейс технологів та операторів.

## ANNOTATION

Methods and tools of data analytical processing aimed at food stuff production efficiency increase // Diploma work degree “Master” // Hrabovskyi Nazarii// Ternopil Ivan Pul’uj National Technical University, Department of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science // Ternopil, 2019 // P. , Fig – , Table – .

Keywords: CONTROLLER, INFORMATION SYSTEM, FOOD PRODUCTS, BEER PRODUCTION.

The actuality of this work is explained by the fact that at the present stage of development of the food industry in Ukraine is an important task to informatization and computerization of production. At present, enterprises use automated equipment and controllers without the possibility of long-term analysis of process data, and only a partial on-going control of the basic parameters of production is conducted. The development of software, methods and schemes for integrated information technology processes in enterprises is an urgent problem, the solution of which will improve the quality of manufactured products, increase production volumes and provide cost-effective energy resources.

The purpose of the work was to analyze the technological process of beer production. As a result of the work, the parameters of the technological process were identified, which could be automated with the possibility of their analysis over a long period of time. In this case, the most critical place in the brewing process was the process of basic fermentation. In the result, additional sensors were selected and installed for improved automated control of the fermentation process, as measurements were made by laboratory staff manually and statistics were not kept.

The main objective of the thesis is to analyze the influence of the main factors of fermentation on the quality of beer and the efficiency of its production, modernization of the information system for the collection and analysis of data of the fermentation process.

During the scientific work it was necessary to solve the following practical problems:

- To analyze the influence of basic parameters on the quality of beer and the efficiency of its production.
- Select and install additional sensors for improved automated control of the fermentation process.
- Create or modify an existing program to collect data over a long period of time and write them to a database.

The first part of the paper deals with the history of beer making as a modern brewing product, its main technologies and processes that take place in the production of beer, including the preparation of wort and fermentation.

The second part of the paper substantiates the purpose and objectives of the study, as well as the influence of the basic parameters on the quality of beer and the efficiency of its production.

The third part deals with the structure of the information system, the choice of means for improving the collection and analysis of data of the fermentation process, the practical implementation of the system.

The fourth part describes the practical implementation of additional algorithms and optimization of technology and operator interfaces using Angular JS and TIA PORTAL.

Object of research: technological process of basic fermentation of beer.

Subject of research: methods of collecting and analyzing process data.

Objective is to research and optimize the process of fermentation of beer to improve the quality of the final product.

Main results: analysis of the main factors affecting the quality of beer, modernization of the basic fermentation process by installing additional sensors, software for process informatization was developed, and additional algorithms for analysis and output of data to the interface of technologists and operators were implemented.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЦКТ – Циліндрично-конічний танк.

DC (англ. Direct current) – постійний струм.

FHD (англ. Full High Definition) – роздільна здатність 1920 × 1080 пікселів.

Bar – позасистемна одиниця [тиску](#).

pH – величина, що показує ступінь кислотності або лужності розчину.

CSS (англ. Cascading Style Sheets) – каскадні таблиці стилів.

HTML (англ. Hyper Text Markup Language) – мова розмітки гіпертекстових документів.

XHTML ([англ.](#) Extensible Hypertext Markup Language) – розширювана мова розмітки гіпертексту.

API ([англ.](#) Application Programming Interface, API) – прикладний програмний інтерфейс.

MVC (англ. Model-view-controller, MVC) – модель-вигляд-контролер, архітектурний шаблон.

DOM (англ. Document Object Model, DOM) – об'єктна модель документа.

WEB ([англ.](#) World Wide Web) – всесвітня мережа.

GIT – розподілена система контролю версій.

VCS (англ. Version control system) – система контролю версій.



## ЗМІСТ

Вступ.....	
1 Аналіз процесів пивоваріння для інформаційних систем.....	
1.1 Розвиток пивоварних процесів.....	
1.2 Технологія приготування сусла та бродіння з метою інформатизації процесу.....	
1.3 Висновки до першого розділу.....	
2 Аналіз впливу основних параметрів на якість пива та ефективність виготовлення .....	
2.1 Проведення аналізу впливу основних параметрів на якість пива та ефективність його виготовлення .....	
2.2 Висновки до другого розділу .....	
3 Структура інформаційної системи та вибір засобів для оптимізації.....	
3.1 Вибір та встановлення додаткових датчиків для покращення збору та аналізу даних процесу бродіння .....	
3.2 Створення та модифікація програми мікроконтролера.....	
3.3 Висновки до третього розділу.....	
4 Спеціальна частина .....	
4.1 Написання програми Web-інтерфейсу для відображення сумарних даних .....	
4.2 Оптимізація інтерфейсів технологів та операторів .....	
4.3 Висновки до четвертого розділу.....	
5 Обґрунтування економічної ефективності .....	
5.1 Визначення стадій технічного процесу та загальної тривалості проведення НДР .....	
5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахування 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 програмного продукту.....	
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 Служба охорони праці на підприємстві.....	
6.2 Вимоги електробезпеки до приміщень з ЕОМ.....	
6.3 Моделювання уразливості об'єкта економіки та його елементів до дії вторинних вражаючих факторів ядерного вибуху	
<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>	
6.4 Освітлення виробничих приміщень для роботи з ВДТ та локальній комп'ютерній мережі .....	
6.5 Висноки до шостого розділу .....	
7 Екологія.....	
7.1 Статистичний аналіз тенденцій і закономірностей динаміки в екології.....	
7.2 Метод екологічної статистики .....	
Висновки .....	
Перелік джерел .....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>
Додатки	

## ВСТУП

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.

Темою дипломної роботи магістра є методи та засоби аналітичного опрацювання даних для підвищення ефективності виробництва в харчових продуктів.

Метою є роботи дослідження та впровадження засобі для аналітичного опрацювання даних, інформатизації виробництва з метою підвищення ефективності виготовлення продукції. Здійснено інформатизацію процесу бродіння продукту, та відслідковування його параметрів, та оптимізацію перекачування для доброджування. Також, створено систему, що здатна виводити на екран збережені параметри в графік, за певний період часу.

**Задачами**, що представляються в магістерській роботі, є:

- Аналіз впливу основних параметрів на якість та ефективність виготовлення пива.
- Вибір та встановлення додаткових датчиків для покращеного автоматизованого контролю процесу бродіння.
- Створення та модифікація існуючої програми для збору даних на протязі довгого проміжку часу і запису їх в базу даних.
- Реалізація Web-інтерфейсу для відображення сумарних даних та оптимізація відображення інтерфейсів технологів та операторів.

**Об'єкт дослідження** – технологічні процеси бродіння пива.

**Предметом дослідження** є методи та засоби аналізу процесу бродіння пива.

**Практичне значення.** Робота може бути впроваджена на будь яких підприємствах де наявні процеси бродіння. Система забезпечує оптимізацію будь якого схожого процесу.

**Наукова новизна.** Розроблено гнучку інформаційну систему яка дозволяє проводити аналіз та оптимізацію процесу бродіння при виробництві пива.

Результати апробовано VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій».

# 1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПИВОВАРІННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

## 1.1 Розвиток пивоварних процесів

Пиво, як і вино, один з найдавніших напоїв. Його історію, завдяки археологам можна прослідкувати протягом п'яти тисяч років. Найперша згадка про напій зустрічається в літописах Месопотамії, що датується 2800 роком до н.е..

Високий рівень культури стародавніх народів південної Месопотамії вплинув на сусідні країни та передавали отриманий досвід. Все це сприяло поступовому поширенню пивоваріння серед народів Африки, Азії, сучасної Європи. Єгиптяни також були одними з перших народів що варили пиво. Це можна дізнатись з барильєфів та написів на залишках їхньої цивілізації, приблизно в 2400 роках до нашої ери. З часом, пивоваріння почало поширюватись на держави південної Європи, а згодом й і у центральні її регіони.

В Європі пиво було улюбленим напоєм серед німців, а скіфів та кельтів. Як і їжа, пиво в домашньому господарстві варили жінки - зрештою, пивоваріння та випікання хліба вважалися роботою жінки серед первісних народів. Пиво набуло особливої популярності у Чехії та Німеччині. У середньовіччі пивоваріння пронизало монастирські стіни, де пивна технологія була доведена до досконалості ченцями. Навіть зараз, у сучасній Німеччині в деяких монастирях досі існують пивоварні, оснащені сучасним технологічним обладнанням [1].

Варто зазначити, що пиво отримане за давніми технологіями досить сильно відрізнялось від сучасного, виготовлялось лише з ячмінного солоду, було густим та кислим, та був присутній специфічний запах. Але з часом технологія поступово вдосконалювалась. Для покращення смаку та аромату,

почали додавати у солод різні добавки, фрукти та спеції, але лише з початком додавання у напій хмелю, напій набув ознак продукту сучасного пивоваріння.

Вивчаючи його історію, варто сказати про баварський закон чистоти, який був головною історичною віхою у розвитку пивоваріння як галузі. Цей закон, можна вважати одним з найстаріших законів, що актуальний та діє і досі. Як і колись, він застосовується кожною броварнею. Відповідно до нього пиво в Німеччині вариться виключно з солоду, хмелю, дріжджів та води, без додавання інших речовин що впливають на запах смак та вигляд продукту[2].

Саме завдяки баварському герцогу Вільгельму III, місцева влада, 23 квітня 1516 року, прийняла закон про чистоту пивоваріння. Виходячи з нього, пивоварам для виготовлення пива було дозволено використовувати лише воду, солод та хміль, забороняючи інші добавки та експерименти з продуктом. Пивні дріжджі не згадувались, оскільки в цей час про них ще не було нічого відомо. З кінця двадцятого століття, з ростом іноземної конкуренції, та створенні європейської співдружності, закон чистоти було відмінено, але справжні німецькі пивовари все ще дотримуються давніх традицій [1].

Тридцятирічна війна відкинула назад розвиток пива, одночасно з введенням нових напоїв, таких як чай та кава, об'єми виготовлення пива суттєво зменшились. Незважаючи на це, з новими досягненнями науковців, поступово почалось введення промислової техніки на виробництво таких як парова машина Джеймса Ватта, холодильна установка Лінде та розвиток залізної дороги в Німеччині привели до розвитку нових та реконструкції старих пивоварень.

Основоположником дослідження пивоваріння, можна вважати Луї Пастера, оскільки саме він першим дослідив та довів, що процес бродіння – це результат діяльності різного роду мікроорганізмів, і кінцевий результат продукту залежить від якості та кількості мікроорганізмів. Трохи згодом, 1883 року, в лабораторії Карлсберга, що у місті Копенгаген, Кристіаном Гансенем було винайдено метод виведення та розведення чистої породи дріжджів [1].

Після появи таких методів, появляється світле пиво, яке все більше та більше витісняє темне баварське. Разом з цим в різних країнах Європи та у США, створюються та розвиваються сорти світлого лагерного пива. Які й виготовляються до сьогодні.

З середини 19-го століття, в Європі та Америці було засновано та модернізовано багато промислових пивоварень. Зараз велика кількість з них – пивні гіганти. У США розвиток пивоваріння тісно пов'язаний із заселенням країни іммігрантами з Європи. Перші пивоварні заводи створювались на східному узбережжі та з розвитком залізниці, розрослись по всій території країни.

В другій половині 19-го століття в промисловому пивоваріння виникає прорив і в інших країнах. В результаті бурхливого розвитку появилась та почала викладатись наука про пивоваріння. В країнах , що виготовляли пиво, почали створюватись інститути та лабораторії, які згодом переросли у навчальні заклади по пивоварінні. Для розробки методів аналізу та показників якості пива в міжнародному масштабі, спеціалісти різного роду почали об'єднуватись в спільні організації. Майже у всіх країнах формувались потужні пивоварні союзи та об'єднання пивоварів. Почала створюватись та видаватись спеціальна література, що допомагала доносити нові знання в маси пивоварів.

Звичайно закон про чистоту пива залишався єдиним законодавчим правом, що регулював та контролював його якість, але вже в 60-ті роки дев'ятнадцятого століття, американські пивовари довели економічно вигідним створювати продукт з кукурудзяної муки та рису. Завдяки правильності переробки не солодової сировини були створені нові сорти продукту, що отримали визнання в усьому світі [1].

У США в 1919 році у зв'язку з введенням сухого закону, власне кажучи, був завданий удар по пивоварнях. Під час цього періоду, заводи виживали всього лиш завдяки так званому «поживному пиву». По суті, через дію сухого закону, що був скасований всього лиш у 1933 р, все більше розвивалась

контрабанда алкогольних напоїв і посилилася кримінальна обстановка, так що результат від дії цього закону можна оцінити як негативний. В результаті цього, варто зазначити, що деякі обмеження на виготовлення та споживання алкоголю і досі присутні в законодавстві деяких країн Скандинавії.

Що стосується розвитку пивоваріння в Німеччині в другій половині дев'ятнадцятого століття, то в 1873 році існувало 13561, з яких, 10171 варили пиво верхового бродіння. Також, варто додати, що існувало й 36297 домашніх господарств, де створювали напої, та не оподатковувались державою. Але, не задовго до 1891 року, кількість працюючих пивоварень різко зменшилось до 7785, через появу великих підприємств, що стрімко їх витісняли[6].

Попри конкуренцію в той час, деякі доморобні виробництва все ще працюють, використовуючи свої етнічні технології та методи роботи. Існують досить великі відмінності в виробничих потужностях підприємств, власне кажучи, завдяки можливості більших виробництв впроваджувати найсучаснішу техніку того часу, що була найбільш економічно вигідно. Таке технічне оснащення було у вигляді впровадження парових котлів, що працювали на кам'яному вугіллі, для приводу компресорів холодильних установок, для енергозабезпечення котлів в цехах варниці і вироблення власної електроенергії [1].

Рік за роком, традиційні дерев'яні ємності для бродіння почали замінюватись залізними, що досить легко покривались пивним каменем. Дерев'яні бочки були замінені відкритими бродильними чанами, дерев'яні чани – залізними танками. Цей процес на деяких підприємствах затягнувся аж до кінця двадцятого століття. Разом з залізом, широкого застосування набув такий метал, як алюміній, з нього виготовлялись особливо бродильні танки. З появою легованої нержавіючої сталі, та правильних інструментів для її обробки, кращого матеріалу для пивоваріння немає. Навіть дерев'яна бочка, що з давніх давен використовувалась для транспортування пива поступилась нержавіючому кегу.



З використанням нержавіючої сталі появились автоматизовані процеси мийки. Також, на підприємствах суттєво зменшилось використання важкої фізичної праці, зменшилась потреба в використанні людської сили.

На протязі тисячоліть, при виготовленні основного компоненту кінцевого продукту – солоду, та самого ж пива, використовувались лиш основні біохімічні процеси, такі як пророщування ячменю, затирання солоду на варниці, для розщеплення крохмалю в цукри для зброджування, та саме ж зброджування що супроводжувалось виділенням спирту та вуглекислого газу.

Впродовж років, вважалось, що кожне пивоварне підприємство повинно саме ж для себе виготовляти зимою солод та продукцію з якого виготовляється пиво, а влітку ж сам продукт.

Виготовлення солоду до двадцятого століття вважалось дуже складним та трудомістким процесом, оскільки потрібно було використовувати людську працю для перемішування та транспортування зерна. На сьогоднішній час, завдяки автоматизації, та інформатизації, введенні на підприємства інтернету речей, на токах рідко можна зустріти людей[4].

Також в сучасних реаліях, різко еволюціонували всі технології виробництва, скоротились контакти продукту бродіння з зовнішнім середовищем, покращились процеси фільтрування та пастеризації, розливу та укупорювання. Зважаючи на це все, особливо варто розуміти, що під час виготовлення пива існує дуже багато чинників під час кожного процесу, які впливають на кінцевий продукт. Тому важливо точно вимірювати всі показники та зберігати їхні значення з можливістю відтворення за певний період, оскільки при виявленні браку продукції ,важливо знати на якому з етапів виробництва припущена помилка.

Також і важливо контролювати та регулювати параметри під час процесу основного бродіння в циліндрично-конічних танках. З самого початку закачування в ємність сусла то дозування в нього дріжджів треба слідкувати за температурою, оскільки не достатньо охолоджений продукт може постраждати від небажаних мікроорганізмів, що встигнуть розвинути при

оптимальній для них температурі та часі витримування до моменту бродіння[3].

Окрім цього також можливий розвиток диких дріждів, що може початись ще до внесення селекціонованих, при температурах вище 15°C. Такі мікроорганізми теж є небажаними, хоч вони і виконують свої функції, але кінцевий продукт в результаті отримує помутніня, плівка на поверхні, неприємний запах, та небажані сполуки, такі як оцтова кислота, та діацетил[4].

Діацетил – важливий фактор створення молодого пива, але при перевищенні порогового значення, він надає йому нечистий смак – від солодкого до противного гіркого, а в дуже великих концентраціях має запах вершкового масла. Він утворюється з анімнокислот та простих кислот, що знаходяться в початковому суслі та в подальшому повинен переробитись пивними дріжджами, при оптимальних температурах для їх існування. Діацетил також може утворитись при дуже низькій температурі бродіння, близько 2°C.

Окрім діацетилю при низькій температурі зброджування можуть утворюватись ефіри, які при підвищеній концентрації, можуть надавати пиву неприємно гіркий смак, або ж фруктовий смак[6].

## **1.2 Технологія приготування сусла та бродіння з метою інформатизації процесу**

Виготовлення пива складається з багатьох тісно взаємозв'язаних процесів, де перетікання кожного з них важливо точно контролювати та коригувати. Основні стадії пивоваріння це пророщення солоду, підготовка хмелю, варіння сусла, основне бродіння та доброджування пива, фільтрація та пастеризація і розлив в тару.

Основною складовою для приготування якісного продукту бродіння є пивне сусло. Його виготовляють з зернового солоду, який в свою чергу складається з пророщених злаків. Процес приготування сусла проходить на

спеціальному обладнанні в варильно-дробильному відділенні «ТОВ «Пивоварня Опілля», розпочинається з підготовки солоду ,який включає в себе очистку, та дроблення. Наступним етапом є затирання, це процес виготовлення сусла ,в якому перемішуються вода та подрібнене зерно, з якого всі речовини переходять у розчин і утворюють екстракт. Процес відбувається у варильному цеху на спеціальному обладнанні під назвою заторний чан або котел. Схема роботи заторного чану та його загальна конструкція приведені на рисунку 1.1. Звідти бачимо що 1,2 – заторні котли, 3 – подача солоду, 4 – холодна вода, 5 – гаряча вода, 6,7 – трубопроводи миючих розчинів чану, 8,9 – пара для нагрівання, 10 – подача затору [3].

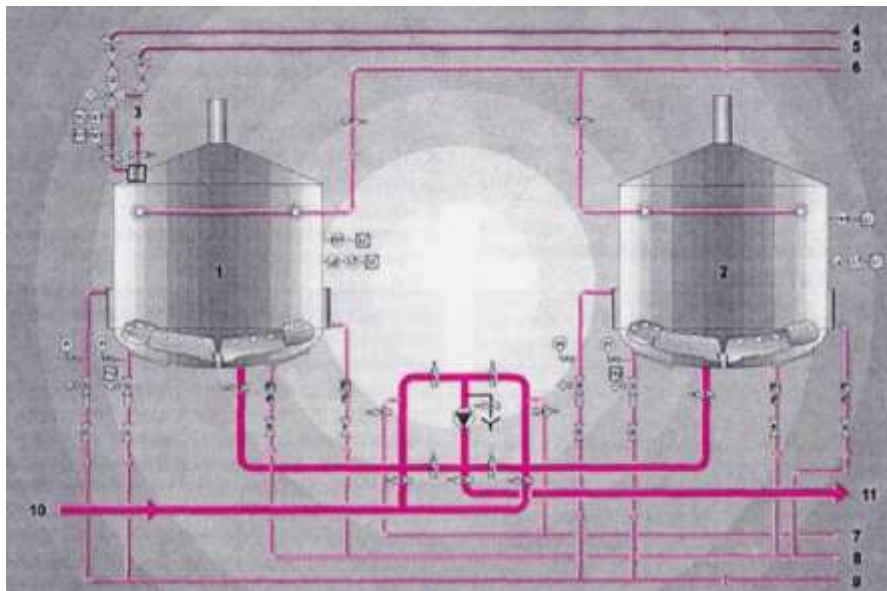


Рисунок 1.1 – Заторний чан

Він призначений для нагрівання і кип'ятіння затору. Для покращення процесу ферментації, вміст чану нагрівається паром, що подається збоку знизу та проходить між подвійним дном та стінками чану, що називаються паровою сорочкою, знизу ж підведений конденсатовідбірник. Над котлом закріплена вертикальна куполоподібна витяжна труба. Сферичне дно має отвір, та клапан для подальшого вкачування маси. Для відбору рідкої частини, котел оснащений стяжною трубою – декантатором. На верхній частині чану розміщені люк та оглядове віконце. Для перемішування затору, всередині

котла встановлена пропелерна мішалка, з'єднана з електродвигуном через редуктор. Також для контролю, чан оснащений датчиками рівня та датчиками температури[1].

Більшість компонентів солоду не розчинні, тому важливим моментом є переведення якомога більше нерозчинних речовин в розчинні, серед яких є крохмаль, целюлоза, високомолекулярні білки і інші нерозчинні елементи, які залишаються в кінцевому результаті у вигляді дробини. Під час затирання проходить процес ферментації, який повинен відбуватись при оптимальних для цього температурах. Графік залежності активності ферментів від температури затору приведено на рисунку 1.2.

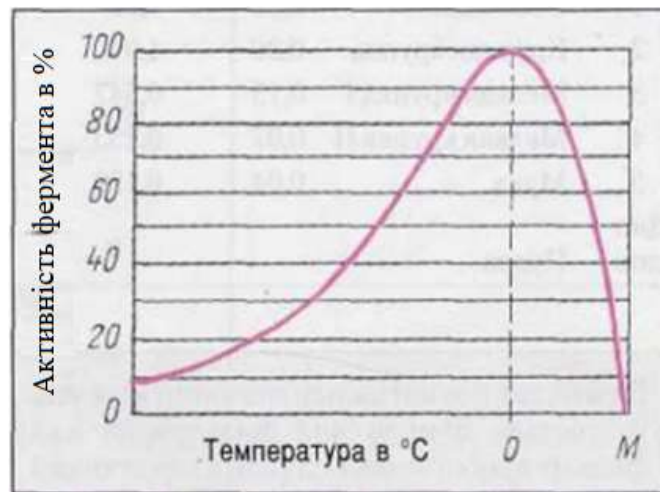


Рисунок 1.2 – Графік залежності активності ферментів від температури

Активність ферментів зростає при підвищенні температури, власне кажучи, для кожного з ферментів встановлена оптимальна температура, коли досягається найбільша ефективність і подальше підвищення не результативне[4].

Звідси видно, що контроль температури в заторі а також динаміка його зміни суттєво впливає на ефективність бродіння пива, а також його якість [6].

Також активність ферментів варіюється від величини рН. Максимальна активність досягає оптимальної величини при певній, специфічній для кожного ферменту величини рН.

Третім кроком підготовки сусла є фільтрація його в чані, який призначений для відділення пивного сусла від включень, і промивки його гарячою водою [3]. Чан циліндричного виконання з плоским дном, на яке викладене розбірне фільтраційне сито з фрезерованими щілинами, виготовлене з харчової нержавіючої сталі, оснащений датчиками рівня та температури. З нижньої сторони сита роблять більш широкими ніж зверху, в наслідок чого зменшується опір потоку сусла через щілини. В чані знаходиться розрихлюючий механізм, що виконаний у вигляді системи вертикальних ножів, з проміжками у 10см. Розрихлювач може працювати як і розвантажувач для дробини, але для цього ножі повертаються на 90 градусів навколо своєї осі. Зазвичай, цей механізм працює на малій швидкості при вилуговуванні дробини і на підвищеній при вивантаженні її.

Також отриману дробину промивають, аби вимити з неї залишки екстракту, для цього гаряча вода рівномірно поливає всю площу фільтраційного чану. Відфільтроване сусло перекачується для наступного кроку варіння в сусловарочний котел що з'єднаний трубопроводом через клапан на дні фільтраційного чану[3].

Сусловарочний котел призначений для охмелення та кип'ятіння сусла. Він виконаний так само ж, як і заторний котел, тільки площа обігріву парою набагато більша ніж в попереднього. Задля кращої коагуляції білків та підвищення біологічної стійкості пива, сусло вариться під тиском, тому окрім датчиків температури та рівня, котел оснащений ще і датчиком тиску.

Після проходження етапу охмелення, гаряче сусло подається на хмелевідбірник – вірпул. Цей чан виконаний з харчової нержавіючої сталі, у циліндричному вигляді, має мішалку, та сітчасте фальш дно, на якому й осідає хміль.

Процес варіння сусла можна вважати закінченим після охолодження його до температур 5-10 градусів по Цельсію, оскільки такі температури є оптимальним для дріжджів та не сприятливі для небажаних мікроорганізмів в пиві. В кінцевому результаті варки сусла також проводиться дослідження

сусла на місткість сухих речовин, та рівень рН в кінцевому екстракті. Це вимірювання важливе, оскільки в подальшому потрібно від нього відштовхуватись при дослідженні основного бродіння пива[3].

Наступним етапом після охолодження сусла є перекачування його в циліндрично-конічні танки для основного бродіння та внесення в нього пивних дріждів. Після цього розчин можна називати молодим пивом.

Важливим моментом в пивоварінні є зброджування дріжджами цукрів в етанол та вуглекислоту. Процеси, які протікають при зброджуванні розділяють на два етапи, основне бродіння та процес доброджування або дозрівання. Молоде пиво проходить різні стадії головного бродіння, які можливо розрізнити по зовнішньому виду бродильного середовища. Дуже важливими параметрами для режиму бродіння є температури та час. Залежності температур екстрактивності та лужності, в процесі бродіння зображені на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Залежності температури, екстрактивності та лужності, в процесі бродіння

Для управління температурним режимом під час основного бродіння в якості параметрів найбільш важливими є початкова та максимальна температура під час бродіння. В кінці етапу бродіння молоде пиво охолоджують.

Зазвичай початкова температура бродіння складає 5-6 градусів. При прискорених способах бродіння температуру підвищують. При цих процесах виділяється тепло та температура пива зростає, тому строго слідкувати за тим аби не перевищити певну верхню границю, і не погіршити якість пива. Верхньою межею є 8-9 градусів для холодного бродіння, та 10-15 для теплого.

Максимальна температура підтримується в танках впродовж 1-2х днів, при цьому важливо не допускати коливання температур. Після цього пиво повільно охолоджується до 5 – 8 градусів, але не більше ніж 1 градус в день, оскільки пивні дріжджі чутливі до зниження температури. При процесі зброджування важливо моніторити та контролювати такі параметри як температура, та щільність. Ці два параметри залежні між собою, та змінюються в часі, коли вони досягають певного рівня – процес основного бродіння вважається завершеним.

Наступний крок – передача молодого пива в лагерне відділення для доброджування. Важливо перекачати продукт вчасно, тобто правильно визначити готовність продукту до перекачування.

Під час основного бродіння пива, важливо слідкувати за такими параметрами як температура та густина суслу. Для технологів контроль температури проводиться лаборантами з допомогою лабораторних приладів, термометра та ареометра.

Важливо розуміти, що ці прилади не дають достатньої точності, та включають можливість людської помилки. Крім цього, вимірювання проводяться не постійно, та моніторити параметри суслу в реальному часі не можливо, як і переглядати графіки змін температури та густини. Тому потрібно розуміти, що це є основними недоліками в роботі пивоварного процесу, та що потрібно оптимізувати.

### **1.3 Висновки до першого розділу**

В цьому розділі було розглянуто історію створення пивоваріння та його основних процесів, також детально розглянуто такі етапи як підготовка сусла, та основне бродіння.

Виходячи з вище сказаного, можна зробити висновок, що необхідно вирішити наступні практичні завдання: проаналізувати вплив основних параметрів на якість пива та ефективність його виготовлення; вибрати та встановити додаткові давачі для покращеного автоматизованого контролю процесу бродіння; створити або модифікувати існуючу програму для збору даних на протязі довгого проміжку часу і запису їх в базу даних; написати програму Web-інтерфейсу для відображення сумарних даних.



## **2 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЯКІСТЬ ПИВА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ**

### **2.1 Проведення аналізу впливу основних параметрів на якість пива та ефективність його виготовлення**

Основною проблемою в ході сучасного пивоваріння є те, що на даний час технологи намагаються контролювати лише точкові параметри технологічного процесу. Якщо враховувати одночасний вплив кількох процесів, що відбуваються при бродінні, ефективність бродіння можна значно покращити. У зв'язку з цим важливо на базі аналізу технологічних параметрів протягом тривалого часу провести аналіз процесів бродіння з метою його оптимізації. Внаслідок оптимізації системи управління було проведено системно-структурний аналіз процесів бродіння з метою визначення рівнів факторів, сили їх впливу та оптимізувати модель.

Ефективно керувати ходом створення пива можливо із застосуванням математичного апарату для динамічно змінних процесів, які засновані на теорії нерівноважної термодинаміки. Зокрема доцільним є застосування нелінійних статистичних моделей.

Самим цікавим з наукової точки зору при аналізі є процес бродіння, оскільки в більшості від нього залежить якість виготовленого напою. Складність такого процесу в тому, що він має складним біохімічний механізм, а також багато масообмінних процесів, оскільки в бродильному чані присутня поверхня поділу твердої та рідкої фази. У зв'язку з цим застосування статистичних моделей, які працюють по методу найменших квадратів є ефективною[7].

У роботі було використано запропоновані в літературі підходи щодо аналізу технологічного процесу на пивзаводі «Опілля»[7].

Було побудовано параметричну модель, в якій вплив на її зміну створюють вміст цукру, зміна біомаси та вміст етилового спирту.

В результаті внесення вимірних даних було отримано графіки зміни вмісту різних видів компонентів у пивному суслі, які приведено на рисунку 2.1.

$$x_a + x_{вз} = const = 0.44x_0 \quad (2.1)$$

$$\frac{dx_a}{dt} = 0.0589(0.44x_0 - x_a) \quad (2.2)$$

$$\frac{dx_a}{dt} = -x_a = -0.0589x_{вз} \quad (2.3)$$

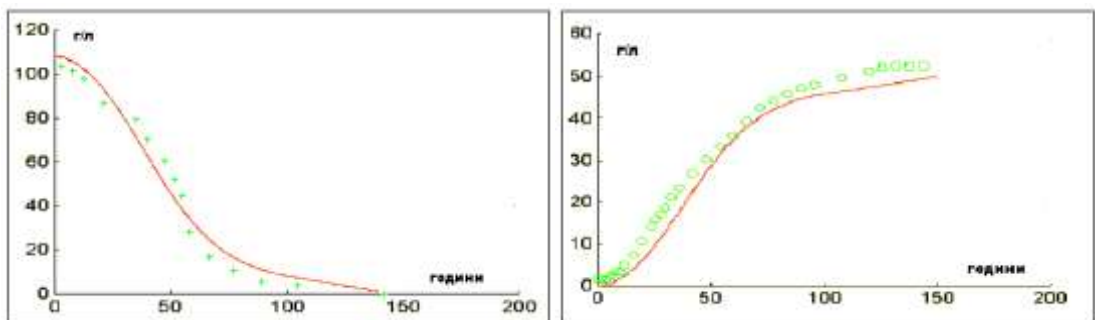
$$\frac{dx_a}{dt} = \mu_x x_a - 0.0059x_a + \mu_L x_{вз} \quad (2.4)$$

$$\frac{dx_{oc}}{dt} = 0.1998x_M \mu_x = \frac{0.0116s}{0.5s_0 + e} \quad (2.5)$$

$$\frac{ds}{dt} = \mu_s x_a \frac{de}{dt} = \mu_a f x_a \quad (2.6)$$

$$1 - \frac{e}{0.6s_0}; \mu_s = \frac{0.4673s}{k_s}; \mu_a = \frac{0.3003s}{3.2092 + s} \quad (2.5)$$

В даних рівняннях  $x_0$  – концентрація біомаси в початковий момент часу, г/л;  $x_{вз}$  – вміст зваженої загальної біомаси, г/л;  $x_a$  – вміст загальної біомаси, яка є активною, г/л;  $x_M$  – загальний вміст біомаси, яка є мертвою, г/л;  $x_{oc}$  – вміст осадженої біомаси, г/л;  $s_0$  – вміст цукру в початковий момент, г/л;  $s$  – вміст цукру в процесі бродіння, г/л;  $e$  – вміст етанолу, г/л.



а)

б)

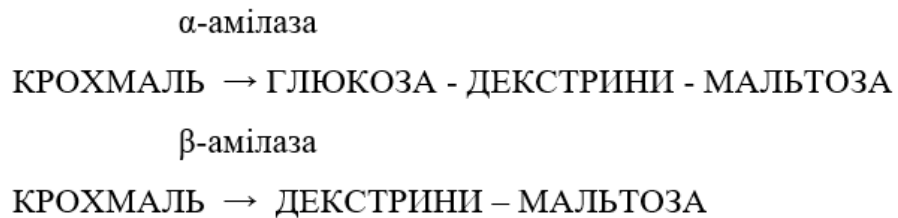
Рисунок. 2.1 – Залежність зміни компонентів у пивному суслі з пробігом часу: а) вміст цукру; б) вміст етанолу.

В подальшому було проаналізовано літературні джерела для пошуку методів аналізу статистичних показників з ціллю отримання макетів, що дозволяють моделювати кінетику росту пивних дріжджів. Вони складають основу всього моделювання та обґрунтовують всю складність біохімічних процесів і клітинах дріжджів при їх змінній кількості та вмісті. Модель має різний тип складності в залежності від того, який рівень захоплення в аналіз факторів і ступеня глибинності аналізу факторів.

Аналізуючи різні літературні джерела можна стверджувати, що побудова загальної моделі кінетики бродіння з врахуванням усіх факторів занадто складна та об'ємна у використанні, тому що гідродинамічний стан та масопередача при бродінні у широких межах впливають на процес зміни популяції дріжджів. Це також приводить до одночасної зміни ферментів їх концентрації, що суттєва впливає на кінетику процесу[7].

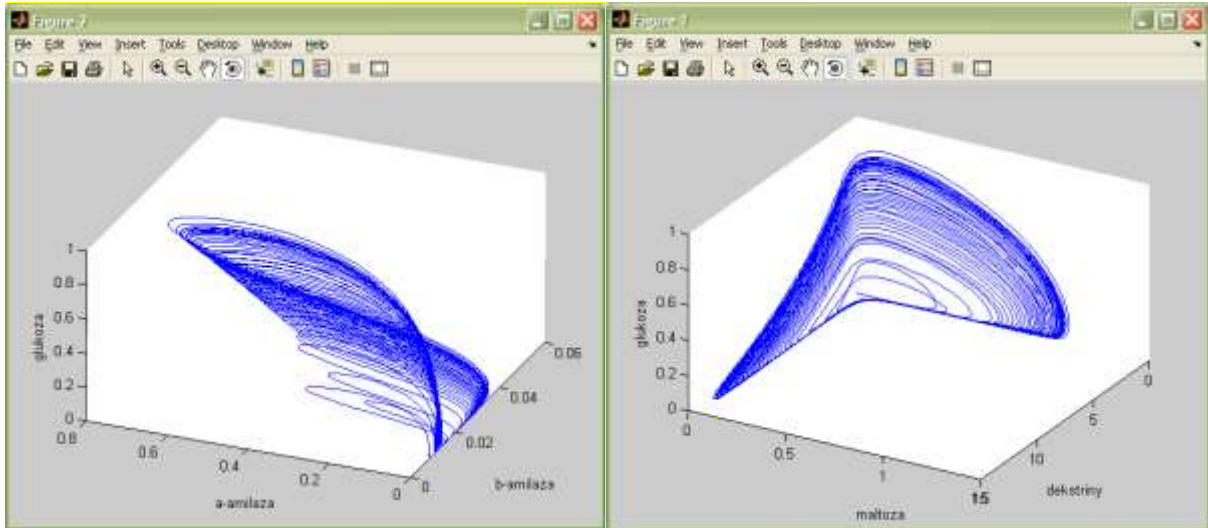
Результати моделювання процесів ферментації приведені на рисунку 2.2, 2.3, 2.4.

Загальна кінетична модель нелінійного типу приведена нижче:



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dG_k}{d\tau} = 0,01 - 0,4 \frac{F_\beta}{1 + F_\beta} \cdot \frac{G_k}{1 + G_k + D} \\ \frac{dD}{d\tau} = \frac{F_\alpha}{0,09 + F_\alpha} \cdot \frac{G_k}{1 + G_k + D} - 2 \frac{F_\beta}{0,6 + F_\beta} \cdot \frac{D}{0,1 + D + D_m} \\ \frac{dD_m}{d\tau} = 4 \frac{F_\beta}{0,6 + F_\beta} \cdot \frac{G_k}{0,1 + G_k + D_m} - 4 \frac{D \cdot D_m}{1 + D_m + D} \\ \frac{dF_\beta}{d\tau} = E_0 \frac{G_k}{1 + G_k} \cdot \frac{0,05X}{0,05 + D + D_m} - 0,004F_\beta \\ \frac{dF_\alpha}{d\tau} = E_{01} \frac{D}{1 + D} \cdot \frac{0,1X}{0,1 + D + D_m} - 0,2F_\alpha \\ \frac{dX}{d\tau} = 2,3 \frac{X \cdot D_m}{1 + D_m + X} - 0,3X \end{array} \right. \quad (2.6)$$

тут  $G_k$  – вміст крохмалю у суслі;  $D$  – вміст мальтодекстрину;  $D_m$  – вміст мальтози;  $F_\alpha$  – вміст  $\alpha$ -амілази;  $F_\beta$  – вміст  $\beta$ -амілази;  $X$  – вміст глюкози;  $E_0$  – ступінь активності  $\beta$ -амілази;  $E_{01}$  – ступінь активності  $\alpha$ -амілази.



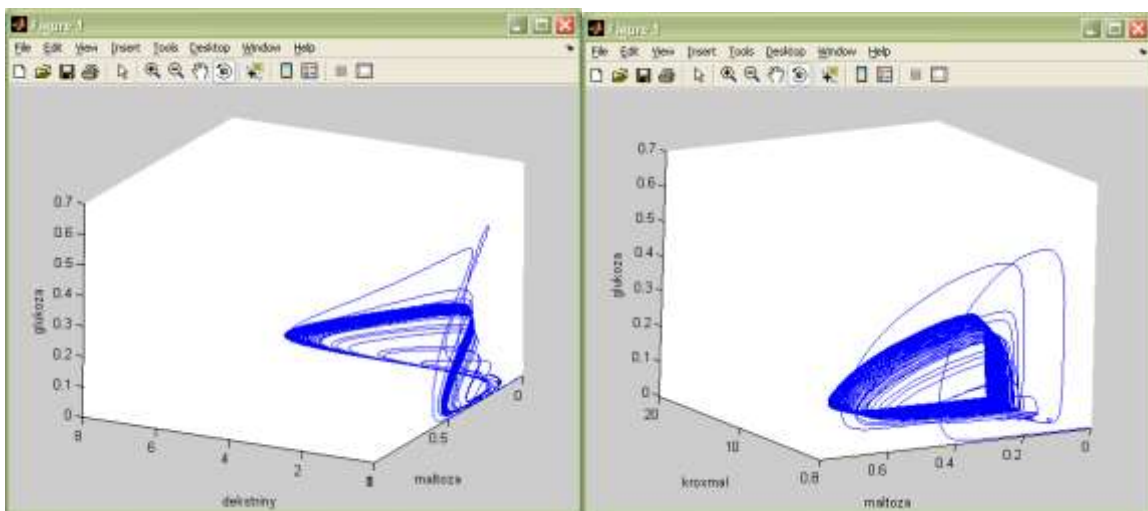
а)

б)

Рисунок 2.2 – Поверхні процесу бродіння при концентрації ферментів

$$E_{01}=11,0:$$

а) в  $F_\beta - F_\alpha - X$  координатах; б) в  $D - D_m - X$  координатах.



а)

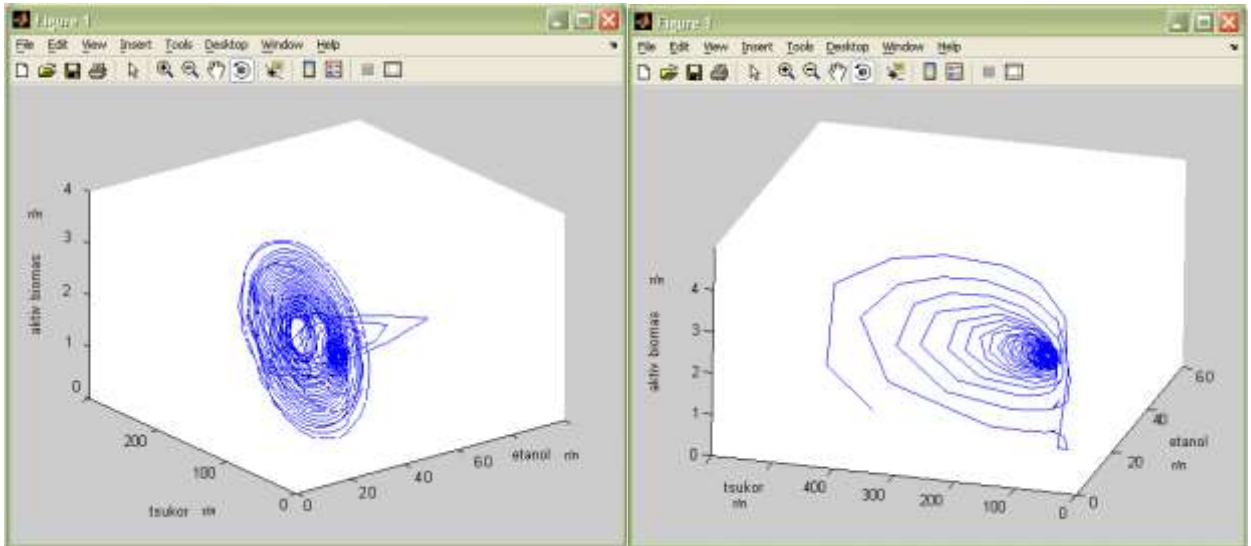
б)

Рисунок 2.3 – Поверхні в процесі бродіння при концентрації ензимів

$$E_{01}=5,0:$$

а) в  $D - D_m - X$  координатах, б) в  $D_m - G_k - X$  координатах.

Слід відмітити, що процес зброджування є складним і широкого вжитку такі поверхні не мають, однак при математично статистичній обробці дозволяють знайти досить дієві емпіричні залежності від кількох факторів. Якість процесу бродиння в значній мірі залежить від штампу дріжджів, типу солоду, приготовленого сусла, води.



а)

б)

Рисунок 2.4 – Поверхні загального процесу бродиння:

а)  $x_0=0,50$ ; б)  $s_0=0.0135$ .

Системно проаналізувати усі ці фактори дуже важко. У зв'язку з цим набагато краще проводити стандартний процес бродиння на нових компонентах і після цього на основі отриманих даних оптимізувати процес. Це найбільш ефективний спосіб, який за рахунок застосування стандартних методик захищає виробника від так званих помилок з мінімальними втратами. Головним недоліком є те, що перша партія випускається неоптимізованою.

Внаслідок системного статистичного аналізу отримуються наступні практичні співвідношення для заданих температур та параметрів, які можуть практично використовувати технологи. Параметри знайдені за методом найменших квадратів.

$$E_{01}=0,0018^4 + 0,0585\tau^3 - 0,6396\tau^2 + 3,4813\tau + 0,0447, \quad (2.7)$$

$$E_0=0,0152\tau^4 + 0,4151\tau^3 - 4,1462\tau^2 + 19,184\tau - 0,2796, \quad (2.8)$$

де  $\tau$  – час гідролізу.

У загальному вказаний процес проводиться в кілька етапів, що дозволяє встановити різні прояви поведінки об'єктів у технологічному процесі гідролізу. Зокрема було встановлено коефіцієнти активності амілаз, явища утворення структур дисипативного типу, самоорганізації, що дало змогу виділити значущі та впливові зони для процесу керування основними процесами при бродінні.

Етапи аналізу були наступні:

1. Етап попередньої обробки, статистичного аналізу, візуалізації часових змін параметрів.
2. Визначення спеціальних параметрів, що є визначальними при встановленні типу динаміки.
3. Побудовування прогностичних кривих та залежностей за рахунок пошуку подібних траєкторій і предикторів.

В подальшому обчислювались метричні коефіцієнти. Цей етап включає в себе такі кроки:

- оцінка кореляційної розмірності D;
- оцінка K-ентропії Колмогорова;
- оцінка показника Херста H, що зображено на рисунку

2.8.

Часовий ряд дослідних даних  $\{s_k\}_{k=0}^{M-1}$  було визначено з кроком за часом, що залежить від часу опитування давача в певний момент часу  $\Delta t$ , час  $t=k \cdot \Delta t$ .

По поверхнях видно, що якщо траєкторія проходить всередині неї, то процес характеризується стаціонарним режимом. При цьому будується послідовність:

$$x_k = (s_k, s_{k+\tau}, \dots, s_{k(n-1)\tau}), \quad (2.9)$$

тут  $k = \overline{0, m-1}$ ,  $m = M - (n-1)\tau$ ,  $M$  – множина точок, які характеризують процес,  $\tau$  – затримка,  $n$ - розмірність. Модель фазної траєкторії модифікованої поверхні зображено на рисунку 2.5.

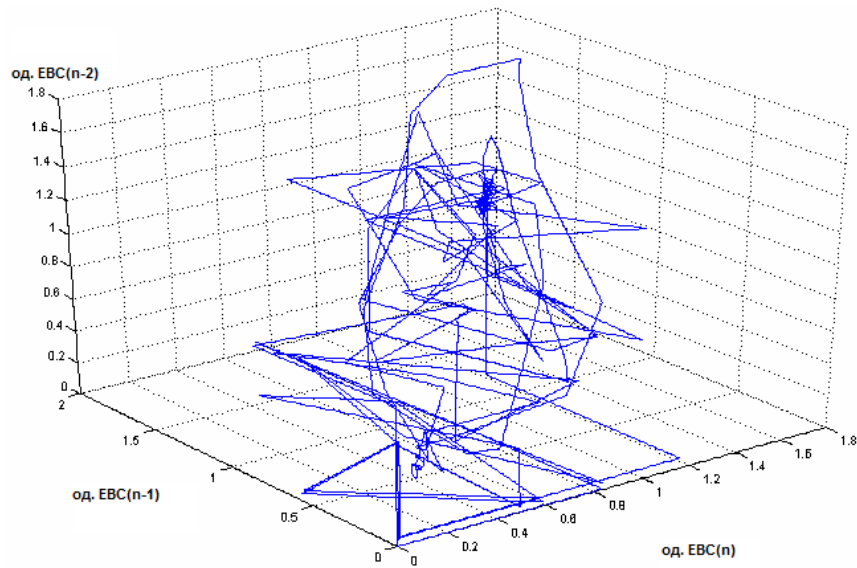


Рисунок 2.5 – Фазна траєкторія модифікованої поверхні: просторова зміна мутності початкового суслу.

Часову затримку  $\tau$  було обрано з точки зору забезпечення мінімуму кореляції між  $s_k$  та  $s_{k+1}$ , для цього необхідно обчислювати автокореляцію:

$$B(\tau) = \frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m-1} (s_k - \bar{s})(s_{k+\tau} - \bar{s}) \quad (2.10)$$

$$m = M - \tau.$$

Число точок  $M$ :

$$M \geq M_{\min} = 10^{2+0,4D}, \quad (2.11)$$

тут  $D$  - це розмірність траєкторії.

На наступному етапі необхідно було розрахувати кореляційний інтеграл  $C(r)$ :

$$C(r) = \frac{1}{m(m-1)/2} \sum_{i=0}^{m-2} \sum_{j=i+1}^{m-1} \Theta(r - \rho(x_i, x_j)), \quad (2.13)$$

тут,  $\Theta$  – функція Хевісайда;  $\rho$  – відстань в  $n$ -вимірному просторі;  $m$  – число точок на траєкторії.

При виконанні умови  $C(r) \approx r^D$ , то  $D$  знаходять як кореляційну розмірність траєкторії (формула 2.14), рисунок 2.6.

$$\ln C(r) \approx D \ln r. \quad (2.14)$$

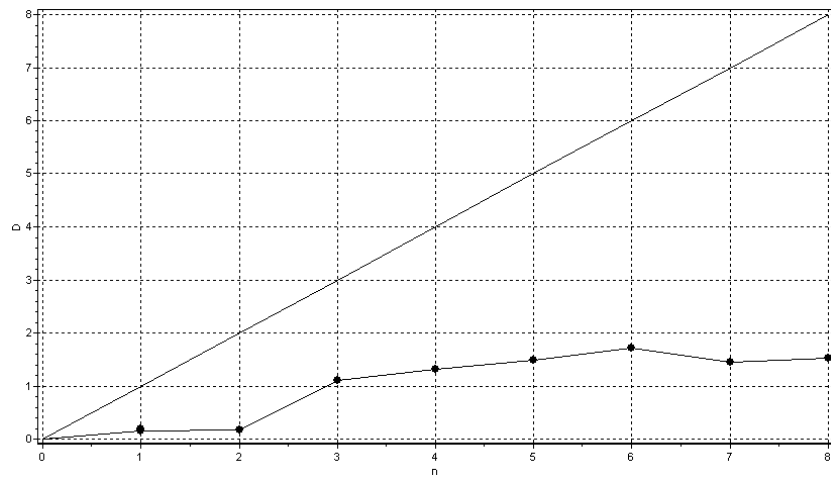


Рисунок 2.6 – Графік для температури варіння сула  $D_2=1,711$

Було також розраховано кореляційну (фрактальну) розмірність атракторів  $D_2$ .

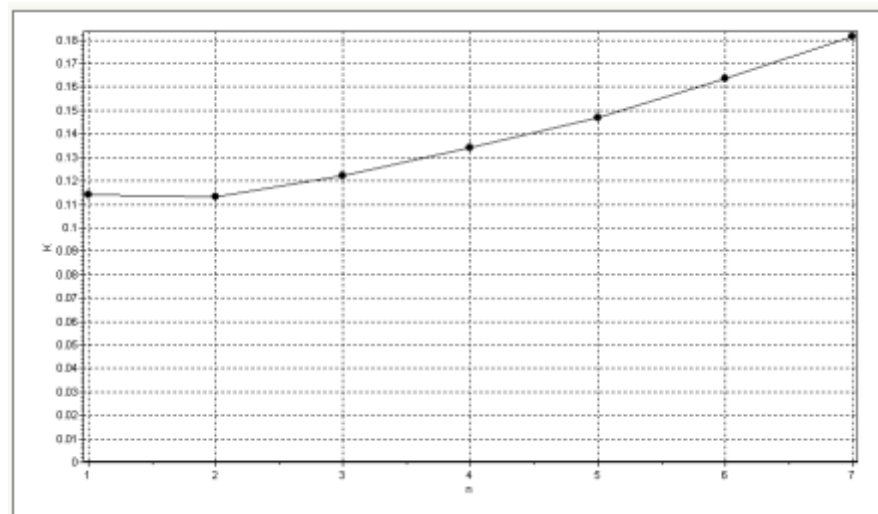


Рисунок 2.7 – Графік ентропії для температури варіння сула

$$K_2=0,112.$$

Наступним кроком досліджень є знаходження кореляційної ентропії.

Кореляційна ентропія  $K$  знаходиться як інтеграл кореляції (2.15). При цьому припускається[9]:

$$C(r, n) \approx r^D \exp(-nK). \quad (2.14)$$



Отже,

$$K(r, n) = \ln \frac{C(r, n)}{C(r, n+1)} . \quad (2.15)$$

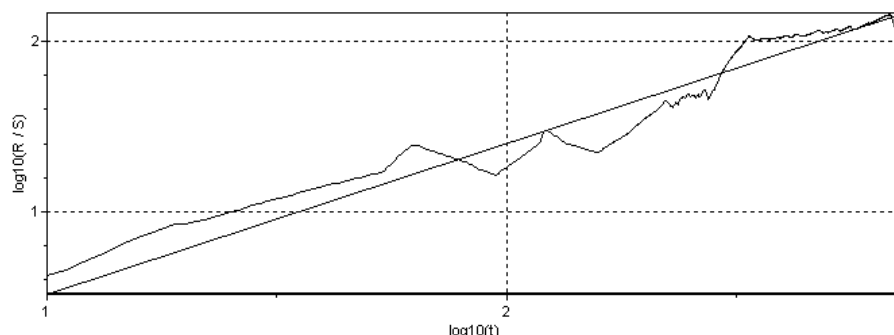


Рисунок 2.8 – Крива Херста для мутності сусла (H=0,6813).

Отже, оцінки, що ми отримуємо, дають нам характеристику технологічних параметрів, до досліджувались. Крива Херста, обчислювалась, як частка від відношення розмаху та його середньоквадратичного відхилення, в певний період часу. Отриманий показник температури варіння сусла, зображений на рисунку. 2.8.

Таблиця 2.1 – Параметри, які здійснюють найбільший вплив на процес пивоваріння

Умовне позначення	Назва
A1	Величина прозорості сусла
A2	Величина зброджування
A3	величина фільтрації пива та сусла
A4	Вміст води в солоді
A5	Сила екстракції та вміст ферментів в солоді та суслі
A6	Якість помелу

Проведений графічний тест Гілмора на мутність сусла, що зображено на рисунку 9.

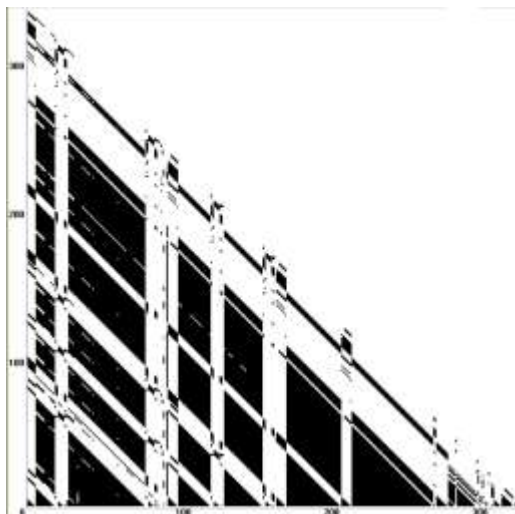


Рисунок 2.9 – Результат графічного тесту Гілмора (мутність сусла).

В результаті проведених аналізів було виділено фактори, які значним чином впливають на процес виробництва пива.

У процесі пивоваріння необхідно контролювати дуже багато факторів. оскільки сам процес включає в себе тверду та рідку фазу. Тому необхідно визначити параметри які головними та другорядними. У таблиці 2.2 наведені нижче параметри які на нашу думку необхідно контролювати опертору для забезпечення покращено процесу.

Таблиця 2.2 – Регульовані та контрольовані фактори в процесі бродіння

Позначення	Зміст
П1	Витрата несолодової сировини
П2	Витрата затору
П3	Витрата води
П4	Витрата солоду

Продовження таблиці 2.2

П5	Витрата дріжджів
П6	Витрата нефільтрованого пива
П7	Витрата сусла
П8	Витрата пари
П9	Витрата готового пива

Структура системи автоматизації зображена на рисунку 2.10. Вона складається з центрального блоку, основними елементами якого є блок логічних висновків, база сценаріїв та база знань. Він надсилає інформацію про процес бродіння в блок оптимізації та моделювання.

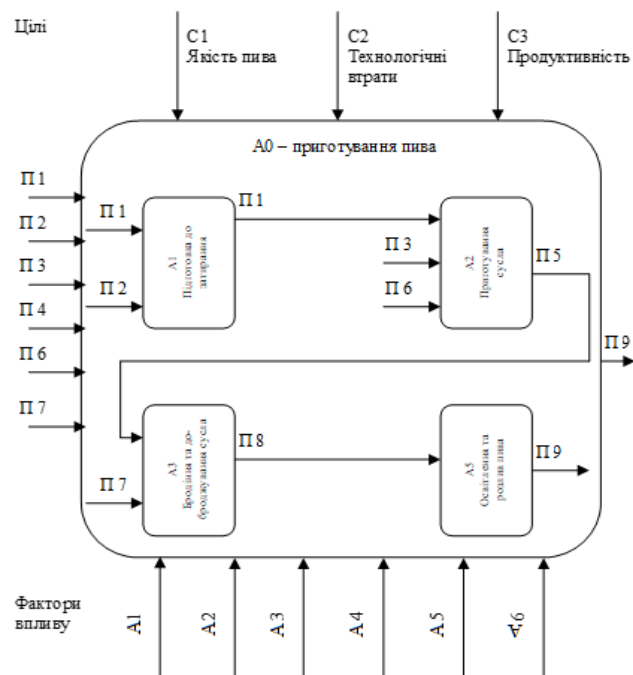


Рисунок 2.10 – Алгоритм керування процесами приготування пива.

Ці всі процеси відбуваються в системі SCADA, зображено на рисунку 2.11, яка записує покази датчиків в базу даних, а також виводить їх на табло оператора. Якщо певний параметр перевищує критичні норми, то

аналізатором ситуацій генерується тривога, на основі якої блок вибору сценарію управління генерує керуючу дію, яка після оптимізації видає сигнали на об'єкт керування (в нашому випадку ЦКТ).



Рисунок 2.11 – Структура системи виготовлення пива

Для реалізації цієї системи, потрібне програмне забезпечення, являє собою SCADA-систему. Як бачимо, обрана система комутує в собі дані від нижніх рівнів, та дозволяє їх вивести оператору. Завдяки цьому досягається найкраща взаємодія між компонентами інформаційної системи, в зв'язку з чим суттєво покращується продуктивність роботи.

## 2.2 Висновки до другого розділу

В ході роботи над другим розділом було проаналізовано основні фактори, що мають вплив на процес бродіння, досліджено вхідні параметри сусла. Було побудовано параметричну модель, в якій вплив на її зміну створюють вміст цукру, зміна біомаси та вміст етилового спирту. Проведений графічний тест Гілмора та побудована крива Херста на мутність сусла. Також побудований основний алгоритм та структура системи автоматизації процесу збродження.

## **3 СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТА ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ ЇЇ ОПТИМІЗАЦІЇ**

### **3.1 Вибір та встановлення додаткових датчиків для покращення збору та аналізу даних процесу бродіння**

При бродінні, технолог не бачить, що відбувається всередині циліндроконічного танка. Тому потрібно застосувати прилади з допомогою яких можна дослідити та регулювати внутрішні процеси. До таких приладів відносяться :

- датчики температури;
- датчики рівня;
- датчики тиску;
- датчики густини пивного суслу – рефрактометри.

Для стадії бродіння та глибокого охолодження потрібно точно дотримуватись заданого температурного режиму, і як наслідок, точної фіксації температури. Показники повинні триматись в межах 9-10 градусів, при меншій температурі процеси протікатимуть надто повільно, що призведе до небажаних результатів у вигляді нетипового та смаку в кінцевому продукті. При температурі вище 11 градусів Цельсія, спостерігається ріст мікробіології, що приведе до втрат на виробництві.

Під час проходження процесів бродіння в танку появляються значні турбулентні потоки та зв'язані з ними температурні коливання, тому нижній та верхні третині танку встановлюються датчики температури.

Дуже важливий контроль рівня в циліндроконічному танку, який здійснюється з допомогою датчиків рівня. Кожен танк обладнаний датчиком нижнього та верхнього рівня, які запобігають від перенаповненні, або ж спрацьовується при викачуванні молодого пива з танку. Якщо закачування не зупиниться при максимально допустимому рівня, то в танку не залишиться вільного місця для підйому завитків в суслі[10]. В результаті піна

виходитиме через арматуру куполу ЦКТ та вертикальний трубопровід та забруднить всю установку. Водночас, якщо з танку сусло буде повністю викачане, за ним буде втягуватись повітря, що нанесе шкоди пиву. Датчик нижнього рівня важливий також і для мийки[12].



Рисунок 3.1 – Циліндроконічний танк(ЦКТ)

Під час бродіння під тиском, чи доброджуванні необхідно відслідковувати тиск в танку, оскільки він або не повинен зростати, або повинен зростати поступово. Від перевищення захищає запобіжний клапан.

Під час вибору контролера потрібно керуватися наступними факторами:

- Умови експлуатації – степінь захисту контролера повинна бути не менше ніж IP54;
- Комунікаційні можливості – можливість зв'язку як і з датчиками так і з комп'ютером операторів;

- Характеристики модулів вводу-виводу. Для нашого технологічного процесу потрібно підключати датчики як і дискретні так і аналогові(4-20мА);

- Характеристика процесора – потрібно сучасний процесор з високою частотою та малим часом обробки операцій;

- Температура експлуатації від 5°C до 55°C;

- Наявність в контролері таймерів реального часу.

Під час порівняння контролерів, що підходять по параметрах, таких виробників як: Siemens, Hitachi, Emerson, Phoenix Contact, Advantech, Honeywell, зупинимо вибір на Siemens S7-300. Окрім великої кількості позитивних відгуків в мережі, та високу надійність, цей пристрій набув широкого використання на підприємстві «ТОВ «Пивоварня Опілля».

SIMATIC S7-300, та його модифікації, це – модульні програмовані контролери, що призначені для створення систем автоматизації дуже різних ступенів складності[11].

Його, скажемо так, універсальність в тому що, можна використовувати дещо різні типи центрального процесора, що має різні параметри, та різні додаткові модулі, що призначені конкретно під якусь задачу, це такі як дискретні та аналогові сигнали, функціональні модулі комунікаційних процесорів[11].

Розглянемо частини контролера, що потрібні для нашого технологічного процесу. Зважаючи на те якого ступеня складності завдання будуть виконуватись, в контролерах використовують досить несхожі типи центрального процесору, вони відрізняються дещо по продуктивності, можливостями, кількістю та типах центральних процесорів, кількістю, або ж взагалі відсутності вмонтованих входів-виходів та спеціальних функцій.

Для нашого процесу управління оптимальним є процесор CPU 315 PN DP, на рисунку 3.2, що призначений для застосування у системах з швидкісною обробкою даних та управління середнього ступеня складності.

Блок харчування, PS 307, є модульним, та досить універсальним, він забезпечує можливість живлення контролера від мережі змінного струму – 120 / 230В та постійного струму – 24/48/60 / 110В[14].



Рисунок 3.2 – Процесор CPU 315-2

Модуль інтерфейсів ET-200 SP, – універсальна модульна станція для систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO зі швидкістю обміну даними 100 Мбіт/с. Багатофункціональна станція ET200SP являється модульною конструкцією і орієнтована на застосування в системах розподіленого вводу та виводу даних різного призначення. Модульна конструкція дозволяє адаптувати станцію до вимог вирішуваних завдань в відмінних галузях виробництва у промисловості[16].

Для нашого технологічного процесу необхідно використовувати наступні блоки вводу-виводу[17]:

- Карта дискретних входів x16 1шт;
- Карта дискретних виходів x16 1шт;
- Карта аналогових входів x4 2 шт;
- Карта аналогових виходів x4 2 шт.



Кількість вказана з розрахунком резерву для можливості ймовірних додаткових підключень. Базові блоки зображені на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Базові блоки вводу виводу сигналів

При виборі датчиків, для системи автоматизації контролю та регулювання керуємось наступними параметрами:

- Діапазоном та точністю вимірювання контрольованих параметрів;
- Умовами роботи.

Під час вибору виконавчих та регулюючих вузлів потрібно врахувати ряд вимог. Вибір залежить від :

- типу регулюючого пристрою;
- величини зусилля;
- оперативність роботи;
- параметрів регулювання;
- умови експлуатації.

Датчик рівня - первинний польовий прилад в системах автоматизації. Існує безліч датчиків рівня, що вимірюють різні фізичні величини. Спочатку за часів становлення промислової автоматики найбільш доступним була сигналізація рівня рідин.

Датчики рівня для відмінних речовин розділяться на датчики рівня для рідини і датчики рівня для сипучих матеріалів. За своїми функціональними

можливостями бувають сигналізатори рівня і рівневимірювачі або перетворювачі рівня, що здійснюють безперервний моніторинг за рівнем.

Для роботи в різних середовищах використовують контактні і безконтактні типи давачів. У відповідності до будови корпусу і методу проведення вимірювань, вимірювачі можуть встановлюватися безпосередньо в корпус чанів чи трубопроводів, або ж монтуватися безпосередньо над самим об'єктом вимірювання[19].

З розвитком нових технологій, давач, з найпростішої будови тригера або ж рівня сигналізатора провідності рідини переріс у прилад, що оснащений вбудованим мікропроцесором, що може виконувати наступні функції:

- вимір рівня рідин і сипучих речовин онлайн;
- сигналізація рівнів;
- вимірювання об'єму рідини або сипучих речовин в місцях зберігання складної геометричної форми;
- виконує функції витратоміра;
- зберігання та обробка накопичених даних результатів вимірювання.

Давачі рівня застосовуються у всіх галузях промислового виробництва, що працюють з рідкими, сипучими, та іншими матеріалами.

Різні види датчиків розраховані на роботу в різних умовах зовнішнього середовища та з різним вимірюваним продуктом ,в різних промислових галузях. На сьогоднішній день спектр використовуваних фізичних принципів доволі широкий, тому сьогодні існує безліч видів приладів визначення рівня загального призначення, але різних за принципом роботи, що дозволяє підібрати під кожну конкретну задачу, найкраще вирішення.

Зважаючи на вищесказане, для контролю рівня в ЦКТ використовуватимемо прилад, ємнісного типу. Від компанії IFM Electronic, LMT 202, зображено на рисунку 3.3. Датчики цього виробника відрізняються своєю довговічністю, набором функцій, та ціною нижчою за конкурентів.

Також він повністю відповідає всім параметрам та вимогам для роботи в харчовій промисловості[20].

Обраний давач має наступні параметри:

- тип давача – цифровий;
- кількість цифрових виходів 2;
- динаміка реакції  $<0.5\text{с}$ ;
- монтажна довжина 20 мм;
- межа міцності 40 bar;
- робоча напруга 18-32DC;
- температура зовнішнього середовища  $-25-80^{\circ}\text{C}$ ;
- IO-Link.



Рисунок 3.3 – Давач рівня LMT 202

При виборі давачів температури важливо розглянути їх принцип роботи, типи, та особливості конструкції. Так як діапазони вимірювань і умови роботи досить таки можуть відрізнятися, існують різні по точності, стійкості, швидкодії та чутливого елемента. Але не зважаючи на тип температурного давача, загальний є для всіх принцип перетворення. Температура середовища перетворюється в електричний струм, що дозволяє передавати сигнал на

велику відстань, швидко отримувати та обробляти, забезпечується висока точність вимірів, та швидкість роботи. За типом дії варто виділити наступні.

Терморезистивні давачі – базуються на зміні опору струму при зміні температури середовища, основним його елементом є терморезистор.

Резистивні детектори температури – призначені для високих та надвисоких температур, вимірювальний елемент – платина, деколи вольфрам, оскільки ці метали тугоплавкі та стійкі до зміни своїх властивостей в часі. Негативною стороною цих приладів є нелінійність своїх характеристик та висока ціна[21].

Існують термістори, давачі на основі сполук оксидів металу, здатні вимірювати тільки абсолютну температуру. Їхніми недоліками є потреба в постійному калібруванні, нелінійність та відносно швидке старіння.

Використовують також напівпровідникові давачі, що чутливі до зміни переходів  $p_n$  від зміни температури. В якості чутливих елементів можуть використовуватись діоди або ж транзистори. Перевагами цих приладів є низька вартість, та точність вимірювань, також компактність.

Термоелектричні перетворювачі або ж термопари, отримали досить широке. Вони працюють за принципом термоелектричного ефекту, двох різних провідників, або ж напівпровідників Термопари є відносними датчиками, та їхня вихідна напруга залежить від умов використання та навколишнього середовища. Досить часта та велика похибка є основним із недоліків цих давачів[22].

Давачі, що реєструють випромінювання від нагрітих тіл – називаються пірометрами. Основна їхня перевага над іншими типами давачів це відсутність в потребі занурювати прилад в вимірюване середовище, але при зануренні, може вийти з ладу, або ж спотворитись виміри. Дослідивши типи давачів контролю температури обираємо термоелектричні датчики асептичного типу, спеціалізованих для роботи в харчовій промисловості, кислото-, луго-стійкий, температура роботи від  $-5$  до  $80^{\circ}\text{C}$ . За цими характеристиками є досить багато давачів, але в даному випадку, нам

підходить пристрій від Ifm Electronic. Обрано датчик TA2542, зображено на рисунку 3.4, призначений для рідких та газоподібних середовищ, з наступними характеристиками:

- діапазон вимірювань від -50 до 200°C;
- аналоговий вихід 4-20 мА;
- точність аналогового виходу  $\pm 0,1\%$ ;
- динаміка реакції  $< 0,5\text{с}$ ;
- монтажна довжина 150мм;
- межа міцності – 160 bar;
- робоча напруга 18-32DC;
- температура зовнішнього роботи -25-80°C;
- IO-Link.

Також даний перетворювач має ряд позитивних характеристик. Асептичне виконання дозволяє використовувати у харчовій промисловості, матеріал виконання сталь 316L, вихідний аналоговий сигнал можливо конфігурувати під потрібні діапазони температур, що підвищить точність, також присутні захисти від перевищення напруги, та короткого замикання[23].



Рисунок 3.4 – Температурний перетворювач TA2542

Для вимірювання значень тиску в танках обираємо датчик тиску, цього ж виробника, модель PM1607, зображено на рисунку 3.5. Аналогічний до

температурного по гігієнічних характеристиках, та основного матеріалу виконання, чутливий елемент – керамічний ємнісного типу. Призначений для в'язкого з частинками ,рідкого та газоподібного середовища. Обраний датчик має наступні характеристики:

- діапазон вимірювань від -0,05 до 1 bar;
- максимальне значення тиску
- аналоговий вихід 4-20 мА;
- точність аналогово виходу  $\pm 0,1\%$ ;
- динаміка реакції  $< 0.1\text{ms}$ ;
- межа міцності – 10 bar;
- робоча напруга 18-32DC;
- температура зовнішнього середовища  $-25-80^{\circ}\text{C}$ ;
- IO-Link.

Також, як і в попередньому датчику температури, присутні захисти від переполюсовування, перевантаження по струму та живленні. Спеціально для роботи в харчовій промисловості відсутні застійні зони рідини в давача[24].



Рисунок 3.5 – Перетворювач тиску PM1607

Одним з найважливіших параметрів контролю сусла є його щільність. Оскільки вимірювання раніше проводились ручним способом, аерометрами,

тому вирішено використати електронний аерометр – рефрактометр, зображений на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Рефрактометр

Рефрактометри – пристрої які вимірюють показник заломлення світла в середовищі, таким способом можна проводити кількісний і структурний аналізи хімічних сполук, їх ідентифікацію, визначати фізико хімічні параметри речовини[1]. В даному випадку, давачі застосовуються для визначення густини сусла, що в свою чергу характеризує степінь зброджування сусла. Тому для цих потреб обрано рефрактометр АТАГО СМ СМ-800α-Plato, що має наступні характеристики:

- Діапазон вимірювання Plato (W/W) :0.0~30.0%;
- мінімальне значення вимірювання Plato (W/W) : ±0.2%;
- аналоговий вихід від 4 до 20 mA;
- живлення 24 VDC[26].

### 3.2 Створення та модифікація програми мікроконтролера

Програмування контролера відбувається з допомогою пакету програм SIMATIC STEP 7 + TIA Portal, зображено на рисунку 3.7.

За допомогою цих програм виконується повний комплекс робіт по створенні та обслуговуванні системи автоматизацій контролерів 300 серії.

Перш за все, це діяльність зі створення програми контролера. ПЛК – це мікропроцесорний пристрій, що загалом, поставлений для управління технологічними процесами у промисловості. Основним його принцип роботи полягає у опитуванні датчиків та збиранні сигналів, опрацюванні відповідно до програми оператора з вихідними керуючими сигналами.

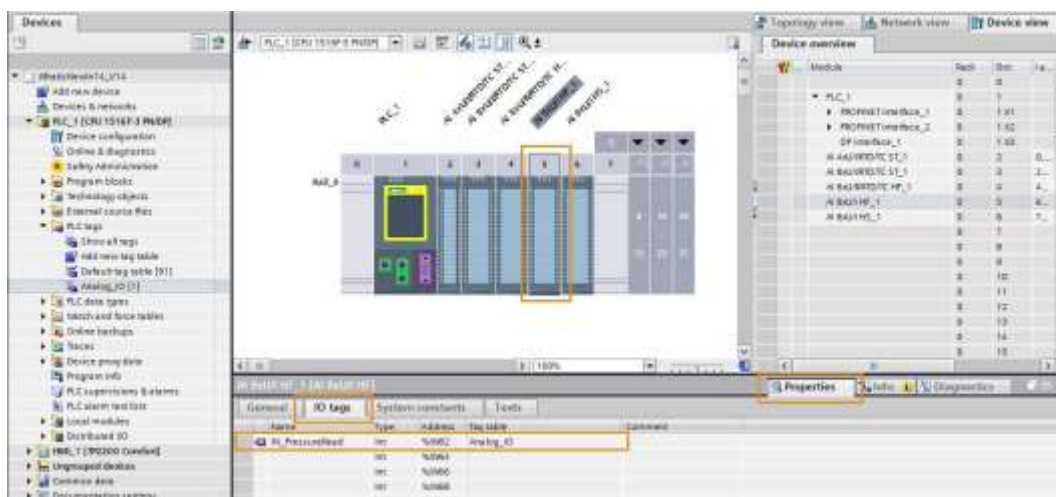


Рисунок 3.7 – Середовище розробки TIA Portal

Будь яку роботу з проектом проводиться в програмі STEP 7 - SIMATIC Manager. Він дозволяє повністю сконфігурувати ПЛК, їхні мережі та з'єднання (NetPro, HWConfig). Під час налаштування середовища, вказується використовуване обладнання, включаючи до номерів моделей та версій плат обладнань, розбиття на модулі, типи підключення, використовувані мережі, також налаштування системи вводу виводу сигналів. Система проводить перевірку правильності конфігурування, використання та підключення компонентів, в разі будь якої помилки чи не співання видається інформація



про помилку. Конфігурування завершується етапом завантаження обраної конфігурації в контролер, що можна вважати налаштуванням обладнання. Завдяки можливостям програми можна виявити зроблені помилки під час конфігурування, або ж і неправильність підключення та монтажу пристроїв.

Створення програми проходить у редакторі, який підтримує наступні мови програмування. Також їх поверхневе порівняння зображено на рисунку 3.8:

- FBD - мова функціональних блокових діаграм;
- LAD - мова релейно-контактної логіки;
- STL - мова списку інструкцій.

Окрім трьох основних мов програмування існують й додаткові, але вони не включені в стандартний набір програми:

- SCL – структурована мова, синтаксис наближений до мови програмування C;
- GRAPH 7 - мова керування послідовністю тех.процесів;
- HiGraph 7 - мова керування на основі станів графу системи;
- CFC – мова діаграм станів.

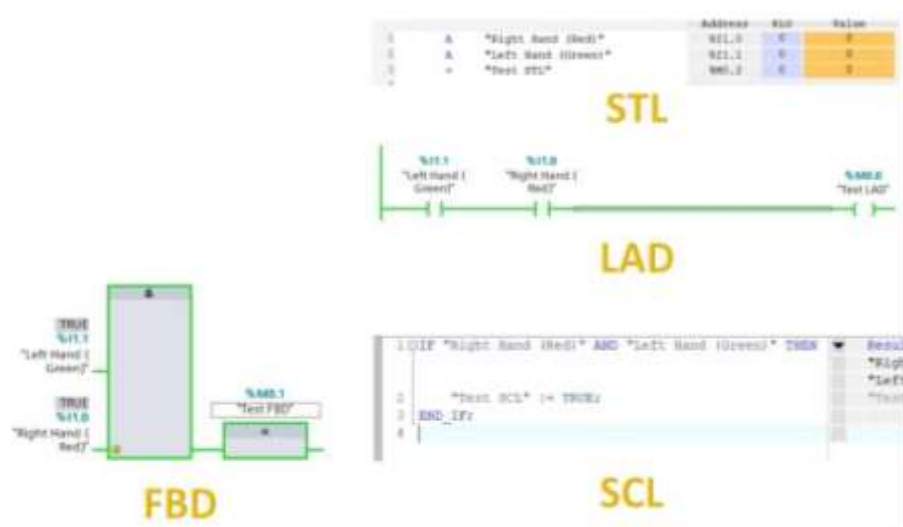


Рисунок 3.8 – Порівняння мов програмування

Онлайн режим програми дозволяє зробити відлагоджування ПЗ, а й пошук несправностей та помилок у підключеному апаратному обладнанні,

незалежно від обраної мови програмування. У STEP 7 можливо створювати проекти що містять людино-машинний інтерфейс, такі як панелі операторів. Вони використовують для програмування програмні засоби ProTool, для старих версій панельних ПК або WinCC Flexible, або ж WinCC. Інтегрування проектів для НМІ в проект STEP 7 спрощено завдяки автоматичному пов'язанні проектів для контролера та оператора, пришвидшує програмування та дозволяє уникнути помилок що пов'язані з використанням декількох різних програм[28].

Також, обираємо ПК для оператора. Пульт керування знаходитиметься в приміщенні операторів, оскільки комунікаційні можливості контролера дозволяють розмістити не безпосередньо у бродильному відділенні. Завдяки цій характеристиці, зникає потреба в придбанні спеціалізованого ПК промислового зразка з захистом від пилу та води та вібрацій, але потрібно все ж таки зважати на характеристики центрального та відео процесорів.

Серед великого вибору ПК, зупинимо вибір для пульта керування операторів - технологів бродіння пива на Dell OptiPlex 3060 MFF[29]. Головною перевагою над конкурентами є відношення ціни та якості. Станція оснащена процесором восьмого покоління Intel i3. Нові 4 ядра з тактовою частотою 3,1GHz та 4 потоки з легкістю розподілятимуть та виконуватимуть поставлені до нього вимоги та задачі, при цьому без особливого нагрівання, оскільки розсіювана теплова потужність процесора розрахована в межах 35 Вт. Швидкодія ПК забезпечується швидкісною DDR4-2666 МГц Оперативною пам'яттю, об'ємом 8Гб[30].

Інтегрований відеочіп Intel UHD Graphics 630 працює на частоті до 1150 МГц. Відеоадаптер містить 24 універсальні процесори, що досить багато як для інтегрованого рішення. UHD 630 не комплектується власною відео пам'яттю, тому чіп використовує наявну на ПК оперативну пам'ять. Об'єм відео пам'яті залежить від кількості встановленої ОЗУ та налаштувань BIOS або UEFI. Підтримуються наступні розширення екранів HD, FullHD, QuadHD, 3D[31].

Інтерфейс системи, та програмних засобів реалізується з допомогою рідкокристалічного монітору HP Compaq LE171. Ці пристрої високонадійні та якісні в своїй ніші, видають якісне зображення, оптимальне за яркістю та контрастом для людського зору. Присутня корекція кольорів та велика кількість налаштувань яркості й кольорової гами[32]. Розширення екрану HD, що оптимально для роботи в програмі Simatic S7.

Підключення в мережу контролера відбувається з допомогою мережевої карти через порт LAN. Також зберігання даних відбувається з допомогою твердотілого накопичувача 128Гб. Варто передбачати можливі перебої в роботі електромережі, тому реалізується резервне живлення для ПК на основі імпульсного блока живлення APC Back-UPS 650VA[33]. Використання цього безперебійника підвищить рівень надійності контролю системи.

Наступним кроком є створення програм на базі обраного програмного та апаратного забезпечення. Перед процесом програмування, потрібно виконати конфігурування контролера, тобто правильно виконати налаштування обраного апаратного забезпечення, що виконується у програмі Simatic S7 Manager, зображено на рисунку 3.9.

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2	CPU 315-2 PN/DP	6ES7 315-2EH14-0AB0	V3.2				
X1	MPI/DP				2047		
X2	PS 307 5A				2046		
X2 P1 R	Port 1				2045		
X2 P2 R	Port 2				2044		
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Рисунок 3.9 - Інтерфейси та з'єднання контролера

При цьому вказуються всі компоненти, та зв'язки, з якими спілкується контролер. Проведено налаштування інтерфейсів контролера.

Після цього потрібно ретельно встановити всі з'єднання та ввести параметри інтерфейсного модуля, та вводи вводу виводу, включаючи їх серію модель та номер версії, оскільки при будь якій помилці пристрої не працюватимуть, показано на рисунку 3.8.

Slot	Module	Order number	I Address	Q Address	Diagnostic Address	Comment	Access
0	IM155-6PN-ST-V4.1-1	6ES7 155-6AU01-0BNO			1960*		Full
X1	FN-IO				1959*		Full
X1 F1 R	Port 1 RI45	6ES7 193-6AR00-0AA0			1968*		Full
X1 F2 R	Port 2 RI45	6ES7 193-6AR00-0AA0			1967*		Full
1	DI16 x 24VDC ST V0.0	6ES7 131-6BH01-0BA0	84.0...85.7				Full
2	DQ16 x 24VDC/0.5A ST V0~	6ES7 132-6BH01-0BA0		84.0...85.7			Full
3	A14 x U/I ST V2.0	6ES7 134-6HD01-0BA1	448...455				Full
4	A14 x U/I ST V2.0	6ES7 134-6HD01-0BA1	456...463				Full
5	A14 x U/I ST V2.0	6ES7 134-6HD01-0BA1	464...471				Full
6	Server module V1.1	6ES7 193-6PA00-0AA0			1948*		Full
7							

Рисунок 3.10 - Створення конфігурації модулів

Після виконання всіх вищесказаних операцій, переходимо до написання програм контролера. Для кожного завдання створюється свій функціональний блок та блок даних. Ці елементи відповідають за виконання кроків алгоритму програми, а блок даних зберігає потрібні дані для алгоритмів та кроку виконання. Крім того функціональний блок організовує роботу елементів системи, які беруть участь в поточному алгоритмі.

Програма написана на взаємо замінній мові програмування FBD та STL, які дозволяють використовувати велику кількість можливостей програмування контролерів даної серії та типу.

Вся програма розподілена на спеціальні блоки коду, що називаються Network. Кожен з них включає частину коду, що відповідає за конкретну категорію завдань на кожному кроці.

Також, з допомогою програми ГІА-Portal, створюємо та конфігуруємо інтерфейс роботи оператора, проводимо налаштування з'єднань, та потрібні параметри роботи.

В програмі передбачено моніторинг температури верхнього та нижнього рівня, тиску в системі та щільності молодого пива. Створене програмне забезпечення для контролю та управління повинно само

регулювати температуру вмісту танків, регулюючи охолоджуючими насосами.

Для кожного сорту пива існує свій температурний режим збродження та своя щільність кінцевого продукту основного бродіння. Для оператора створена можливість задавати температурні режими та межі щільності. А також можливість роботи в повністю автоматичному та на пів-автоматичному режимі.

В залежності від сорту продукту, система контролює й щільність з допомогою рефрактометра. При досягненні позначки у 4,5% та нижче система починає перекачування продукту у лагерне відділення для доброджування. З допомогою цього ПЗ також створено запис логів, рисунок 3.11, де збираються дані з ЦКТ про температуру сусла та його щільність.

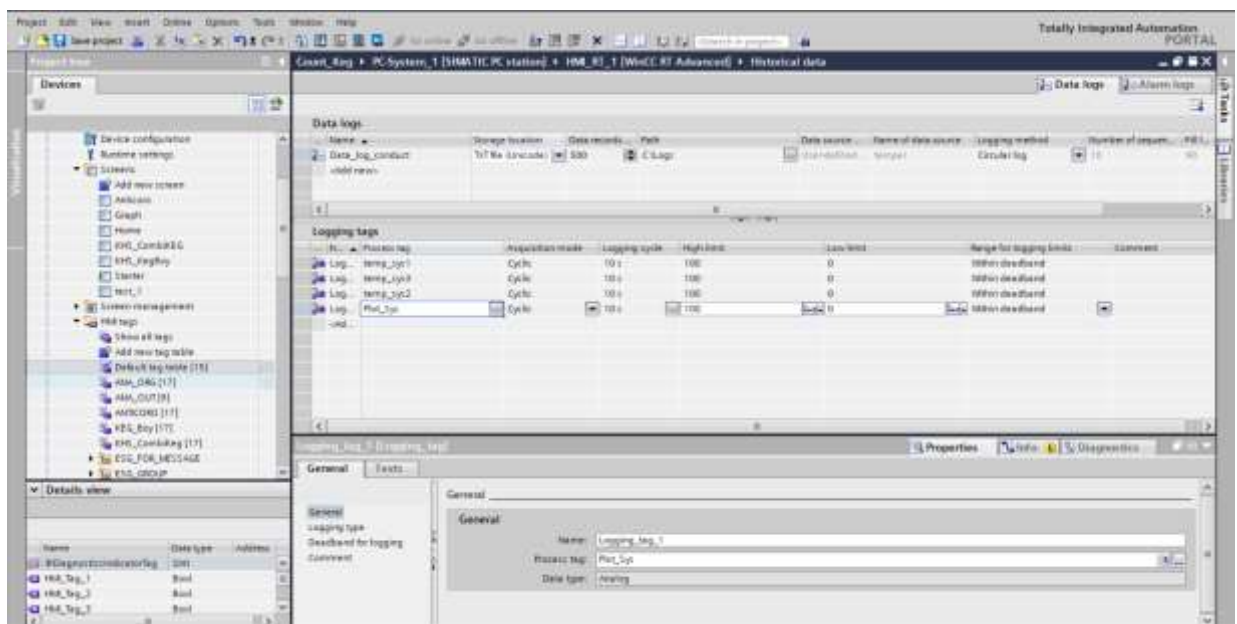


Рисунок 3.11 – Створення логів значень датчиків

Вихідні дані програма записує в спеціальний файл, файл логів у вигляді txt файлу, який згодом використовуємо для побудови графіків у веб інтерфейсі. У цих записах зберігаються дані про температуру на кожному з рівнів цкт та щільність сусла. Налаштовуємо моніторинг даних на кожні 60 хв, тобто годину, та кількість записів – 500, (див.рис. 3.11). Така кількість є

оптимальною, приблизно 21 день, оскільки це охопить весь часовий діапазон основного бродіння сусла.

### **3.3 Написання програми Web-інтерфейсу для відображення сумарних даних**

Після вдалого створення програми промислового пЛК та програми керування для оператора, та технолога виробництва виникає проблема при потребі перегляду історії значень приладів в певний час. Для вирішення цього питання, потрібно підходити комплексно, тому наступним завданням є створення веб додатку, що працюватиме у внутрішній, приватній мережі підприємства. Робочий комп'ютер оператора, налаштовано у вигляді сервера, який зберігає в собі основні дані, та логіку роботи, але всі операції над виконанням застосунку – сторінки, виконуватимуться на стороні користувача. Такий метод роботи сервера – дозволяє використовувати, слабкий комп'ютер оператора, як для сервера.

Отож коротко розглянемо використані технології. Для початку HTML та CSS.

Гіпертекстова мова розмітки, HTML – це загалом шаблонна мова програмування що виконує функції розмітки веб документів, призначені для відтворення у браузерях. Також, разом з нею працюють такі технології, як CSS, та відтворення сценаріїв на подібі JS.

Веб-браузери одержують HTML-документ з сховища локального комп'ютера або ж серверу та відтворюють їх на веб-сторінці. HTML обрисовує будову веб-сторінки та включає досить різні підказки для її вигляду.

Основними складниками інтернет сторінок, є HTML елементи. Використовуючи методи HTML, всі інтерактивні елементи, включаючи зображення вбудовуються у візуальну сторінку. HTML забезпечує побудову структури в коді веб сторінки, тому з його допомогою з легкістю можна створювати шапки, відступи, надавати посилання, переліки індекси та

інші елементи. Все вищеперераховане розмежовується тегами, які написані в кутових дужках, та можуть включати власні під теги. Завдяки тегам, браузері правильно інтерпретують веб-сторінку, не відображаючи їх самих причому[34].

Завдяки скриптовим мовам, наприклад, JavaScript, в мову розмітки також можна вмонтовувати програми. Це досить сильно може вплинути на роботу сторінки, додаючи більше нових перспектив та функцій. А завдяки CSS визначається зовнішній макет та вигляд основного наповнення.

Загалом, всі параметри за промовчанням для кожного елемента встановлюються у браузері, та вони можуть змінюватись або покращуватись з допомогою додаткового дизайнера веб-сторінок.

На даний час актуальною версією мови розмітки є HTML5, та CSS3.

HTML5 є п'ята та поточна основною версією HTML, що включає XHTML. HTML5 був вперше опублікований в січні 2008 року, та з основними оновленнями та схваленнями у вигляді рекомендацій "Рекомендація W3C" аж у жовтні 2014 року. Основним завданням оновлення, було покращення сприйняття мови розмітки для людини та комп'ютера, зберігаючи її простоту та зрозумілість, при додаванні нових функцій мультимедіа та ще багатьох функцій.

HTML5 дозволяє сумісну реалізацію різних технологій. Для складних веб-додатків, мова текстової розмітки поглиблює, модернізує та раціоналізує, просту для документів розмітку, та вводить різні інтерфейси та API. Включено багато нових синтаксичних особливостей, для мультимедіа та графічного змісту, також додалась підтримка математичних формул та масштабованої графіки [35].

API та DOM (документно об'єктна модель) в HTML5 займають основну частину специфікації, також краще проводиться обробка недійсних документів[37].

JavaScript це скриптова мова, що включає в себе прототипність ,в більшості використовується для використовується для HTML та WEB.

Найчастіше знайшла своє застосування, при розробці веб-сторінок та застосунків, що виконуються на стороні клієнта, дозволяє співпрацювати з користувачем ресурсу, керувати браузером, обмінюватись без перезавантаження даними з сервером, також, дає можливість змінювати вигляд і структуру сторінки для користувача[38].

Інтернет сторінки – не єдине місце, де використовується скриптова мова JS. Багато настільних та серверних програм її використовують. Node.js – найвідоміший з них. Деякі бази даних, наприклад MongoDB та CouchDB, також використовують JavaScript як свою мову програмування.

Окрім цього варто сказати, що ця мова знайшла своє застосування у різних напрямках програмування, та розвинула власні бібліотеки для різного застосування. Для кодування одно сторінкових застосунків, зазвичай використовуються фреймворки AngularJS та React, Node.js для створення логіки сервера. Electron бібліотека для створення десктоп застосунків ПК, а для програмування застосунків для мобільних платформ, використовується React Native або Cordova [39].

Незважаючи на схожість назв, не потрібно путати JavaScript і Java , оскільки це абсолютно різні мови, як в концепції, так і в дизайні. JavaScript був винайдений Бренданом Ейхом у 1995 році, а став стандартом ECMA-262 в 1997 році. ECMAScript – офіційна назва мови.

Проаналізувавши вище сказане, для реалізації відображення графіків у веб-браузері, доцільно використовувати бібліотеку Angular JS.

Angular.JS – фреймворк призначений для роботи з JavaScript, що створений та підтримується корпорацією Google. Він використовується для створення додатків з односторінковою структурою і дозволяє взаємодіяти з об'єктною моделлю веб документа.

Працює Angular.JS за схемою MVC, що розподіляє застосунок на три частини (модель, вид, контролер), які можна змінювати незалежно один від одного. Модель – надає інформацію і реагує на команди контролера. Вид – відповідає за правильність та коректність відображення даних з моделі,



постійно простежує будь які зміни. Контролер – використовуючи діяльність користувача, відповідно до неї сповіщає модель про потребу в оновленні [39].

Така схема дозволяє легко працювати з фреймворком, досить швидко писати код та тестувати його.

Задля покращення розширюваності та тестування додатків, код інтерфейсу, що описаний декларативним програмуванням, відокремлений від коду бізнес логіки.

Головна відмінність Angular.JS в тому, що він дозволяє вставити свій код, безпосередньо в тег HTML. Для прикладу, існує код написаний на Javascript, лістинг 3.1.

### Лістинг – 3.1 Форма введення тексту на JavaScript

```
<input type='text' id='TextInput' placeholder='Вибрати Файл'> <br>
<span id='TextSpan'></span>
<script>
    var TextInput = document.getElementById('TextInput');
    var TextSpan = document.getElementById('TextSpan');
    function TextChange() {
        TextSpan.innerText = TextInput.value;
    }
    TextInput.addEventListener('keypress', TextChange);
</script>
```

Також, однією з відмінних рис обраного фреймворку є таке як двостороннє зв'язування. З допомогою цього можна переробляти дані в одному місці при можливості зміни даних моделі в іншому. У такий спосіб, AngularJS синхронізує модель та представлення. Крім того, фреймворк здатен підтримувати такі технології як Ajax, документно об'єктну модель структури, маршрутизацію, шаблонність, анімацію і так далі. Завдяки його гнучкості, великій функціональності, він все більше і більше використовується для кодування веб-додатків, та також, на даний момент є одним з найпопулярніших скриптових фреймворків.

Приведений вище лістинг можна порівняти з кодом написаним з допомогою Angular, лістинг 3.2, різниця в кількості синтаксису досить велика, що дозволить швидше створити код, спростити сприйняття та тестування.

### Лістинг – 3.2 Форма введення тексту на Angular

```
<div class='wrapper' ng-app>  
  <input type='text' ng-model='SomeText' placeholder='Вибрати  
файл'><br>  
  {{SomeText}} </div>
```

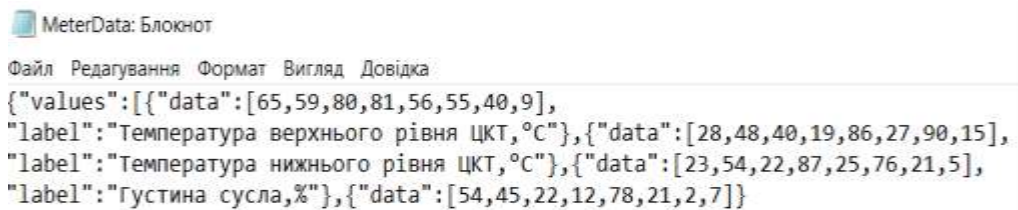
Оскільки фреймворк Angular підтримує також мову TypeScript, що значно розширює JavaScript, вирішено створювати веб сторінку для перегляду історії графіків значень приладів ЦКТ саме на цій мові.

Середовище розробки оберемо VS Code, редактор, що створений компанією Microsoft, для всіх комп'ютерних платформ. Включає в себе підтримку Git, завершення коду, різні підказки та виділення, дозволяє покращити рефакторинг коду. Присутні налаштування для екранів з великим розширенням, існує можливість налаштувань тем, покращення відображення та зменшення зорового навантаження[40],[41].

Однією з основних переваг є те, що обране середовище розробки поставляється у відкритому доступі, що дозволяє безкоштовно використовувати продукт як для особистих так і комерційних потреб, самотійно створювати, або ж довантажувати численну кількість додатків для середовища.

Зважаючи на те, що редактор базується а фреймворку Electron, що використовується для розгортання програм Node.js, це є найкращим оптимальним варіантом для розгортання додатків на Angular.

Основним завданням для створення застосунку є виведення даних з текстового файлу з вихідними даними давачів, зображено на рисунку 3.12, на веб-сторінку у вигляді графіку.



```
MeterData: Блокнот
Файл Редагування Формат Вигляд Довідка
{"values":[{"data": [65,59,80,81,56,55,40,9],
"label": "Температура верхнього рівня ЦКТ, °C"}, {"data": [28,48,40,19,86,27,90,15],
"label": "Температура нижнього рівня ЦКТ, °C"}, {"data": [23,54,22,87,25,76,21,5],
"label": "Густина сусла, %"}, {"data": [54,45,22,12,78,21,2,7]}
```

Рисунок 3.12 – Лог файл значень датчиків ЦКТ

Для розширення можливостей JS, була створена TypeScript мова програмування для веб програм. Далі можна виокремити такі позитивні риси цієї мови: TypeScript це розширення JavaScript, тому код JS виконуватиметься і на TS. Строго типізована та компільована в мову JavaScript. Досить проста для Java і C # програмістами. TypeScript включає концепції ООП. У ньому є класи та абстрактні класи, інтерфейси. Дозволяє порівняно швидше та легше створювати складні програми, їх тестувати та впроваджувати, ніж при стандартному JavaScript.

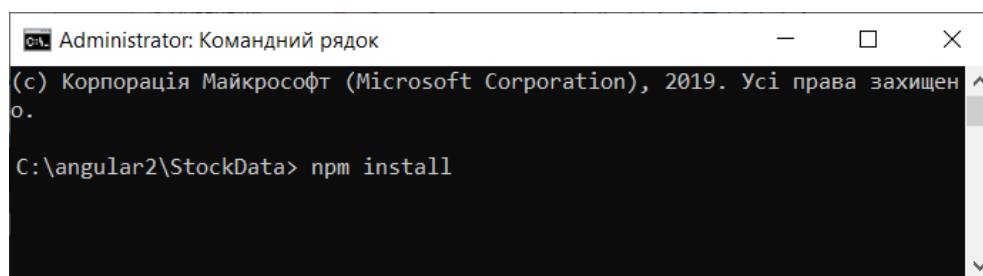
Оскільки розробка проекту виконується з допомогою фреймворку Angular, структуру проекту та допоміжні файли та елементи не потрібно створювати вручну. Для створення проекту застосунку, на жорсткому диску створюємо теку StockData. Оскільки працювати прийдеться з мовою програмування TypeScript, в попередньо створеній теці програми необхідно створити декілька файлів, це firebase.config.js, файли оснований файл package.json, та файл конфігурації tsconfig.json.

Документ package.json встановлює пакети і залежності, які будуть використовуватися проектом. Файл tsconfig.json встановлює конфігурацію для компілятора TypeScript. Для складання проекту використовуємо Firebase, тому також створюємо в теці проекту файл firebase.config.js.

Після створення цих трьох файлів в папці проекту відкриємо командний рядок та перейдемо в ньому до папки проекту, з використавши команду `cd C: \ angular2 \ StockData`

Після цього виконуємо команду «`npm install`», яка встановить всі необхідні модулі:

C:\angular2\StockData > npm install, на рисунку 3.13.



```
Administrator: Командний рядок
(с) Корпорація Майкрософт (Microsoft Corporation), 2019. Усі права захищені
C:\angular2\StockData> npm install
```

Рисунок 3.13 – Команда створення файлів пакетів та залежностей проекту

Після виконання цієї команди в папці проекту повинна з'явитися під папка `node_modules`, яка містить всі використовувані залежності та пакети. Потім створюємо в папці проекту теку `src`, де створюємо під папку `app`.

В каталог `src/app` додаємо файл `app.component.ts`, що буде мати наступний код.

### Лістинг 3.3 – Код `component.ts`

```
import { Component } from '@angular/core';
import { ChartDataSets } from 'chart.js';
import { Label } from 'ng2-charts';
@Component({selector: 'app-root', templateUrl: './app.component.html', styleUrls: ['./app.component.scss']})
export class AppComponent {lineChartData: ChartDataSets[];lineChartLabels: Label[];onFileLoaded(newData: {values: ChartDataSets[], dataSetNames: Label[]}) {
  this.lineChartData = newData.values;
  this.lineChartLabels = newData.dataSetNames;}}
```

Першим рядком тут імпортується функціональність компоненту з `angular/core`.

Для роботи нам буде потрібно допоміжний клас `AppComponent`. Цей клас містить два поля: `lineChartData` – дані дачив у вигляді чисел та `lineChartLabels` – дані назв самих дачив.

У самому класі компонента визначається можливість загрузки файлу для видення з нього графіку.

В каталозі src створюємо файл main.ts для запуску проекту.

### Лістинг 3.4 – Файл запуску проекту

```
import { enableProdMode } from '@angular/core';
import { platformBrowserDynamic } from '@angular/platform-
browser-dynamic';
import { AppModule } from './app/app.module';
import { environment } from './environments/environment';
if (environment.production) {
  enableProdMode();
}
platformBrowserDynamic().bootstrapModule(AppModule)
  .catch(err => console.error(err));
```

Також в каталозі src створюємо файл polyfills.ts , який необхідний для запуску програми.

В кінці створюємо основну сторінку index.html в кореневій папці проекту, з посиланнями на створені файли. В результаті структура задуму вийшла наступна, рисунок 3.14.

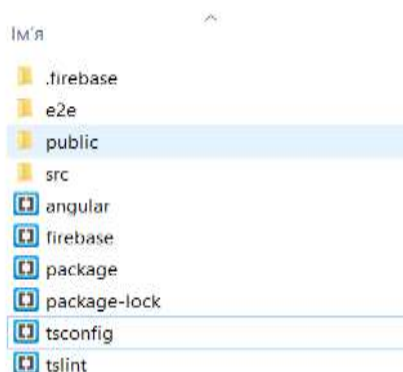


Рисунок 3.14 – Структура проекту

Для запуску проекту в командному рядку (терміналі) переходимо до папки проекту і в ньому ж запускаємо команду «npm run dev».

Після цього в веб-браузері буде відображена сторінка з вибором файлу, після вибору файлу для відображення значень, отримуємо наступний графік на рисунку 3.15. При наступній ж загрузці сторінки, відкривається графік, що попередньо переглядався.

З даного графіку можна бачити, що виведено дані з трьох датчиків, з період з 13.09 по 23.09 2019 року, щільність сула зменшувалась, різниця температур на верхньому та нижньому рівні відрізнялась не суттєва, та зростала під час основного бродіння. Завдання візуалізації збережених даних виконано.

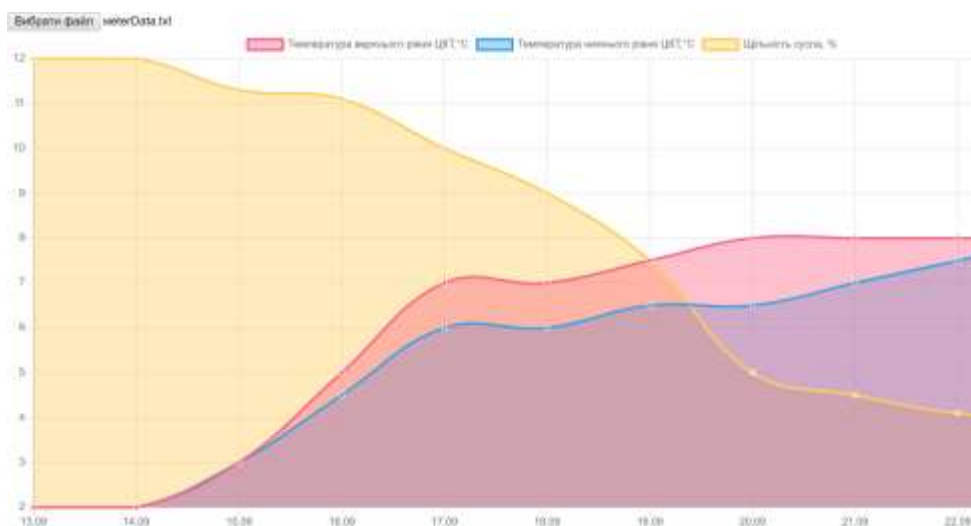


Рисунок 3.15 – Відображення графіка значень датчиків

Також особливим моментом під час програмування є збереження коду, Трапляються ситуації, коли після деякого редагування коду, він перестає працювати взагалі, а можливості повернути раніше написаний немає. Аби такого не трапилось, при створенні проекту, використовувалась система GitHub. Система контролю версій моніторить будь які змінення в документах проекту. З допомогою цієї системи, можна створювати та зливати гілки проекту, працювати в команді, розподіляти доступ користувачів проекту до різних його частин, відслідковувати будь які зміни, та що найголовніше – можна повернути будь які виконані зміни[42].Git – система для контролю розроблених версій, яка створювалась Лінусом Торвальдсом при роботі над створенням та модернізацією системи Linux. Ця система є безплатною і можна користуватись під GNU GPL 2. В лідери вийшов в тільки завдяки перевагами над конкурентами, а це, власне кажучи, краща швидкість роботи, інтеграція з іншими сервісами, зрозумілий інтерфейс та ін. Також потрібно зауважити, що,



## 4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 4.1 Основні реалізації систем на базі SIEMENS Simatic S7-300(400)

SIMATIC S7-400 (S7-300) фірми Siemens – модульний програмований контролер, призначений для побудови систем автоматизації середнього та високого ступеня складності. Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, гнучкі можливості розширення, могутні комунікаційні можливості, простота створення розподілених систем управління і зручність обслуговування роблять SIMATIC S7 ідеальним засобом для вирішення практично будь-яких завдань автоматизації. Декілька типів центральних процесорів різної продуктивності і широкий спектр модулів з множиною вбудованих функцій істотно спрощують розробку систем автоматизації на основі SIMATIC S7. Спрощена схема автоматизації виробництва хімічної продукції з використанням мікроконтролера SIMATIC S7-400 наведена на рисунку 4.1.

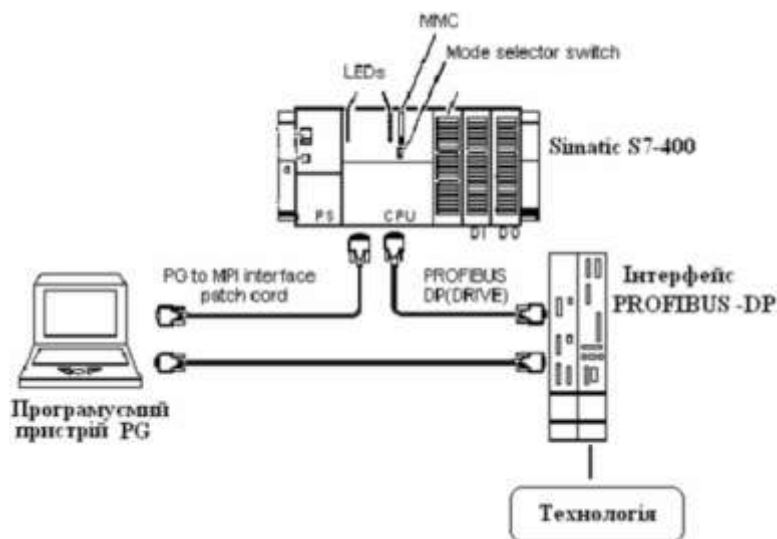


Рисунок 4 .1 – Схема автоматизації виробництва

Технологічні параметри (температура, тиск, рН) від відповідних датчиків через інтерфейс приєднуються до контролера, який здійснює вимір та регулювання технологічних параметрів[43].



Система SIMATIC S7 доповнена комп'ютером для вирішення завдань автоматизації. Це надає користувачеві SIMATIC доступ до світу відкритого програмного забезпечення, або як доповнення, до ПЛК S7, або в якості незалежної комп'ютерної системи M7. Весь діапазон периферійних пристроїв S7 доступний користувачеві M7. Комп'ютер для автоматизації M7-400 придатний для вирішення наступних типових завдань:

- збір даних про процес;
- зберігання великих об'ємів даних;
- управління введенням/виводом в локальному процесі;
- зв'язок;
- автоматичне регулювання, позиціонування, розрахунки.

Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, можливість застосування структур локального і розподіленого введення-виводу, широкі комунікаційні можливості, безліч функцій, підтримуваних на рівні операційної системи, зручність експлуатації і обслуговування забезпечують можливість отримання рентабельних рішень для побудови систем автоматичного управління в різних областях промислового виробництва, у тому числі – хімічного. Ефективному застосуванню контролерів сприяє можливість використання декількох типів центральних процесорів різної продуктивності, наявність широкої гами модулів введення-виводу дискретних і аналогових сигналів, функціональних модулів і комунікаційних процесорів. SIMATIC S7-400 є універсальним контролером. Він відповідає найжорсткішим вимогам промислових стандартів, має високий ступінь електромагнітної сумісності, високу стійкість до ударних і вібраційних навантажень. Система автоматизації S7-400 має модульну конструкцію. Вона може комплектуватися широким спектром модулів, що встановлюються в монтажних стійках у будь-якому порядку. Програмовані контролери S7-400f/fh призначені для побудови систем безпечного управління, в яких виникнення відмов не спричиняє за собою появу небезпеки для життя обслуговуючого персоналу і не приводить до забруднення

навколишнього природного середовища. S7-400h складається з двох підсистем, що забезпечують резервування, які синхронізуються через оптоволоконні кабелі[43].

Периферія для S7-400H. Для S7-400H можливо використовувати майже всі модулі введення/виводу системного ряду SIMATIC S7. Периферія може використовуватися в:

- центральних пристроях,
- пристроях розширення,
- децентралізовано через PROFIBUS DP.

Центральні процесори CPU виконують програму користувача та обмінюються інформацією через багато точковий інтерфейс (MPI) з іншими CPU або з пристроєм програмування (PG).

Багато точковий інтерфейс (MPI). До MPI можна підключити, наприклад, наступних абонентів: пристрої програмування (PG/PC), пристрої контролю і управління (OP і TD), додаткові програмовані контролери SIMATIC S7. Інтерфейс PROFIBUS DP. До інтерфейсу Profibus DP можуть бути підключені все стандартні slave- пристрої DP. Інтерфейсний субмодуль IF 964-dp. Інтерфейсний субмодуль IF 964-dp служить для приєднання децентралізованої периферії через «PROFIBUS DP». Суб-модуль має інтерфейс RS-485 з потенційною розв'язкою. Максимальна швидкість передачі складає 12 Мбіт/с. Допустима довжина кабелю залежить від швидкості передачі і кількості абонентів. У разі двоточкового з'єднання при швидкості 12 Мбіт/с довжина кабелю 100 м, а при швидкості 9,6 Кбіт/с можлива довжина кабелю 1200 м.

Система може бути розширена до 125 станцій. Інтерфейсний субмодуль IF 964-dp отримує живлячу напругу з CPU. Аналогові модулі, що входять в SIMATIC S7 служать для підключення датчиків, за допомогою яких здійснюється вимір технологічних параметрів.

Повторювач RS 485 підсилює сигнали даних на лініях шини і зв'язує шинні сегменти між собою. Повторювач RS 485 необхідний, якщо: до шини

підключено більше ніж 32 станції, шинні сегменти повинні експлуатуватися незаземленими, або перевищена максимально допустима довжина кабелю в сегменті. Прикладом впровадження автоматизованих систем управління хімічними виробництвами фірми Siemens є реалізація проектів АСУ ТП відділення 6 цехів виробництва неконцентрованої нітратної кислоти ЗАТ «Северодонецького об'єднання Азот». Структурна схема АСУ ТП представлена на рисунку 4.2.

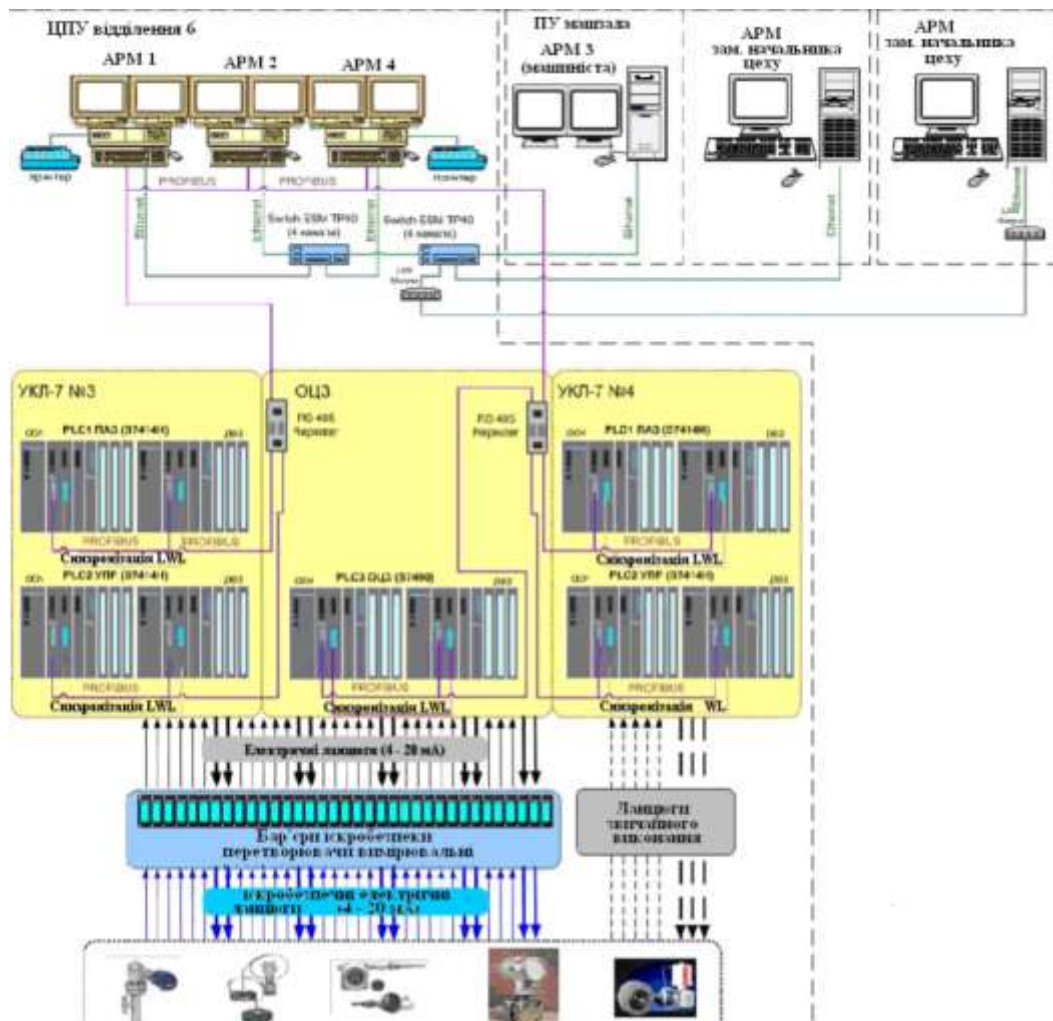


Рисунок 4.2 – АСУ ТП відділення 6 цехів виробництва неконцентрованої нітратної кислоти.

Також використовується як АСУ ТП котлів 1 і 3 ВАТ «ДНІПРОАЗОТ», АСУ ТП відділення синтезу вінілацетату-сирця цеху вінілацетату «ЗАТ Северодонецьке об'єднання АЗОТ», АСУ ТП енергоспоживанням ВАТ

«Арселорміттал Кривий Ріг», які розробило науковоінноваційне підприємство «ДІА» (м. Дніпродзержинськ). Об'єктом автоматизації з'явилися агрегати УКЛ-7 №3, №4 (у складі: газотурбінна установка ГТТ-3М і агрегат кислоти) і загально цехові виміри відділення 6 цехів виробництва неконцентрованої нітратної кислоти. Призначення проекту – автоматизація комплексу функцій управління, регулювання, контролю і захисту, що забезпечують роботу технологічного устаткування агрегату УКЛ-7 при нормальному технологічному процесі виробництва неконцентрованої нітратної кислоти, а також при пуску і режимах зупинок (регламентних і аварійних)[43].

АСУ ТП складається з двох основних систем: 1. Системи нижнього рівня, що включає контрольновимірювальні прилади (КВП): - протиаварійний захист (ПАЗ) у складі: ПАЗ агрегату УКЛ-7 №3, ПАЗ агрегату УКЛ-7 №4 дискретно-логічне і аналогове управління у складі: агрегат УКЛ-7 №3, • агрегат УКЛ-7 №4, - загально цехові виміри. 2. Системи верхнього рівня – автоматизовані робочі місця (АРМ1 – АРМ4).

Протиаварійний захист, дискретно-логічне і аналогове управління агрегатів УКЛ-7 реалізовані на резервованих контролерах високого ступеня готовності – SIMATIC S7-400h фірми Сіменс. Три робочих місця (АРМ1–АРМ2, АРМ4) оператора-технолога виконують функції управління і архівації, а автоматизоване робоче місце машиніста (АРМ3) – тільки функції контролю. АРМ1–АРМ2, АРМ4 виконані на базі індустріальних персональних комп'ютерів (ПК), всі АРМ-и мають два монітори для збільшення обзорності об'єкту управління. Програмне забезпечення системи підтримує 100% гаряче резервування при відмові або відключенні одного з АРМів. АРМ1– АРМ2, АРМ4 оператора-технолога рівноцінні по виконуваних функціях, і управління здійснюється від будь-якого з них. Зв'язок АРМів і контролерів здійснюється на основі мереж SIMATIC NET. Розроблена АСУ ТП виконує наступні функції: протиаварійний захист; автоматична перевірка пускової готовності; формування необхідних технологічних блокувань по установках технологічних параметрів з визначенням першопричини і послідовності

спрацьовування блокувань і захист компресора ГТТ-3М (стадія 100) і агрегату нітратної кислоти (стадія 200); автоматичне управління перепускними клапанами компресора; автоматичне включення насосів масло-системи.

Також виконує наступні функції: автоматична регламентна або аварійна зупинка за командою оператора; регулювання параметрів технологічного процесу; автоматизована стабілізація заданого режиму; дискретно-логічне керування насосами, електрозасувками, відсічними клапанами, тощо.

Результатами впровадження проекту з'явилося:

- підвищення продуктивності агрегатів УКЛ-7 більш ніж на 10%;
- значне підвищення надійності роботи агрегатів УКЛ-7;
- поліпшення умов роботи оперативного персоналу.

Даний проект є новим продуктом для ЗАТ «Северодонецьке об'єднання Азот». І хоча проектний продукт в цілому не є світовою новинкою, оскільки мікроконтролери фірми Сіменс типу SIMATIC S7-400 досить широко застосовуються для автоматизації виробничих процесів в світовій практиці, завдяки його впровадженню підприємство може отримати значні прибутки за рахунок збільшення продуктивності устаткування.

АСУ ТП котлів 1 і 3 ТЕЦ ПАТ «ДНПРОАЗОТ» (м. Дніпродзержинськ) (розробник НІП «ДІЯ»). Основними виробничими потужностями ТЕЦ ПАТ «ДНПРОАЗОТ» є парові котли.

На балансі ТЕЦ знаходиться три парові котли типу БКЗ-220-100Ф з піковою продуктивністю пари – 220 т/годину. Всі три котли працюють на один колектор, від якого живляться споживачі пари. Споживачами пари, що виробляється ТЕЦ, є турбо-електрогенератори, виробництво карбаміду, виробництво каустичної соди, бойлери міських комунальних служб.

Як можна бачити зі схеми, всі три котли працюють на один колектор, забезпечуючи парою споживачів. Споживачами ТЕЦ виступають як турбогенератори (ТГ), розташовані на території ТЕЦ, так і зовнішні споживачі. Турбогенератори, в основному, працюють в режимі балансування

навантаження, забезпечуючи робочий режим казанів. АСУ ТП котлів 1 і 3 побудована на основі контролерів S7– 300 фірми SIEMENS і SCADA системи фірми НІП «ДІЯ» – “Complex”. В цілому схема ТЕЦ і її споживачів зображена на рисунку 5.3.

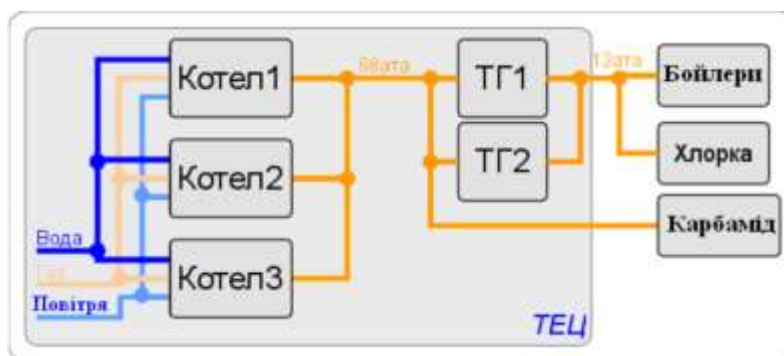


Рисунок 4.3 – Схема ТЕЦ і її споживачів

АСУ ТП містить дві операторські станції, що дублюють одна одну, два контролери SIMATIC S7 300 з модулями видаленого опиту ET 200 і два частотних перетворювача (для вентиляторів і димососів). Кожен контролер обслуговує свій котел, і може бути відключений разом із зупинкою відповідного котла і незалежно від контролера іншого котла. Схема управління котлоагрегатом містить 13 контурів регулювання. Умовно схему регулювання можна розділити на три частини: регулювання рівня і температури пари після уприскування; контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів 277, регулювання розрядження в печі; регулювання тиску пари і співвідношення повітря/газ.

Схеми регулювання виконані на основі уніфікованого PID регулятора, який дає можливість роботи як в аналоговому, так і в імпульсному режимі, можливість надання додаткових входів для схем попередження – два перед PID частиною і два безпосередньо на виході.

Також, подібні АСУ ТП розроблені для відділення синтезу вінілацетата- вінілацетату для ЗАТ «Северодонецьке об'єднання АЗОТ» та АСУ ТП енергоспоживанням ВАТ «Арселорміттал Кривий Ріг».

## 4.2 Оптимізація інтерфейсів технологів та операторів

Окрім створення програми, що виводить графіки з показаннями давачів, температури та степеню зброджування(густини суслу), потрібно також створити та оптимізувати інтерфейси для роботи в програмі керування та відображення процесу виробництва пива.

Всі доопрацювання виконувались у програмі TIA Portal V15. Результат роботи зображено на рисунку 4.5.

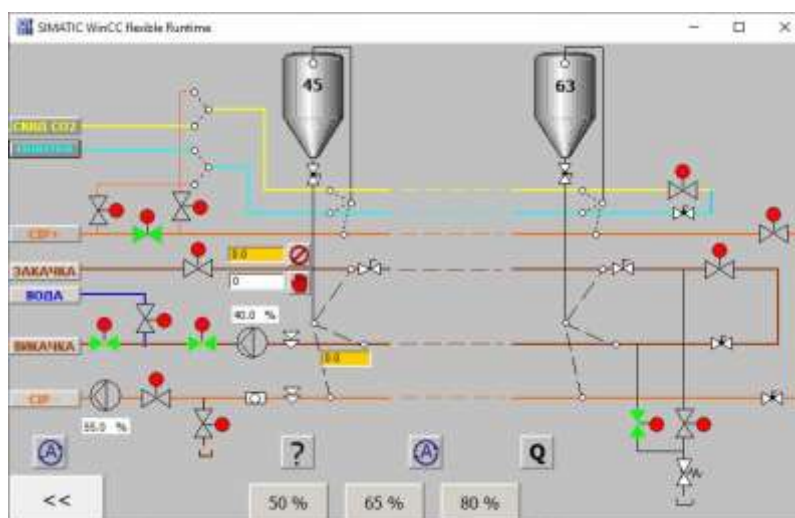


Рисунок 4.5 – Оптимізація інтерфейсу процесу перекачування

Це програмне забезпечення використовується для автоматизації технологічних процесів будь-якого рівня та візуалізації проектів, на базі обладнання SIEMENS. TIA Portal V15 включає широкий спектр нових функцій для існуючих продуктів, власне кажучи, цей програмний продукт включає в себе вже готові бібліотеки та набори даних для візуалізації, в даному випадку ємності для бродіння пива, та всі можливі типи та види давачів[44].

В процесі роботи було допрацьовано та оптимізовано інтерфейс відображення процесу бродіння. Для цього були створені екрани, де зображені трубопроводи, їх з'єднання з танками, та самі ж танки. На створених мнемосхемах, також додано всі встановлені давачі, та відображення їх значень в реальному часі. Результат роботи приведено на рисунку 4.6.

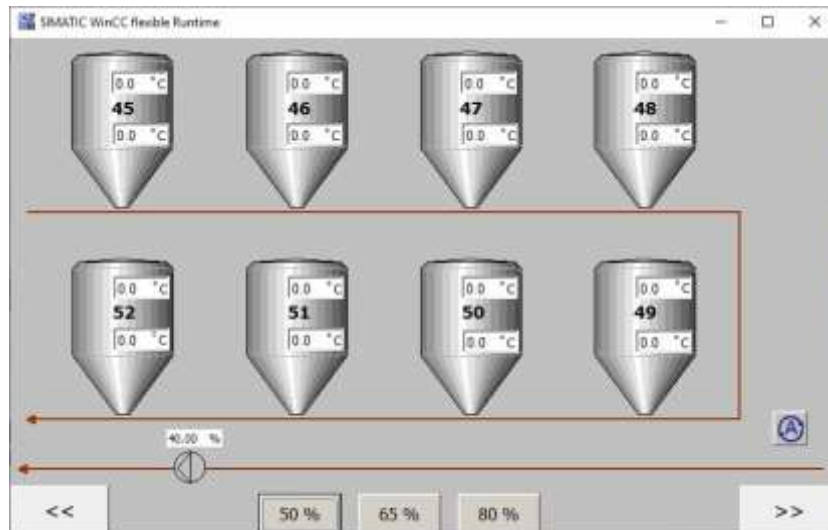


Рисунок 4.5 – Результат оптимізації інтерфейсу загального вигляду ЦКТ

Отже, після виконання цієї роботи, на рисунку можна побачити створений інтерфейс, де відображені всі датчики температури в цкт, також, загальний вигляд стану, та параметрів перекачуванні продукту з основного бродіння на процес доброджування.

### 4.3 Висновки до четвертого розділу

В спеціальній частині було розглянуто основні реалізації систем на базі SIEMENS Simatic S7-300. У програмному засобі TIA Portal було проведено оптимізацію відображення інтерфейсу поточного процесу бродіння, показів датчиків та загальний вигляд ЦКТ.



## **5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ**

Метою даного розділу є обґрунтування економічної ефективності впровадження методів та засобів аналітичного опрацювання даних для підвищення ефективності виробництва харчових продуктів.

Щоб виконати оцінку економічної ефективності необхідно розрахувати трудомісткість реалізації проекту, витрати на оплату праці найманим працівникам, витрати апаратного і програмного забезпечення, амортизаційні відрахування, витрати енергоресурсів та інші витрати які є основними пунктами виконання обчислень, а також показники економічної ефективності розробки проекту.

### **5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи**

Розробка надійної і ефективної інформаційної системи вимагає значних затрат часу. Слід зауважити, що самі ж затрати напряду залежать від кваліфікації розробника та його професійних можливостей. Розробник системи та програмного забезпечення повинен у достатній мірі володіти навиками проектування та програмування, вміння адекватно та професійно використовувати математичні засоби та бути добре обізнаними з об'єктом дослідження.

Розробку даної інформаційної системи варто поділити на декілька етапів, по приведені в таблиці 5.1.

Кожен із етапів реалізації проекту характеризується метою та змістом, оцінкою часу виконання, кількістю та спеціалізацією виконавців, а також приблизною оцінкою вартості.

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують попередній досвід, або нормативи часу. Опираючись на нормативи, можемо сказати, що тривалість виконання операцій, досить різна. В даному випадку, при дослідженні методів та засобі аналітичного опрацювання даних для

покращення виробництва харчових продуктів, час операцій варіюється від 4 до 60 годин. Час виконання кожної операції приведений 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 проблеми	інженер	4
2	Огляд існуючих рішень	інженер	8
3	Аналіз сфери застосування	інженер	8
4	Збір потрібної інформації та її опрацювання	інженер	16
5	Створення технічного завдання	інженер	12
6	Проектування системи	інженер-програміст	12
7	Технічна реалізація системи	інженер	40
8	Програмна реалізація системи	інженер-програміст	60
9	Тестування програмного продукту	Тестувальник	24
10	Створення документації	інженер-програміст	6
Всього			190

## 5.2 Розрахунок витрат на проведення НДР

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 праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов’язані з виплатами за фактично відпрацьований час. Нараховують додаткову заробітну плату залежно від досягнутих і запланованих показників, умов виробництва, кваліфікації виконавців. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

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 50 грн./год., для інженера-програміста 70грн/год., для тестувальника 60грн/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

$$Z_{осн.} = (88 \cdot 50) + (78 \cdot 70) + (24 \cdot 60) = 11\,444 \text{ грн.}$$

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

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

де  $K_{допл.}$  – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15 (візьмемо його рівним 0,15).

$$Z_{дод.} = 11444 \cdot 0,15 = 1716,6 \text{ грн.}$$

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

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

$$B_{о.п.} = 11\,444 + 1716,6 = 13160,6 \text{ грн.}$$

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:

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

де  $\Phi_{оп.}$  – фонд оплати праці, грн.

$$B_{с.з.} = 6008,75 \cdot 0,235 = 3092,74 \text{ грн.}$$

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	Кількість	Фактично нарах. з/пл.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Інженер	50	88	4400	–	–	–
2.	Інженер-програміст	70	78	5460	–	–	–
3.	Тестувальник	60	24	1440	–	–	–
Всього			190	11444	1716,6	3092,74	16253,34

З таблиці розрахунки витрат на оплату праці видно, що всього витрати на плату праці становить 16253,34 грн.

### 5.3 Розрахунок матеріальних витрат

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

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

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

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

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

Розрахунки занесемо у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунки матеріальних витрат

Найменування матеріальних ресурсів	Один. виміру	Норма витрат	Ціна за один., грн.	Затрати матер., грн.	Транспортно - заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на матер., грн.
1. Основні матеріали						
Місячна оплата користування межею Internet	грн	190	–	150	–	150
2. Допоміжні витрати						
Папір формату А4	шт.	300	0,18	27	–	54
Разом:						204

Загальні матеріальні витрати на Internet і папір формату А4 становить 204 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 – 450 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 5.1 – 190 годин.

Тоді,

$$Z_e = 0,45 \cdot 190 \cdot 2,42 = 206,91 \text{ грн.}$$

Згідно формули затрати на електроенергію дорівнює 206,91 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 17000 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 17000 \cdot 5\% / 100\% = 850 \text{ грн.}$$

Оскільки робота виконувалась 190 годин, то амортизаційні відрахування будуть становити:

$$A = 850 \cdot 190 / 100 = 1615 \text{ грн.}$$

Згідно формули для визначення амортизаційних, де  $B_B$  множиться  $H_A$  і ділиться на 100% амортизація розробки становить 1615 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:

$$H_g = 6008,75 \cdot 0,2 = 1201,75 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 1201,75 грн.

### 5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці	13160,6	60,11
Відрахування на соціальні заходи	1412,05	14,13
Матеріальні витрати	204	1,05
Витрати на електроенергію	206,91	1,28
Амортизаційні відрахування	1615	11,40
Накладні витрати	1201,75	12,02
Собівартість	17800,31	100,00

Собівартість ( $C_g$ ) програмного продукту розрахуємо за формулою:

$$C_g = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_g + A + H_g . \quad (5.10)$$

Отже, собівартість програмного продукту дорівнює:

$$C_B = 13160,6 + 1412,05 + 204 + 206,91 + 1615 + 1201,75 = 17800,31$$

грн.

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 17800,31 грн.

### 5.8 Розрахунок ціни дослідження

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за формулою:

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

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  $B_{н.і.}$ , оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

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

Звідси ціна на роботу складе:

$$Ц = 17800,31 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 27\,768,48 \text{ грн.}$$

### 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  $\Pi$  – прибуток;  $C_B$  – собівартість.

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

$$\Pi_{пл} = Ц - C_v. \quad (5.14)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 27\,768,48 - 17\,800,31 = 9\,968,18 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \frac{\Pi_{пл}}{C_v}. \quad (5.15)$$

Тоді,

$$E_p = 9\,968,18 / 17\,800,31 = 0,56.$$

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

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

Термін окупності аналізу та створення методів та засобів аналітичного опрацювання даних для підвищення ефективності виробництва харчових продуктів дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,56 = 1,78 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 9968,18 грн., економічна ефективність дорівнює 0,55, а термін окупності становить 1,81 роки що вважається доцільним та економічно вигідним.

### 5.10 Висновки до п'ятого розділу

В розділі обґрунтування економічної ефективності було розраховано основні техніко-економічні показники при розробці програмного забезпечення для аналітичного опрацювання даних для покращення виготовлення харчових продуктів. (див. таблиця 5.5).

Орієнтоване значення економічної ефективності становить 0,55 що є достатньо високим значенням, період окупності даної роботи становить 1,81 років, що є доцільним та економічно вигідним.

Таблиця 5.5 – Техніко-економічні показники науково-дослідної роботи

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	17800,31
2.	Плановий прибуток, грн.	9968,18
3.	Ціна, грн.	27 768,48
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,81

Отже, розглянуті методи та засоби аналітичного опрацювання даних для покращення виробництва харчових продуктів можуть бути реалізовані та розвинені, оскільки вона є економічно вигідною по всіх основних технічних та економічних показниках.

## **6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **6.1 Служба охорони праці на підприємстві**

Служба охорони праці – один з основних суб'єктів, що здійснює управління охороною праці на підприємстві. Форма її створення та функціонування залежить від кількості працівників, що працюють на підприємстві[49].

Закон України «Про охорону праці» передбачає створення служби охорони праці, на підприємствах з будь-якою формою власності, коли чисельність працівників становить 50 та більше осіб, та покладає цей обов'язок на роботодавця. На підприємствах, виробничої сфери функції охорони праці може виконувати особа з відповідною професійною підготовкою за сумісництвом, при кількості працівників до 50, та до 100, за умови діяльності підприємства в невиробничій сфері. На таких, функції з організації охорони праці можуть виконувати за сумісництвом особи, які мають відповідну підготовку та освіту: фахівці або інженери. В організаціях з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися фахівці на договірній основі. При цьому вони повинні мати стаж роботи не менше 3 років і пройти навчання з охорони праці.

Також, згідно до закону України «Про охорону праці» (ст. 15) та Типове положення про службу охорони праці (п. 1.8) забороняється ліквідовувати службу охорони праці, а ліквідація служби охорони праці може відбутись лиш тоді, коли ліквідовуватиметься саме підприємство.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства. За своїм посадовим положенням та умовами оплати праці керівник та спеціалісти служби прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб підприємства. Діє така служба на підставі Типового положення, затвердженого наказом Держнаглядпраці від 15.11.2004 р. № 255. На основі Типового положення з урахуванням специфіки

виробництва, видів діяльності, кількості працівників, умов праці та інших факторів, роботодавець розробляє Положення про службу охорони праці відповідного підприємства, яке затверджується наказом по підприємству. Цей документ визначає структуру служби охорони праці, чисельність, завдання, функції та права її працівників відповідно до чинних нормативно-правових актів[49].

Згідно із Законом України «Про охорону праці» служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

Робота служби охорони праці спрямовано на створення здорових і безпечних умов праці, на збереження життя та здоров'я працівників у процесі виконання ними трудових обов'язків. Служба повинна забезпечити виконання вимог чинного законодавства України з питань охорони праці, а також забезпечити нормативно-правовими актами з охорони праці, що діють у межах підприємства, посібниками, навчальними матеріалами з цих питань; організувати роботу кабінету з охорони праці, наради, семінари та інші заходи з цих питань[50].

Також, служба повинна брати участь при розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. Фахівці з охорони праці беруть участь у складанні санітарно-гігієнічної характеристики робочих місць працівників, які проходять обстеження щодо профзахворювань; у проведенні внутрішнього аудиту охорони праці та атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці; у складанні списків професій і посад, згідно з якими працівники повинні проходити обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди; в організації навчання з питань охорони праці та роботи комісії з перевірки знань з цих питань.

Служба охорони праці на підприємстві покликана також контролювати дотримання роботодавцем вимог законодавства з охорони праці, тому має

право видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків і отримувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці[50].

## **6.2 Вимоги електробезпеки до приміщень з ЕОМ**

Планування та побудова приміщень для роботи з ЕОМ повинна строго відповідати вимогам та положенням чинного законодавства України, що відображені у (Нормативно-правові акти з охорони праці) НПАОП 0.00-7.15-18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, ДБН В.2.2-28-2010 будинки адміністративного та побутового призначення, ДСанПІН 3.3.2.007-98 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.

Згідно до цих актів, під час проектування систем електропостачання, монтажу основного електрообладнання та електричного освітлення будівель та приміщень для ЕОМ необхідно дотримуватись вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), ДСТУ 2267-93 «Вироби електротехнічні; ДСТУ 3465 - 96 «Системи електропостачальні загального призначення; ДБН А.2.2-3-2012 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»; ГКД 34.20.507-2003 «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж»

Лінія електромережі для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ виконується як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів і прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільчого пункту до розеток живлення[51].

У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше п'яти персональних ЕОМ, на помітному та доступному місці встановлюється

аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Неприпустимим є підключення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ до звичайної дво провідної електромережі, в тому числі — з використанням перехідних пристроїв.

При розташуванні в приміщенні за його периметром до 5 персональних ЕОМ, використанні три провідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого або важко горючого матеріалу дозволяється прокладання їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам НПАОП 0.00-7.15-18"Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Заземлені конструкції, що знаходяться у приміщеннях (батереї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном тощо), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику.

Конструкція знімної підлоги повинна бути такою, щоб забезпечувались:

- вільний доступ, до кабельних комунікацій під час обслуговування;
- стійкість до горизонтальних зусиль при частково знятих плитах;
- вирівнювання поверхні підлоги за допомогою регульовальних опорних елементів;
- взаємозамінність плит.
- Є неприпустимими:
  - експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;
  - застосування саморобних продовжувачів, які не відповідають вимогам ПВЕ до переносних електропроводок;



- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;
- користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання;
- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);
- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам підприємств-виробників[51].

### **6.3 Моделювання уразливості об'єкта економіки та його елементів до дії вторинних вражаючих факторів ядерного вибуху**

При ядерних вибухах, вироблених в містах або поблизу об'єктів народного господарства, можуть виникнути вторинні вражаючі фактори, до яких відносяться : пожежі, вибухи, затоплення, забруднення атмосфери та місцевості і т. ін. Втрати від вторинних вражаючих факторів у ряді випадків можуть значно перебільшувати втрати, які одержує господарство в результаті дії первинних факторів, притаманних більшості надзвичайних ситуацій.

Джерела вторинних вражаючих факторів на об'єкті й в небезпечному віддаленні від нього повинні виявлятися заздалегідь з метою завчасного прийняття заходів, що направлені на виключення чи зменшення вражаючої дії.

Прогнозування можливого становища на об'єкті проводиться в такій послідовності:

- виявляють всі можливі джерела вражаючих факторів, як внутрішні, так і зовнішні;
- визначають найкоротшу відстань від об'єкта до кожного джерела вторинного ураження (на місцевості або на мапі чи плані);

- визначають характер вражаючої дії вторинного фактора (пожежа, затоплення, загазованість т. ін.);
- встановлюють чи вираховують час від моменту появи до моменту початку дії на об'єкт вторинного вражаючого фактора;
- визначають тривалість дії вражаючого фактора й можливі розміри втрат.

Одержані результати аналізують і роблять конкретні висновки для розробки організаційних, інженерно-технічних та технологічних заходів щодо виключення або обмеження дії на роботу об'єкта вторинних вражаючих факторів.

Для виявлення характеру і ступеня втрат на ОГ при НС і завчасного проведення заходів, які виключають або обмежують масштаби уражень і руйнувань, проводиться моделювання уразливості об'єкта та його елементів до дії вражаючих факторів як при аварії на самому об'єкті, так і на інших об'єктах, розташованих поблизу.

Для проведення розрахунків та моделювання використовуються наступні дані:

- місцезнаходження об'єкту відносно джерела небезпеки;
- потужність аварійного реактора, а у воєнний час — потужність ядерного боєприпасу, і вид вибуху;
- кількість НХР(небезпечної хімічної речовини) на об'єкті та умови зберігання;
- метеорологічні умови (середній вітер, напрям, швидкість, стан вертикальної стійкості атмосфери);
- склад і характеристика об'єкту (цеху);
- кількість сховищ та їх місткість;
- чисельність найбільшої працюючої зміни;
- забезпеченість засобами індивідуального захисту;
- якість знання робітниками та службовцями правил дій по забезпеченню діяльності у надзвичайних ситуаціях;

- встановлена доза опромінення.

Основні критерії, за якими здійснюється якісна оцінка потенційних наслідків для кожного небезпечного стану об'єкту економіки, наступні:

- клас 1 — безпечний: не спричиняє незворотних наслідків, пошкодження обладнання та нещасних випадків з людьми;
- клас 2 — граничний: призводить до порушень в роботі, може бути компенсованим або взятим під контроль без ушкодження обладнання або нещасних випадків з персоналом;
- клас 3 — критичний: призводить до великих порушень у роботі, ушкодження обладнання або створення небезпечної ситуації, яка потребує негайних заходів для порятунку персоналу;
- клас 4 — катастрофічний: призводить до втрати обладнання та (чи) загибелі без масового травмування персоналу.
- Прогнозування можливого становища на об'єкті економіки дозволяє ефективніше розробити заходи щодо захисту персоналу та об'єкта економіки.

#### **6.4 Освітлення виробничих приміщень для роботи з ВДТ та локальній комп'ютерній мережі**

Приміщення для роботи з ВДТ повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 (на заміну ДБН В.2.5-28-2006).

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. Розраховується КПО за методикою, викладеною в ДБН В.2.5-28:2018.

За виробничої потреби дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами

державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби.

Вікна приміщень з ВДТ повинні мати регулювальні пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори, зовнішні козирки тощо.

Штучне освітлення приміщення з робочими місцями, обладнаними ВДТ ЕОМ загального та персонального користування, має бути обладнане системою загального рівномірного освітлення. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, де переважають роботи з документами, допускається вживати систему комбінованого освітлення (додатково до загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення).

Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників.

Допускається застосовувати світильники таких класів світлорозподілу:

- світильники прямого світла – П;
- переважно прямого світла – Н;
- переважно відбитого світла – В.

При розташуванні відеотерміналів ЕОМ за периметром приміщення лінії світильників штучного освітлення повинні розміщуватися локально над робочими місцями.

Для загального освітлення необхідно застосовувати світильники із розсіювачами та дзеркальними екранними сітками або віддзеркалювачами, укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ПРА). Застосування світильників без розсіювачів та екранних сіток забороняється.

Як джерело світла при штучному освітленні повинні застосовуватися, як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ.

При обладнанні відбивного освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях можуть застосовуватися

металогалогенові лампи потужністю до 250 Вт. Допускається у світильниках місцевого освітлення застосовувати лампи розжарювання.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50° до 90° відносно вертикалі в подовжній і поперечній площинах повинна складати не більше 200 кд/м<sup>2</sup>, а захисний кут світильників повинен бути не більшим за 40°. Коефіцієнт запасу (Кз) для освітлювальної установки загального освітлення слід приймати рівним 1,4. Коефіцієнт пульсації повинен не перевищувати 5% і забезпечуватися застосуванням газорозрядних ламп у світильниках загального і місцевого освітлення.

При відсутності світильників з ВЧ ПРА лампи багатолампових світильників або розташовані поруч світильники загального освітлення необхідно підключати до різних фаз трифазної мережі.

Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів має бути в межах 300–500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану та збільшення освітленості екрану більше ніж 300 лк. Світильники місцевого освітлення повинні мати напівпрозорий відбивач світла з захисним кутом не меншим за 40°.

Необхідно передбачити обмеження прямої блискості від джерела природного та штучного освітлення, при цьому яскравість поверхонь, що світяться (вікна, джерела штучного світла) і перебувають у полі зору, повинна бути не більшою за 200 кд/м<sup>2</sup>.

Необхідно обмежувати відбитий блиск шляхом правильного вибору типів світильників та розміщенням робочих місць відносно джерел природного та штучного освітлення. При цьому яскравість відблисків на екрані відеотерміналу не повинна перевищувати 40 кд/м<sup>2</sup>, яскравість стелі при застосуванні системи відбивного освітлення не повинна перевищувати 200 кд/м<sup>2</sup>.

Необхідно обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору осіб, що працюють з відеотерміналом, при цьому відношення значень яскравості робочих поверхонь не повинно перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів (стіни, обладнання) – 5:1.

Необхідно використовувати систему вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення. Необхідно очищати віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік, та своєчасно проводити заміну ламп, що перегоріли.

## **6.5 Висновки до розділу**

В даному розділі були розглянуті такі теми як : служба охорони праці на підприємстві, та вимоги електробезпеки для приміщень з ЕОМ. У підсумку, можна сказати, що служба охорони праці, є одною найважливіших служб у роботі підприємства, оскільки її основною функцією є створення безпечних умов праці, що спрямовані на підтримку та збереження здоров'я працівників в процесі виконання своїх службових обов'язків, дотримуючись всіх вимог чинного законодавства України. Розглянуті вимоги до електробезпеки для приміщень з використанням ЕОМ дають зрозуміти, які приміщення слід використовувати, та зрозуміти правильність проектування комунікацій, їх тип, методи та засоби захисту в екстрених ситуаціях.

Також, було розглянуто такі актуальні теми безпеки в надзвичайних ситуаціях, як: моделювання уразливості об'єкта економіки та його елементів до дії вторинних вражаючих факторів ядерного вибуху та освітлення виробничих приміщень для роботи з ВДТ та локальній комп'ютерній мережі. Також були отримані знання які допоможуть зменшити ризики від ураження вторинними факторами об'єкта економіки і досліджені вимоги освітлення для виробничих приміщень з ВДТ.

## 7 ЕКОЛОГІЯ

### 7.1 Статистичний аналіз тенденцій і закономірностей динаміки в екології.

Екологічні процеси це динамічне явище, з кожним новим періодом часу змінюється стан забруднень природних сфер, рівень викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище, об'єми побутових та промислових відходів, викидів, тощо. Дослідження процесів змін та розвитку явищ у часі відбувається на основі побудови і аналізу рядів динаміки. Сама ж динаміка, це процес розвитку, зміна явища в часі.

Варто також дати визначення динамічного ряду, це сукупність значень статистичних показників, що розташовані у хронологічному порядку

Для будь-якого динамічного ряду характерні перелік хронологічних дат (моментів) або інтервалів часу і конкретні значення відповідних статистичних показників, які називають рівнями ряду. Тому кожен ряд динаміки має елементи двох типів: рівні – цифри, з яких складається ряд і періоди – дати, яким відповідають рівні ряду.

При вивченні динаміки важливі не лише числові значення рівнів, але і їх послідовність. Як правило, часові інтервали поміж рівнями однакові (доба, декада, календарний місяць, квартал, рік) [19].

Поділ рядів динаміки на види можна провести наступний:

- За статистичною природою показників - на первинні і похідні, ряди абсолютних, середніх і відносних величин.
- За ознакою часу – на інтервальні і моментні.
- Моментними називають такі ряди динаміки, рівні яких фіксують стан явища на даний момент часу (дату). Інтервальним називають такий ряд, рівні якого характеризують явище за певний період часу. Прикладом інтервального ряду є обсяг викидів шкідливих речовин за рік. В інтервальному

ряді рівень виступає як агрегований результат процесу і залежить від тривалості часового інтервалу.

– За кількістю показників у динамічному ряді - на одно- та багатомірні.

Останні у свою чергу, поділяють на два види: паралельні та ряди взаємозв'язаних показників. Одномірні характеризують зміну одного показника, багатомірні - двох, трьох і більше показників. Паралельні відображають динаміку або одного і того самого показника щодо різних об'єктів або різних показників щодо одного і того самого об'єкта.

Зв'язок між показниками багатомірного динамічного ряду може бути функціональним (адитивним чи мультиплікативним) або кореляційним.

Аналіз динаміки екологічних явищ, як правило, здійснюється на підставі багатомірних динамічних рядів. Вони дають змогу оцінити інтенсивність і описати характер розвитку всіх складових частин, провести порівняльний аналіз динаміки двох і більше явищ, оцінити вплив інтенсивності розвитку одних явищ на інші, побудувати науково-обґрунтовані прогнози.

Завдання рядів динаміки. При вивченні закономірностей стану екологічного розвитку статистика вирішує такі завдання:

- визначає інтенсивність розвитку;
- виявляє і описує характеру і тенденції розвитку;
- оцінює структурні зрушення, сталість та коливання рядів;
- виявляє фактори екологічної рівноваги і закономірності у розвитку.

У математичній статистиці ряд динаміки розглядається як реалізація випадкового процесу. В стаціонарних випадкових процесах, для яких характерна рівновага щодо певного середнього рівня, основні характеристики процесу обчислюють по одній реалізації. Динамічні ряди екологічних показників у більшості своїй нестаціонарні. Їм притаманна тенденція, яка відображає динамічність стану навколишнього природного середовища.



Поряд з динамічністю екологічні процеси мають таку властивість, як інерційність: зберігається механізм формування явищ і характер розвитку (темпи, напрям, коливання). При значній інерційності процесу і незмінності комплексу умов його розвитку правомірно очікувати в майбутньому ті властивості і характер розвитку, які були виявлені в минулому [19].

Значення рядів в тому, що вони дають можливість здійснювати передбачення змін майбутніх рівнів та ставити планування на наукову основу.

Правила формування рядів динаміки:

- періодизація динаміки й виділення однорідних етапів розвитку;
- однакова якість однорідних рівнів;
- порівнянність рівнів;
- послідовність і безперервність у часі.

Швидкість і інтенсивність як властивості різних екологічних явищ значно варіюють, що відбивається в структурі відповідних динамічних рядів. Для оцінки цих властивостей динаміки статистика використовує взаємозв'язані характеристики, які поділяються на показники зміни рівнів динамічного ряду, та середні характеристики динамічного ряду.

Основними показниками ряду динаміки є: абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту, абсолютне значення одного проценту приросту, коефіцієнт прискорення та коефіцієнт випередження.

При аналізі рядів динаміки важливо виявити загальну тенденцію розвитку (тренд) екологічного явища, тобто встановити, в якому напрямку (зростає, зменшується) і за якою залежністю (лінійна чи нелінійна) вона змінюється. Ця задача в статистиці називається вирівнюванням динамічних рядів. Часто рівні ряду з часом змінюються (коливаються), але ця зміна для різних явищ неоднакова і може визиватися різними причинами. Говорять, що динаміка ряду включає три компоненти: тенденцію (або тривало часовий рух); коротко часовий систематичний рух; несистематичний випадковий рух. Статистичне вивчення тенденції ґрунтується на розкладанні динамічного ряду на дві складові:

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t, \quad (7.1)$$

де  $f(t)$  - основна тенденція, зумовлена впливом постійно діючих чинників;  $\varepsilon_t$  - залишкова величина, що визначає вплив випадкових коливань.

Вивчаючи ряди динаміки, дослідники намагаються виявити головним чином загальну тенденцію (тренд) у змінах рівнів ряду, тобто основну закономірність розвитку явища, яка вільна від дії різних випадкових факторів.

Тенденція й це певний напрям розвитку, тривала еволюція, яка набуває вигляду більш-менш плавної траєкторії [19].

Загальною тенденцією динаміки є послідовне прагнення до росту, стабільності або зниженню рівнів. Тенденцію визначають за характером змін показників динаміки – абсолютного приросту, темпу приросту і т.д. На основі сформованої тенденції оцінюється загальна закономірність розвитку. Для виявлення тенденції ряди динаміки підлягають спеціальній обробці - вирівнюванню. Вона дозволяє характеризувати особливості зміни за часом динамічного ряду в найбільш загальному вигляді, вважаючи, що через фактор часу можна передати вплив усіх головних факторів. До способів і методів вирівнювання динамічних рядів можуть бути віднесені такі: укрупнення інтервалів, згладжування способом ковзної (плинної, рухомої) середньої, аналітичне вирівнювання.

Методи кореляційно-регресійного аналізу, за допомогою яких проводять аналітичне вирівнювання рядів динаміки, слугують важливим інструментом передбачення значень майбутніх рівнів.

Прогнозування рядів динаміки – передбачення значень майбутніх рівнів на базі аналітичного вирівнювання рядів динаміки.

Однак прогнози, складені на основі моделей аналітичного вирівнювання, можна вважати надійними, якщо виконуються, принаймні, такі вимоги:

– обсяг вибірки, який використаний для побудови рівняння регресії, є достатньо великим;

- значення рівнів ряду динаміки змінюється повільно;
- відсутній вплив випадкових факторів [19].

## 7.2 Метод екологічної статистики

Екологічна статистика – галузь статистики природних ресурсів і навколишнього середовища. Включає дані про стан забруднення природних об'єктів – атмосферного повітря, природних водних об'єктів, ґрунтів, одержувані на підставі моніторингу. Якість природних об'єктів оцінюється показниками: кількість вимірів, середня концентрація, максимальна концентрація, повторюваність концентрації шкідливих домішок вище гранично припустимої концентрації. Дані екологічної статистики використовуються в соціально економічному аналізі для оцінки результатів заходів щодо зниження шкідливих викидів в атмосферу, забруднених стоків у природні водні об'єкти, визначення взаємозв'язку якості навколишнього середовища і станів здоров'я населення, а також визначення економічного збитку від забруднення навколишнього середовища в зв'язку зі зниженням врожайності сільськогосподарських культур, погіршенням продуктивності у тваринництві, підвищенням зносом будинків, споруджень і т. д.

Середовище і його структурні елементи характеризуються множиною специфічних ознак, кожна з яких має свої параметри. Параметр й це кількісна характеристика ознаки. Таких характеристик для кожної ознаки є чимало. Таким чином, параметрів середовища дуже багато і кожен з них потребує використання системи методів вимірювання. Основними ознаками середовища є:

- екологічний стан середовища;
- варіація властивостей і стосунків в середовищі;
- екологічні зв'язки в середовищі;
- динаміка і тенденція змін стану середовища.

Екологічний стан середовища й це природна ситуація, яка виникла внаслідок дії фізичних, хімічних і біологічних чинників. Його можна встановлювати вимірюванням і оцінкою двох основних параметрів: продуктивності і забруднення природного середовища [20].

Структурними частинами екологічної статистики є: статистика стану і забруднення атмосферного повітря; статистика стану, використання й охорони водних ресурсів; статистика землекористування і земельних угідь; статистика охорони і захисту лісу; статистика знешкодження відходів [20].

### **7.3 Висновки до сьомого розділу**

В даному розділі було розглянуто та вивчено статистичний аналіз тенденцій і закономірностей динаміки в екології, основні екологічні процеси та їх види. Також метод екологічної статистики, його структурні елементи та зв'язки.

## ВИСНОВКИ

В дипломній роботі було досліджено методи та засоби покращення виготовлення пива. Докладно вивчено та описано історію технології підготовки початкового сусла та процесу основного бродіння. На основі цього були проведені дослідження та аналіз впливу основних параметрів початкового сусла та процесу основного бродіння на кінцеву якість пива та ефективність його виготовлення. Було побудовано параметричну модель, в якій вплив на її зміну створюють вміст цукру, зміна біомаси та вміст етилового спирту. Проведений графічний тест Гілмора та побудована крива Херста.

В результаті проведених аналізів було виділено фактори, які значним чином впливають на процес виробництва пива. Також на основі цього було розроблено структуру систему інформаційної системи аналізу та управління процесом ферментації.

Проведено вибір та встановлення додаткових систем та давачів для покращення збору та аналізу даних процесу основного бродіння, у вигляді процесорного мікроконтролера Siemens S7-300 та його периферії, давачів температури, тиску та рефрактометра, для відслідковування процесу та степені ферментації молодого пива.

Окрім цього для даної системи було створено програму, що дозволяє відслідковувати та керувати основними процесами, що саме головне зберігати дані тиску температури та зброджування процесу для аналізу, впродовж певного періоду часу.

В ході дипломної роботи для відображення збережених показів було створено веб-програму, використовуючи фреймворк Angular що здатен на основі збережених даних побудувати графіки їх відображення.

Завдяки розробленій інформаційній системі можна значно оптимізувати процес основного бродіння пива, що призведе до покращення смакових якостей, здешевлення виробництва та зменшення затрат та відходів. Таким чином, розроблена інформаційна система доводить свою життєздатність, ефективність та необхідність впровадження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вольфганг Кунце Технологія пива К.: "Професія", 2001. - 912 с., – ISBN 3-921690-37-4
2. Міка Ріссанен, Юха Тахванайнен История пива. От монастырей до спортбаров / Антон Нікольський – К.: «Альпіна Паблішер» 2017 – 274с.
3. Укр пиво [Електронний ресурс] Історія пивоваріння – Режим доступу:– <http://ukrpivo.com/korisno-znati/istoriya-pivovarinnya> Дата доступу: 15.07.19 – Назва з екрана.
4. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с
5. Главачек Ф., Лхотский А. Пивоварение – Прага: Пищевая промышленность 1977 - с.624
6. Мошер Ренді «Смак пива» / Мошер Ренді Світанкова Лана К.:Видавництво старого лева 2018, 388с ISBN:978-617-679-488-2
7. Місюра М.Д. Математичні моделі технологічних процесів пивоварного виробництва як об'єктів автоматизації / М.Д. Місюра, В.Д. Кишенько // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2004. – №2 (14). – С. 241–246,
8. Романова, З. М. Оптимізація технології приготування пива шляхом вдосконалення процесу приготування пивного сусла З. М. Романова, В. С. Зубченко, М. С. Романов, О. А. Гушленко// Ukrainian Food Journal. Volume 2. Issue 1. – Київ : НУХТ, 2013. – Volume 2. Issue 1. – С. 7-13
9. Студентська література [Електронний ресурс]. – Показник Херста – Режим доступу до ресурсу: [https://studbooks.net/2197954/matematika\\_himiya\\_fizika/pokazatel\\_hersta\\_analiz\\_vremennyh\\_ryadov](https://studbooks.net/2197954/matematika_himiya_fizika/pokazatel_hersta_analiz_vremennyh_ryadov) Дата доступу: 25.07.19 – Назва з екрана.
10. Автоматизація процесів [Електронний ресурс]. – Автоматизація процесу ферментації – Режим доступу до ресурсу: <http://www.silogic.com.ua/industries/show?id=43> – Дата доступу: .12.08.19 Назва з екрана.

11. Автоматизація промисловості [Електронний ресурс]. — Контролери Simatic Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/ua/ru/products/avtomatizatsiya-promyshlennosti/sistemy-avtomatizatsii/promyshlennyye-sistemy-avtomatizatsii-simatic/kontrolery-simatic/s7.html> – Дата доступу: .12.08.19 – Назва з екрана.

12. Orange-business [Електронний ресурс]. – Brew better beer with iot – Режим доступу до ресурсу: <https://www.orange-business.com/en/magazine/brew-better-beer-with-iot> – Дата доступу: .14.08.19 Назва з екрана.

13. Технології Simatic [Електронний ресурс]. – Технології Simatic – Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/ua/ru/products/avtomatizatsiya-promyshlennosti/sistemy-avtomatizatsii/promyshlennyye-sistemy-avtomatizatsii-simatic/tekhnolohiyi-simatic.html> – Дата доступу: 12.08.19 Назва з екрана.

14. Блоки живлення Siemens [Електронний ресурс]. – Блок живлення PS307 – Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Product/6AG13071EA017AA0> – Дата доступу: 14.08.19 Назва з екрана.

15. Станції ET 200SP [Електронний ресурс]. — Станції ET 200SP – Режим доступу до ресурсу: <http://ste.ru/siemens/pdf/rus/ET200SP.pdf> Дата доступу: 25.07.19 – Назва з екрана.

16. Модуль інтерфейсів ET200 SP [Електронний ресурс]. – Модуль інтерфейсів ET200SP – Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Products/10170367> – Дата доступу: 15.08.19 Назва з екрана.

17. Базові блоки вводу-виводу [Електронний ресурс]. – Базові блоки вводу-виводу – Режим доступу до ресурсу: <http://ste.ru/siemens/pdf/rus/ET200SP.pdf> – Дата доступу: 17.08.19 Назва з екрана.

18. Возум [Електронний ресурс]. – Типи давачів – Режим доступу до ресурсу: <http://vozom.org.ua/index.php/elementna-baza-a-i-t/datchyky?showall=&start=1> – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.

19. Класифікація давачів [Електронний ресурс]. – Класифікація давачів – Режим доступу до ресурсу: [https://stud.com.ua/28685/bzhd/klasifikatsiya\\_datchikiv](https://stud.com.ua/28685/bzhd/klasifikatsiya_datchikiv) – Дата доступу: 20.08.19 Назва з екрана.

20. Давач рівня LMT 202 [Електронний ресурс]. – Давач рівня LMT 202 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ifm.com/ua/ru/product/LMT202> – Дата доступу: 22.08.19 Назва з екрана.

21. Temperature Sensors [Електронний ресурс]. – Temperature Sensors – Режим доступу до ресурсу: [https://www.electronics-tutorials.ws/io/io\\_3.html](https://www.electronics-tutorials.ws/io/io_3.html) – Дата доступу: .01.09.19 Назва з екрана.

22. Overview of temperatur sensors [Електронний ресурс]. – Огляд температурних давачів – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ni.com/ru-ru/innovations/white-papers/06/overview-of-temperature-sensors.html> – Дата доступу: .11.09.19 Назва з екрана.

23. Ifm Electronics [Електронний ресурс]. – Давач температури – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ifm.com/ua/ru/product/TA2542?tab=information> – Дата доступу: .12.09.19 Назва з екрана.

24. Ifm Electronics [Електронний ресурс]. – Давач тиску – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ifm.com/ua/product/PM1607?tab=information> – Дата доступу: 12.09.19 Назва з екрана.

25. What is a Refractometer [Електронний ресурс]. – Refractometer – Режим доступу до ресурсу: <https://www.coleparmer.com/tech-article/refractometers> – Дата доступу: 12.09.19 Назва з екрана.

26. Пристрої АТАГО [Електронний ресурс]. – АТАГО – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atago.net/хах> – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.

27. Пристрої АТАГО [Електронний ресурс]. – АТАГО CM CM-800α – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atago.net/product/?l&f=products-cm-top.php> – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

28. Step7-tia-portal Software [Електронний ресурс]. – Step7-tia-portal Software – Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/global>



/en/products/automation/industry-software/automation-software/tiaportal/software/step7-tia-portal.html – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

29. Dell Computers [Електронний ресурс]. – Desktop Computers Dell – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dell.com/en-us/work/shop/desktops-all-in-one-pcs/sc/desktops-n-workstations/optiplex-desktops> – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

30. Computers Dell [Електронний ресурс]. – OptiPlex 3060 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dell.com/business/p/optiplex-3060-micro/pd> – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

31. Intel UHD Graphics [Електронний ресурс]. – Intel UHD Graphics 630 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.intel.co.uk/content/www/uk/en/support/products/126790/graphics-drivers/graphics-for-8th-generation-intel-processors/intel-uhd-graphics-630.html> – Дата доступу: 25.09.19 Назва з екрана.

32. HP Compaq [Електронний ресурс]. – HP Compaq LE171 – Режим доступу до ресурсу: <https://support.hp.com/gb-en/document/c02889004> – Дата доступу: 25.09.19 Назва з екрана.

33. APC Back-UPS [Електронний ресурс]. – APC Back-UPS – Режим доступу до ресурсу: <https://www.apc.com/shop/ua/ru/products/-APC-Back-UPS-650-230-Schuko/P-BX650LI-GR> – Дата доступу: 18.09.19 Назва з екрана.

34. Developer Mozilla [Електронний ресурс]. – Що таке HTML – Режим доступу до ресурсу: [https://developer.mozilla.org/uk/docs/Learn/Getting\\_started\\_with\\_the\\_web/HTML\\_basics](https://developer.mozilla.org/uk/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics) – Дата доступу: 28.09.19 Назва з екрана.

35. Developer Mozilla [Електронний ресурс]. – Веб-технології для розробників CSS JavaScript – Режим доступу до ресурсу: <https://developer.mozilla.org/uk/docs/Web/CSS> – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

36. Developer Mozilla [Електронний ресурс]. – Інтерфейси веб API – Режим доступу до ресурсу: <https://developer.mozilla.org/uk/docs/Web/API> – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

37. Developer Mozilla [Електронний ресурс]. – Веб-технології для розробників JavaScript – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mozilla.org/js/> – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

38. Angular features & benefits [Електронний ресурс]. – FEATURES & BENEFITS Angular – Режим доступу до ресурсу: Angular <https://angular.io/features> – Дата доступу: 20.09.19 Назва з екрана.

39. Microsoft Visual Studio Code [Електронний ресурс]. – Visual Studio Code – Режим доступу до ресурсу: <https://code.visualstudio.com/docs> – Дата доступу: 21.09.19 Назва з екрана.

40. Visual Studio Code Typescript [Електронний ресурс]. – Visual Studio Code Typescript tutorial – Режим доступу до ресурсу: <https://code.visualstudio.com/docs/typescript/typescript-tutorial> – Дата доступу: 22.09.19 Назва з екрана.

41. GIT [Електронний ресурс]. – Git About – Режим доступу до ресурсу: <https://git-scm.com/about> – Дата доступу: 21.09.19 Назва з екрана.

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

43. Siemens TIA Portal [Електронний ресурс]. – Totally Integrated Automation Portal – Режим доступу до ресурсу: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrysoftware/automation-software/tia-portal.html> – Дата доступу: 25.09.19 Назва з екрана.

44. 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.

45. 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-robotodavac> – Дата доступу: 28.09.19 Назва з екрана.

46. 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: 25.09.19 Назва з екрана.

47. 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

48. 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: 18.09.19 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).

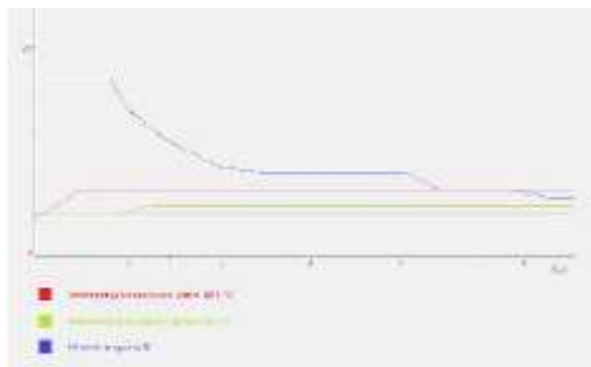


Рисунок 1. Покази датчиків під час основного бродіння сусле

### 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 давачі, 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, давачів, 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 та 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>



