

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформаційних систем та технологій

«На правах рукопису»
УДК 004.8

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«06» червня 2022 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**за освітньо-науковою програмою «Інформаційне забезпечення
робототехнічних систем»**

зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»

**на тему: «Інтелектуальна система вихідного контролю роботизованого
виробництва»**

Виконав:

студент «ІІ курсу, групи ІК-01мн

Геращенко Вадим Андрійович

Керівник:

доцент, к.т.н., доц.,

Пасько Віктор Петрович

Рецензент:

доцент, к.т.н., доц.,

Ліхоузова Тетяна Анітоліївна

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2022 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем та технологій

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

Освітньо-наукова програма «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«06» червня 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Геращенко Вадиму Андрійовичу

1. Тема дисертації «Інтелектуальна система вихідного контролю роботизованого виробництва», науковий керівник дисертації Пасько Віктор Петрович, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «26» квітня 2022 р. № НС/88/2022
2. Термін подання студентом дисертації: «08» червня 2022 р.
3. Об'єкт дослідження – вихідний контроль роботизованого виробництва.
4. Предмет дослідження – інтелектуальна система підтримки прийняття рішень.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: визначення структури інтелектуальної системи вихідного контролю, розробка алгоритму роботи ІС за визначеними критеріями, дослідження роботи різних алгоритмів, вибір оптимального алгоритму для рішення поставленої задачі.
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу
 - Структурна схема інтелектуальної системи ЕСКОНТ;
 - Структурна схема інтелектуальної системи ВІБРЕКС;
 - Структурна схема інтелектуальної системи ЕСТРІ;

- Структурна схема інтелектуальної системи вихідного контролю роботизованого виробництва;
- Структурна схема поведінки ІС;
- Структурна схема поетапної роботи ІС;
- Алгоритм роботи інтелектуальної системи;
- Структурна схема бази даних інтелектуальної системи.

7. Дата видачі завдання

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз підходів до вихідного контролю	08.04.2022 - 12.04.2022	
2	Формування вимог до інтелектуальних систем	13.04.2022 - 20.04.2022	
3	Проектування платформи та компонентів, що необхідні для роботи системи та її інтеграції з роботизованим виробництвом	21.04.2022 - 10.05.2022	
4	Розробка компонентів системи, її дослідження та тестування	11.05.2022 - 13.05.2022	
5	Формування результатів проекту та оформлення звіту роботи	14.05.2022 - 20.05.2022	
6	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2022 - 31.05.2022	
7	Перший передзахист	25.05.2022	
8	Другий передзахист	10.06.2022	
9	Захист	16.06.2022	

Студент

Вадим ГЕРАЩЕНКО

Науковий керівник

Віктор ПАСЬКО

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня «магістр» за освітньо-науковою програмою підготовки «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» на тему «Автоматизована система збору та транспортування твердих відходів міста». Дисертація містить 108 сторінок, 18 рисунків, 15 таблиць, додатки, 25 джерел, 8 ілюстративних матеріалів.

Актуальність: У наш час вже неможливо обійтися без робототехнічних систем, що самостійно виконують поставлені задачі. Наразі людство не відчуває складності розробки тієї чи іншої деталі. Більшість складних виробничих процесів перейняли роботизовані виробництва.

Виникає гостре питання вихідного контролю та покращення ефективності роботи подібних систем.

Мета магістерської дисертації: підвищення ефективності роботизованого виробництва.

Об'єкт дослідження: вихідний контроль роботизованого виробництва

Предмет дослідження: інтелектуальна система підтримки прийняття рішень.

Наукова новизна: У результаті проведених досліджень було запропоновано нову методологію покращення вже існуючих систем вихідного контролю на виробництві завдяки зведенню задачі до часового ряду та прогнозу можливих ушкоджень у майбутньому. Сформовано та описано алгоритми покращення для більшості комплексних виробництв. Проведено дослідження та проаналізовано результати виконання.

Ключові слова: РОБОТИЗОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО, ВИХІДНИЙ КОНТРОЛЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ, РЕМОНТНІ РОБОТИ, ЗАДАЧА ПРОГНОЗУВАННЯ, НЕЙРОННА МЕРЕЖА.

ABSTRACT

Master's dissertation for the degree of "master" in the educational and scientific training program "Information support of robotic systems" on "Automated system of collection and transportation of solid waste of the city." The dissertation contains 108 pages, 18 figures, 15 tables, appendices, 25 sources, 8 drawings.

Relevance: Nowadays, it is impossible to do without robotic systems that perform tasks independently. At present, humanity does not feel the difficulty of developing a particular detail. Most complex production processes have taken over robotic production.

There is an acute issue of initial control and improving the efficiency of such systems.

The purpose of the master's dissertation: to increase the efficiency of robotic production.

Object of research: initial control of robotic production

Subject of research: intelligent decision support system.

Scientific novelty: As a result of the conducted researches the new methodology of improvement of already existing systems of initial control on manufacture by reduction of a task to a time series and the forecast of possible damages in the future has been offered. Algorithms of improvement for the majority of complex manufactures are formed and described. Research was conducted and the results of the implementation were analyzed.

Key words: ROBOTIC PRODUCTION, OUTPUT CONTROL, WORK EFFICIENCY, REPAIR WORKS, FORECASTING PROBLEM, NEURAL NETWORK.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ.....	11
1.1 Розвиток сучасних систем контролю	11
1.2 Контроль якості у виробництві	17
1.3 Принципи забезпечення та управління контролем.....	21
Висновок до розділу	25
2 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	27
2.1 Створення систем вихідного контролю у виробництві	28
2.2 Функції управління контролем: мотивація персоналу	33
2.3 Значення вихідного контролю для виробництва.....	36
2.4 Види технічного контролю за якістю продукції.....	37
Висновок до розділу	47
3 ОПИС ФУНКЦІОНАЛУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА	49
3.1 Використання нейронної мережі.....	49
3.2 Зведення задачі до прогнозування	58
3.3 Опис основного функціоналу ІС	63
3.4 Опис архітектури додатку ІС	67
Висновок до розділу	71
4 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ЗА ОБЧИСЛЕННЯМ ЧИСЛОВОГО РЯДУ ПОКАЗНИКІВ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ У ВИРОБНИЦТВІ.....	74
4.1 Ефективне перетворення даних	74
4.2 Машинне навчання	76
4.3 Постановка завдання дослідження	77
4.4 Середовище виконання	79
4.5 Модель нейромережі	79
4.6 Структура мережі	80

4.7	Навчання мережі	83
4.8	Експериментальне дослідження обраної нейромережі	85
4.8.1	Планування експериментів	85
4.8.2	Результати експериментів.....	86
	Висновок до розділу	91
5	ТЕСТУВАННЯ РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА	93
5.1	Вибір системи для тестування	94
5.2	Проведення розрахунків та перевірка роботи інтелектуальної системи	96
5.3	Залучення нейронної мережі	100
	Висновки до розділу	103
	ВИСНОВКИ	104
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	106

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ЕС – експертна система

ІС – інтелектуальна система

ПК – персональний комп'ютер

БД – база даних

ІСПР – інтелектуальна система підтримки прийняття рішень

ІІТ – інтелектуальні інформаційні технології

РС – рефлексорна система

ІІС – інформаційна інтелектуальна система

RNN – рекурентна нейронна мережа

LSTM – довга короткочасна пам'ять

ВСТУП

Дана робота описує технологію за якою більшість автоматизованих виробництв може поліпшити систему контролю вихідних продуктів під час поетапного збору. Покращення цієї сторони може зекономити багато часу на визначення несправності компонентів технологічної збору на кожному етапі. А використання нових технологій, що зможуть допомогти нам у цьому роблять можливим значно покращити ефективність виробництва загалом.

Актуальність сучасні технології та застосування їх у нових сферах повсякденного життя наразі дуже актуальна тема. Кожного дня все більше можливостей для застосування автоматизації, без перебільшення, у всіх сферах життєдіяльності людини.

Нові технології можна зустріти у багатьох галузях, наприклад автомобілебудування, а саме нові помічники, що допомагають водію у будь-яких ситуаціях на дорозі, від паркування авто до безпечного керування взимку. Що там і казати про можливість автівок самостійно рухатись дорогами з мінімальною допомогою зі сторони водія. Додавання чогось нового є невід'ємною частиною життя людини і руху вперед за ступенями еволюції. Технології стають все розумнішими і співіснування людини та автоматизації все більш тісно зв'язано між собою.

Не винятком є і автоматизація виробничих процесів. З кожним роком все більше можна помітити тенденцію зростання робото-технічних технологій на будь-якому напрямку виробництва. Усе більше і більше монотонної роботи виконують саме автоматичні прилади що керуються людьми, або є повністю автономними.

Об'єкт дослідження: вихідний контроль роботизованого виробництва.

Предмет дослідження: інтелектуальна система підтримки прийняття рішень

Метою дисертації підвищення ефективності виробництва та впровадження інтелектуальної системи вихідного контролю роботизованого виробництва.

Задачі які необхідно виконати:

- визначення структури інтелектуальної системи вихідного контролю;
- розробка алгоритму роботи ІС за визначеними критеріями;
- дослідження роботи різних алгоритмів;
- вибір оптимального алгоритму для рішення поставленої задачі.

Метою дослідження є покращення точності результатів обчислення задачі прогнозування.

Задачі дослідження:

- визначення структури нейронної мережі;
- проведення експериментів на тестовій виборці даних;
- визначення оптимальної кількості шарів та нейронів на кожному з них;
- вибір оптимальної побудови мережі.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті проведених досліджень було запропоновано нову методологію покращення вже існуючих систем вихідного контролю на виробництві завдяки зведенню задачі до часового ряду та прогнозу можливих ушкоджень у майбутньому. Сформовано та описано алгоритми покращення для більшості комплексних виробництв. Проведено дослідження та проаналізовано результати виконання.

1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ

У цьому розділі аналізуються види інтелектуальних систем вихідного контролю та їх використання у виробництві. Також враховуються вимоги та фактори, що впливають на роботу систем автоматизації на виробництві.

Аналіз виявив, що однією з головних вимог до будь-якого виробництва є безпека працівників. На сьогоднішній день існує багато галузей, в яких не можна повністю виключити участь людини. Оскільки це може завдати шкоди здоров'ю працівників, цю можливість слід звести до мінімуму. Ще одне питання, яке потребує вирішення – швидкість відновлення зламаних деталей, машин. При цьому втрачаються пільги по безробіттю. Якщо час простою для ремонту невід'ємної частини занадто тривалий, а внаслідок цього втрати є значними, час простою слід скоротити за рахунок додаткових витрат на користь виробництва, таких як обслуговування важливих компонентів, які з більшою ймовірністю вийдуть з ладу. Усі стандарти забезпечені державними стандартами.

Розглядаються також види інтелектуальних автоматизованих систем вихідного контролю. Основними критеріями таких систем є: безпека виробництва, тобто своєчасне відключення системи у важких випадках. Ремонтні роботи виробничих агрегатів, тобто своєчасне обслуговування всіх частин конвеєра. Проте жодна із систем не враховує простої при ремонті, заміні та технічному огляді автоматизованих виробничих ділянок. Завдяки такому аналізу можна розробити систему, яка не тільки знизить рівень виробництва, але й зменшить час простою та підвищить ефективність.

1.1 Розвиток сучасних систем контролю

Розвиток систем якості почався на початку 20 століття і характеризується п'ятьма зірками.

Перша зірка відповідає раннім етапам системного підходу, коли з'явилася перша система – система Тейлора. Він встановлює вимоги до якості виробів (компонентів) у вигляді полів допуску або певних стандартів, визначених у верхній і нижній межі допуску – прохідних і непрохідних калібрів.

Для забезпечення успішної роботи системи Taylor були залучені перші професіонали якості – інспектори.

Система заохочення передбачала стягнення за недоліки, а також звільнення.

Система навчання обмежувалась професійною підготовкою та підготовкою до роботи з вимірювально-контрольною апаратурою.

Взаємовідносини з постачальниками та споживачами будувались на вимогах, викладених у Технічних умовах, виконання яких перевірялося під час приймально-здавальної перевірки (входу та виходу).

Всі перераховані вище особливості системи Тейлора зробили систему управління якістю для кожного окремого товару.

Друга зірка. Система Taylor забезпечила чудовий механізм контролю якості для кожного конкретного продукту (компонента, складальної одиниці), але виробництво — це процес. І незабаром стало зрозуміло, що процесами потрібно керувати.

У 1924 році команда на чолі з Dr. RL Jones створила BELL Telephone Leboetriz (тепер AT&T Corporation), щоб закласти основу для управління якістю статистики. Це були розробка контрольних карт Уолтером Шухартом, перші концепції та схеми вибіркового контролю якості, розроблені Х. Доджем і Х. Ромігом.

Ця робота стала початком статистичних методів управління якістю, які пізніше, завдяки Е. Демінгу, набули великого поширення в Японії і зробили дуже значний вплив на економічну революцію в цій країні.

Системи якості стали складнішими, оскільки до них входять послуги, які використовують статистичні методи. Проблеми якості перед конструкторами, технологами та робітниками також стали складнішими, оскільки вони повинні були розуміти, що таке мінливість і мінливість, і знати, як їх зменшити. Є спеціальність – інженер з якості, який повинен аналізувати якість і дефекти продукції, будувати контрольні карти та багато іншого.

Загалом акцент перемістився з огляду та виявлення дефектів до запобігання їх шляхом виявлення причин дефектів та їх усунення шляхом вивчення процедур та управління ними.

Мотивація до роботи стала складнішою, тому що зараз враховано точність процедури, спосіб аналізу певних контрольних карток, положень та контрольних карток.

До професійної підготовки додалося навчання статистичним методам аналізу, регулювання та контролю.

Взаємовідносини постачальник-споживач ускладнилися. Більшу роль у них почали відігравати формальні приймальні таблиці та статистичний контроль.

Третя зірка. У 50-х роках була запропонована концепція тотального управління якістю – TQC (Total Quality Control). Його автором був американський учений А. Фейгенбаум. Система TQC була розроблена в Японії з більшим акцентом на використання статистичних методів і залучення персоналу до роботи циклів якості. Самі японці вже давно наголошують, що використовують підхід TQS (Total Quality Statistical).

На цьому етапі, відзначеному третьою зіркою, з'явився він задокументовані системи якості, що встановлюють відповідальність і повноваження, а також співробітництво у сфері якості всього менеджменту компанії, а не лише спеціальних послуг якості.

Системи стимулювання почали переходити на людський фактор. Зменшилися матеріальні стимули, піднявся моральний дух. Основними мотивами якісної роботи були командна робота, визнання досягнень колегами та керівництвом, зацікавленість компанії в майбутньому співробітника, його страхування та підтримка сім'ї.

Все більше уваги приділяється навчанню. В Японії та Кореї Співробітники навчаються в середньому від кількох тижнів до місяця, включаючи самонавчання.

Звичайно, застосування та розвиток концепції TQC у різних країнах світу було неоднаково. Безперечним лідером у цьому питанні стала Японія, хоча всі основні ідеї TQC народилися в США та Європі. В результаті американцям і європейцям довелося вчитися у японців. Проте це навчання супроводжувалося інноваціями.

В Європі велика увага приділяється документації систем забезпечення якості та їх реєстрації чи сертифікації третьою незалежною стороною. Особливої уваги заслуговує британська модель BS 7750, яка значно підвищила інтерес європейців до проблеми безпеки якості та сертифікація систем якості.

Системи постачальник-споживач також починають впроваджувати сторонню сертифікацію продукції. При цьому вимоги до якості в договорах стали серйознішими, а гарантії їх виконання стали більш відповідальними.

Слід зазначити, що етап розвитку системного, інтегрованого управління якістю не проходив через Радянський Союз. Тут створено багато домашніх систем і однією з найкращих є система CANARSPI

«Якість, надійність, ресурс з перших продуктів», яка безперечно випередила свій час. Багато принципів CANARSPI актуальні й сьогодні. Автором системи був головний інженер Горьковського авіазаводу імені Т. Ф. Сейфі. Він одним із перших зрозумів роль інформації та знань в

управлінні якістю, переніс акценти забезпечення якості з виробництва на проектування, надав великого значення тестуванню. Справедливо вважати TF Safe прекрасним експертом з управління якістю, і його ім'я має стояти поруч із такими іменами, як А. Фейгенбаум, Г. Тагуті, Е. Шиллінг, Х. Вадсвордт.

Четверта зірка. Перехід від повного управління якістю до повного управління якістю (TQM) почався в 1970-х і 1980-х роках. В даний час існує ряд нових міжнародних стандартів на системи якості ISO 9000 (1987), які зробили значний вплив на управління та забезпечення якості. Якщо контроль якості — це управління якістю для задоволення встановлених вимог, то TQM — це також управління цілями та самими вимогами.

TQM також включає забезпечення якості, яке трактується як система заходів щодо забезпечення довіри споживачів до якості продукції.

Система TQM — це повна система, яка зосереджена на постійному покращенні якості, мінімізації витрат виробництва та своєчасній доставці. Основна філософія TQM заснована на принципі — немає меж удосконаленню. З точки зору якості є орієнтир цілі — прагнення до 0 дефектів, собівартість — 0 невиробничих витрат, постачання — точно в термін.

При цьому усвідомлюється, що досягти цих меж неможливо, але до цього потрібно постійно прагнути і не зупинятися на досягнутих результатах. У цій філософії є спеціальний термін — «постійне покращення якості». Система TQM використовує адекватні методи управління якістю. Одна з ключових особливостей системи це використання колективних форм і методів пошуку, аналізу та вирішення проблем, постійна участь у підвищенні якості всього колективу. У TQM істотно зростає роль особистості та підготовки персоналу. Мотивація досягає такого стану, коли люди настільки захоплені роботою, що залишають частину відпустки,

залишаються на роботі і продовжують працювати вдома. З'явився новий тип робітників – трудоголіки.

Навчання стає комплексним і безперервним, супроводжує співробітників протягом усієї роботи. Суттєво змінюються схеми навчання, активізуються – використовуються професійні ігри, спеціальні тести, комп'ютерні методики тощо.

Навчання стає частиною мотивації, адже добре навчена людина впевненіше почувається в колективі, здатна керувати, має кар'єрні переваги. Для розвитку творчих здібностей працівників розробляються та застосовуються спеціальні методи.

Сертифікація систем якості на відповідність стандартам ISO 9000 повністю інтегрована у відносини між постачальниками та споживачами. Основною метою систем якості на основі стандартів ISO серії 9000 є забезпечення якості продукції, що вимагається замовником.

Відповідно, використовувані системні механізми, методи та інструменти орієнтуються на досягнення цієї мети. У той же час у стандартах серії ISO 9000 цілі економічної ефективності досить слабкі, а своєчасне виконання просто відсутнє.

Але незважаючи на те, що система не вирішує всіх проблем, необхідна для забезпечення конкурентоспроможності, популярність системи зростає і сьогодні займає міцні позиції в ринковому механізмі. Зовнішнім показником того, чи є у компанії система якості за стандартами серії ISO 9000, є сертифікат системи управління якістю.

Як наслідок, у багатьох випадках компанія має сертифікат системи менеджменту якості став однією з головних умов його прийняття на тендерах на участь у різноманітних проектах. Сертифікати на систему управління якістю широко використовуються в страхових компаніях – сертифікат свідчить про надійність компанії, тому компанії часто надаються пільгові умови страхування. В його присутності сертифікат

системи управління якістю страхових відшкодувань знижуються на 25 – 50%, процентна ставка за кредитом зменшується в 1,5 – 2,0 рази.

Щоб компанії були успішними на сучасному ринку, вони повинні мати систему управління якістю, що відповідає стандартам серії ISO 9000, і сертифікат на неї, можливо, недостатньо, але обов'язкова умова. Тому в Росії та Україні вже є тисячі компаній, які застосували стандарти і сертифікати серії ISO 9000 для своїх кісткових систем.

П'ята зірка. У 1990-х роках вплив суспільства на бізнес посилювався і підприємства почали враховувати інтереси суспільства. Це призвело до появи стандартів ISO 14000, які встановлюють вимоги до систем менеджменту з точки зору захисту навколишнього середовища та безпеки продукції.

Сертифікація систем якості на відповідність стандартам ISO 14000 не менш популярна, ніж відповідність стандартам ISO 9000.

Значно зріс вплив гуманітарної складової якості. Зростає увага керівників підприємств до задоволення потреб свого персоналу.

Так, в автомобільній промисловості зроблено важливий крок. Три найбільші американські автомобільні компанії розробили в 1990 році (1994 – друге видання) стандарт OS-9000 "Вимоги до систем якості". І хоча він заснований на стандарті ISO 9001, його вимоги посилені у промисловості (автомобілів), а також індивідуальні вимоги кожного з членів Великої трійки та п'яти найбільших виробників вантажівок.

Застосування стандартів ISO 14000 і OS-9000, а також методів самооцінки для моделей European Quality Award – головне досягнення сцени, яка характеризується п'ятою зіркою.

1.2 Контроль якості у виробництві

Найважливішим джерелом підвищення ефективності виробництва є постійне підвищення технічного рівня та якості продукції. Розвиток

ринкової економіки визначив нові пріоритети розвитку національного виробництва: підвищення конкурентоспроможності продукту. Здійснення переходу від сировинної промисловості до переробної, задоволення зростаючих потреб населення, створення національної системи забезпечення безпеки та високої якості споживаної продукції.

Досвідчені фахівці точно знають, що потрібно для досягнення високої якості продукції. Якщо все це систематизувати та узагальнити, то можна стверджувати, що для забезпечення необхідного рівня якості необхідна не лише відповідна матеріальна база та зацікавлені, спеціалізовані кадри, а й добре організована організація роботи, в тому числі управління. Звідси зростаючий інтерес до управління якістю з боку компаній, які усвідомили істину: навіть маючи сучасну технологічну базу та кваліфікованих працівників, не можна розраховувати на стабільну якість продукції без впровадження чіткої системи якості, що відповідає сучасному рівню.

Якість продукції є одним із ключових факторів успішної діяльності підприємств в умовах ринкової економіки. Якість — це об'єктивно існуюча сукупність властивостей і характеристик товару, що визначає його придатність для використання за призначенням. Ці властивості та характеристики формуються під час створення виробів і залежно від вимог замовників можуть бути дуже різними як за рівнем, так і за поєднанням. Тому під забезпеченням якості має сенс розуміти процес формування необхідних властивостей і характеристик продукції. І не просто процес, а результат, коли кажуть необхідну якість забезпечено.

Якість як продуктів, так і послуг є стандартною категорією. Вимоги до якості визначаються і визначаються в нормативних і нормативно-технічних документах: державні, промислові, корпоративні стандарти, технічні умови на продукцію, технічні умови на проектування або модернізацію продукції, проекти, технологічні карти та технологічні

регламенти, карти контролю якості. Також відзначають таку якісну характеристику, як нестабільність, мінливість якості продукції, що проявляється не тільки в двох загальних тенденціях фізичного і морального старіння. Існують так звані якісні відхилення від встановлених вимог. Вони надзвичайно різні і викликані вже не економічною та технологічною природою, а зовнішніми умовами: порушеннями правил та умов експлуатації, помилками програмістів і виробників, порушеннями виробничої дисципліни, дефектами обладнання, з яким виготовляється та використовується продукція, тощо. Одним із факторів, що впливає на варіативність оцінок якості, є мінливість і нестабільність потреб. Параметри продукту можуть суворо відповідати нормативно-технічній документації, але вимоги споживачів змінюються і якість погіршується або повністю втрачається при незмінних параметрах. Можна сказати, що якість продукції знаходиться в постійному русі. Тому якість визначає хронічно нестабільний об'єкт. Це об'єктивна реальність, з якою вам доведеться зіткнутися.

Перш ніж почати розвивати діяльність, необхідно мати відповідну інформацію. Реакція споживачів на якість продукції – це зворотний зв'язок, який диктує необхідність управління якістю. Джерела інформації, що оцінюють якість продукції від споживачів, різноманітні.

Загалом документацію з якості поділяють на програмно-директивну, нормативно-технологічну, технічну контрольну, правову та звітно-інформаційну.

- Проектні та інструкційні документи виконують найважливішу функцію в управлінні якістю – функцію розробки та передбачення покращення якості у всіх її аспектах.
- Нормативно-технологічні документи – це державні стандарти на сировину і готову продукцію, методи виробництва, паспорти

продукції, технологічні схеми та інструкції, документи про сертифікацію взуття, стандарти якості робіт.

- Документ технічного огляду – це взаємовідносини між працівниками у сфері контролю якості.
- Правові та правові документи поділяються за якістю на документи загальнодержавного значення, префектурні та створюються безпосередньо в компаніях.
- Довідково-інформаційні документи – надають необхідну інформацію для прийняття рішень за основними напрямками:
 - Виконання плану за показниками якості.
 - Технологічне дослідження та вивчення дефектів.
 - Стимулювання працівників за якісну роботу.
 - Взяття на себе фінансової відповідальності за прийнятний шлюб.
 - Фінансові відносини з покупцями та постачальниками.
 - Фінансова оцінка роботи компанії з точки зору якості продукції.

Таким чином, підсумовуючи вищесказане, можна відзначити наступне: глобалізація економіки та розвиток міжнародної торгівлі та трудових відносин підвищують вимоги до споживачів за якістю продукції. Споживач має можливість вибирати з великої кількості постачальників і диктувати свої вимоги до якості товару, який він готовий придбати. І якщо раніше споживача влаштовувало підтвердження якості самих товарів і послуг, то тепер він хоче мати підтвердження того, що виробництво товарів, за які він збирається платити гроші, організовано таким чином, щоб реально забезпечити заявлену якість.

Якість стала одним із найпопулярніших гасел кінця ХХ - початку ХХІ століття. Якість товарів і послуг. Якість в технологіях і бізнес-процесах, пов'язаних з виробництвом товарів і послуг. Якість, яка існує і може бути підтверджена, оскільки вона задокументована.

1.3 Принципи забезпечення та управління контролем

Стандартною категорією, міжнародним стандартом якості є стандарт ISO. 1 січня 2001 року набула чинності версія ISO 9000/2000. Ця версія більше не включає альтернативні моделі забезпечення якості для сертифікації. З 2001 року лише одна повномасштабна система якості може бути сертифікована відповідно до стандарту ISO 9000. Оновлення міжнародних стандартів управління якістю Серія ISO 9000 базується на восьми ключових принципах управління якістю, які дотримуються провідних міжнародних компаній.

1. Орієнтація на споживача. Стратегічна орієнтація на клієнта методично та технічно є життєво важливою для будь-якої організації та будь-якого бізнесу, що працює на конкурентному ринку.
2. Роль лідерства. Відповідно до цього адміністратор повинен створити необхідні умови для успішної реалізації всіх принципів управління якістю системи.
3. Участь працівників. Це одне з основних положень, згідно з яким кожен працівник має бути залучений до діяльності з управління якістю. Необхідно домогтися того, щоб у кожного була внутрішня потреба у вдосконаленні.
4. Процесний підхід. Процес — це діяльність, яка спрямована на досягнення встановленої мети, що має кількісне вираження — результат. Тому, щоб застосувати процесний підхід, організаційну систему необхідно переорієнтувати з оперативного управління на управління результатами, що має забезпечити підвищення ефективності системи та конкурентоспроможності бізнесу.
5. Системний підхід до управління. Відповідно до цих принципів виробництво товарів, послуг та управління розглядається як сукупність взаємопов'язаних процесів і кожен процес розглядається як система, що має свої входи та виходи, своїх «постачальників» і

«споживачів» в управлінні, на якому базується на ієрархічній організаційній структурі.

6. Постійне вдосконалення. Двадцять років тому стратегія якості була заснована на концепції найкращої якості. Досвід японської, а потім американської та європейської промисловості показав, що встановлювати межі вдосконалення неприпустимо, саме вдосконалення має бути системою і невід'ємною частиною системи управління.
7. Прийняття рішень на основі фактів. Застосування цього принципу покликане виключити ірраціональні рішення, які зазвичай називають сильними. Необхідно збирати й аналізувати дані та на їх основі приймати рішення. Найбільш поширеними зараз є статистичні методи контролю, аналізу та коригування.
8. Взаємовигідні відносини з постачальниками. Цей принцип, суть якого очевидна в найпростіших випадках, необхідно застосовувати як до зовнішніх, так і до внутрішніх постачальників.

Під час обговорення проблем якості в компаніях згадується широкий спектр факторів, які перешкоджають вирішенню цих проблем: це якість дизайну та рівень технології та якість продукції та матеріалів, що закуповуються, заробітна плата та кваліфікація працівників. співробітників. , умови праці тощо. Зараз, з розвитком науки менеджменту, можна сказати, що забезпечення якості вимагає:

- матеріальна база (придбана продукція та матеріали, технологічне обладнання та випробувальне обладнання, засоби виміральної техніки, будівлі, споруди, транспорт тощо);
- спеціалізований персонал, зацікавлений у хорошій роботі (людський фактор);
- продумана організаційна структура та чітке управління компанією загалом та управління якістю зокрема.

Перші два фактори – активний спеціалізований персонал і матеріальна база – визначають необхідну основу для виробництва високоякісної продукції. Тому їх, очевидно, можна вважати основою, основою якості. Третій фактор – організація та управління бізнесом – завершує фундамент і дозволяє реалізувати можливості, створені матеріальною базою та людським фактором.

Першочерговим моментом, з якого необхідно починати вирішення проблеми якості, є людський фактор і в ньому полягає зацікавленість працівників у підвищенні якості продукції. Пояснюється це, насамперед, тим, що самовідданий працівник не буде добре працювати навіть з відмінним обладнанням, а зацікавлений працівник буде шукати, знаходити і використовувати будь-які можливості для досягнення високої якості продукції.

Тільки зацікавленість співробітників компанії може розірвати замкнене коло, яке може розвинути в економіці і призвести до виробництва неякісної продукції.

Суть цього порочного кола полягає в тому, що виробнику обладнання важко забезпечити якість за допомогою поганих матеріалів, а постачальнику матеріалів так само важко підвищити його якість за допомогою неякісного обладнання.

Іншими словами, лише інтерес, підкріплений хорошою матеріальною базою, може стати основою, на якій реально можна підвищити якість продукції.

Під управлінням якістю слід розуміти вплив на виробничий процес з метою забезпечення необхідної якості продукції. Таке розуміння менеджменту включає три елементи: суб'єкт управління (який впливає), об'єкт управління (на який вплив воно орієнтується) та сам процес впливу.

Фактори, що впливають на якість, включають верстати та інше виробниче обладнання:

- професійні навички;
- знання;
- навички;
- психосоматичне здоров'я працівників.

Термінів забезпечення якості, що оточують прямокутник факторів, багато. До них належать:

- характер виробничого процесу, його інтенсивність, темп, тривалість;
- кліматичний стан навколишнього середовища та промислових районів;
- дизайн і виготовлення інтер'єру;
- характер матеріальних і моральних мотивів;
- етичний та психологічний клімат у виробничому колективі;
- форми організації інформаційного обслуговування та рівень оснащення робочих місць;
- стан соціально-матеріального середовища працівників.

Фактори необхідно ділити з умовами. Змінюються властивості сировини до заданого рівня якості засобів виробництва і праці. На їх можливості впливають умови, в яких вони взаємодіють. Практика показує, що такий поділ дозволяє не тільки чіткіше організувати роботу за якістю, а й визначити більш обдумані та ефективні заходи для забезпечення бажаної якості.

Якщо є відхилення від заданих параметрів якості, які виявляються в блоці порівняння та прийняття рішень, блок впливу штовхає на усунення цих відхилень і спрямовує зусилля на фактори або умови, або на те й інше. Заходи впливу та їх комбінації залежать від характеру та розміру розбіжностей у якості та ефективності деяких можливих варіантів невідповідності.

Усі працюють за універсальною системою, але частіше робітники, майстри, інспектори контролю якості. Для них план якості міститься в

кресленнях, технологічній операції та схемах контролю. Вони самі безпосередньо порівнюють реальні та якісні параметри, визначені в технологічній документації, як правило, самі вирішують, як усунути невідповідність. Тут механізм управління якістю знаходиться в руках працівника і його діяльність залежить від його професійних навичок і знань. Вона як би закладена в самому працівника і в умовах, в яких йому доводиться працювати.

У цьому випадку універсальна система управління якістю функціонує як первинна схема, первинна ланка будь-якої складної, різноманітної якісної роботи.

Проте чим вищий рівень концентрації виробництва, його спеціалізації та кооперації, тим вищий рівень системи якості і, отже, складніший механізм, що забезпечує її функціонування.

Висновок до розділу

1. У даному розділі розглянуто математичне програмне забезпечення з еволюційних розрахунків та генетичних алгоритмів, комп'ютерні системи спілкування людини з природною мовою, когнітивні моделі, автоматизовані системи підтримки прийняття рішень, системи стратегічного планування, інструменти технічного аналізу.
2. Визначено впровадження автоматизованих систем для будь-яких процесів почало своє життя в далекому минулому. Перші системи прийняття рішень у корпоративному світі були побудовані для контролю ефективного використання ресурсів. Вже після цього використовувалися дослідження, які враховували духовну активність людини у вирішенні різноманітних завдань. Все більше і більше інтелектуальних систем обробляли великі обсяги інформації і розробляли рекомендації, системи підтримки прийняття рішень.

Більшість компаній вже використовують розумні системи для вирішення будь-якої ситуації.

3. Визначено що головною метою впровадження технологій є підвищення ефективності виробництва роботів за допомогою інтелектуальної системи вихідного контролю на роботизованому виробництві, яка оптимізує виробництво відповідно до стандартів.
4. Розглянуто основні положення використання автоматичних систем контролю якості, наведені певні методи та способи їх використання. Перевірено, як саме працюють аналогові системи, та визначено основні критерії роботи подібних систем. Визначено значення якості у виробництві та основні принципи забезпечення якості на будь-яких виробництвах.

2 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

У цьому розділі розглядаються сучасні технології побудови інтелектуальних систем. Деякі з них – технології LISP, CLISP, Prolog. Кожна технологія тестується окремо, використовується серія аналізів.

Аналіз визначив перелік методів та інструментів, необхідних для створення інтелектуальної системи та відображення її роботи на практиці. Встановлено, що сучасні засоби розробки інтелектуальних систем базуються на простому логічному рішенні. Розумні мови програмування тісно пов'язані з логічним результатом події. У залежності від багатьох факторів формується експертиза системи і приймається рішення кожного завдання.

В даний час LISP обрано як основу для побудови інтелектуальної системи. Однак використання однієї технології недостатньо, щоб зрозуміти рішення інтелектуальної системи діагностувати роботизовану зону та покращити продуктивність. Для завдання моделювання операційної системи та візуальної роботи інтелектуальної системи були обрані: об'єктно-орієнтована мова програмування Java, мова програмування JavaScript, Spring Frame, Angular Frame. Для обчислення чисельного ряду що надходить з вимірювальних приладів контролю буде застосовано нейронну мережу, що може завдяки правильному навчанню з більшою вірогідністю дізнатися про майбутні злами ще задовго до них, що значно збільшить ефективність системи та зменшить час простою.

Оскільки мова програмування Java дозволяє використовувати бібліотеку LISP, яка дозволяє візуалізувати роботу інтелектуальної системи. Дві доступні фреймворки дозволяють візуалізувати роботу за допомогою веб-додатка.

2.1 Створення систем вихідного контролю у виробництві

Розуміти розробку та впровадження систем якості в підприємницьку діяльність. Як правило, рішення про створення системи якості приймається керівництвом підприємства під впливом вимог конкретних клієнтів або ситуації на ринках.

Система якості — це сукупність структур, які виконують функції управління якістю стандартними методами. Тому розробка системи якості в основному полягає у визначенні спочатку, враховуючи рекомендації стандартів ISO 9000, складу необхідних функцій системи якості, а потім структур, які виконують або будуть виконувати ці функції. Після цього розробляються, переглядаються або використовуються для виконання всіх функцій нові нормативні документи.

Впровадження системи якості включає внутрішні засоби контролю системи з метою перевірки правильного розподілу функцій між підрозділами, їх застосовності, а також достатності та якості необхідної нормативної документації.

Створення системи якості зазвичай починається з інформаційної зустрічі з керівництвом компанії. Потім керівництво вирішує створити систему якості та створити службу якості на чолі з представником вищого керівництва. Після цього служба якості розробляє графік створення системи якості та розробляє та впроваджує систему у виробничу діяльність підприємства.

Етапи створення систем якості:

- Інформаційна зустріч

Проведення такої зустрічі є важливим для того, щоб донести до керівництва та адміністративного персоналу інформацію, яка містить інформацію про роль і важливість управління якістю для забезпечення успіху бізнесу.

- Вирішили створити систему якості

Таке рішення може бути видано у формі наказу, згідно з яким:

- Призначається представник адміністрації – керівник служби якості, відповідальний за створення та функціонування системи якості.
- Служба якості, як правило, формується у складі відділу контролю якості, відділу управління якістю, метрологічної служби та відділу стандартизації, а в деяких випадках за участю центральної лабораторії заводу та випробувальних відділів.
- Визначаються основні етапи, виконавці, умови розробки та впровадження системи якості та за необхідності умови її сертифікації.
- Розробка плану – графіка створення системи якості

Для розробки графіка можна використовувати типовий дизайн. План повинен передбачати виконання ряду заходів, таких як:

- Розробка політики якості.
- Визначення функцій і функцій системи якості.
- Визначення складу будівельних підрозділів, які повинні виконувати функції в системі якості.
- Визначення функцій і завдань системи якості

На цьому етапі спочатку необхідно провести ретельний аналіз процесу створення продукту і представити його у вигляді детального переліку робочих етапів. Список складається на основі етапів життєвого циклу продуктів, які характерні для даного бізнесу. Повний цикл охоплює проектування, постачання (закупівлю), попереднє виробництво, виготовлення та тестування продукції та після продажне обслуговування.

- Визначення складу структурних підрозділів системи якості

Після визначення функцій системи якості, які необхідні для управління якістю на всіх етапах розробки продукції, необхідно визначити будівельні блоки, які виконуватимуть ці функції. Для цього необхідно проаналізувати функції, що виконуються наявними компонентами, та порівняти їх із переліком функцій, що входять до створеної системи якості, з урахуванням рекомендацій ISO 9000. В результаті компоненти, які виконують кожна функція визначена, і для кожного відділу його нові функції офіційно включені в оперативні обов'язки.

- Розробка структурної схеми системи якості

Блок-схема системи якості побудована на основі бізнес-блок-схеми і дає можливість відобразити «пристрій» системи – синтез і взаємозв'язок усіх будівельних блоків, які виконують функції в системі якості. Окремим блоком можна відобразити ядро контролю системи якості - службу якості, до складу якої, як зазначається, входять відділ технічного контролю, метрологічна служба, служба стандартизації, а також відділ управління якістю, який виконує організаційні функції, координацію та методичне управління якістю роботи.

- Розробка функціональної схеми управління якістю

На відміну від блок-схеми, яка показує структуру системи якості, побудова функціональної діаграми дозволяє візуалізувати процес управління якістю, а також виявити та усунути потенційні прогалини в організації якісної роботи, коли їх може не бути. виконавців для виконання деяких функцій. Тому розробка функціональної схеми допоможе забезпечити чітку організацію роботи з управління якістю.

- Визначення складу та статусу документації системи якості

Визначивши, хто і що має робитися в системі якості, необхідно сказати, як, якими методами це робити, за якою документацією.

Для виконання більшості функцій, як правило, потрібно багато документів. Найбільша кількість документів зазвичай потрібна для функціонального контролю у виробничому процесі.

- Розробка нормативних документів системи якості та Керівництва з якості

Для розроблення та адаптації нормативних документів відділ управління якістю повинен підготувати, затвердити керівництвом та контролювати відповідний графік із зазначенням виконавців та графіка роботи. Також необхідно скласти Керівництво з якості, що описує саму систему якості.

- Удосконалення та впровадження системи якості

Система якості завершується на основі планових внутрішніх аудитів, під час яких зазвичай перевіряються:

- Чи достатньо інформації в системі для ефективного управління якістю продукції?
- Якщо визначено виконавців усіх функцій системи якості;
- Чи всі етапи виробництва охоплені впливом системи якості?
- Чи всі необхідні робочі методи доступні та задокументовані;
- Чи виконуються компоненти та функції системи якості на робочому місці.

Щоб продемонструвати важливість впливу системи якості на діяльність компанії, можливо визначити 2 приклади: Сахалінський завод алкогольних товарів і Сонечногірський завод сітки «Лепсе».

Першому не вдалося сертифікувати систему управління якістю ISO-9000. На підприємстві не розроблено внутрішнього стратегічного документа, в якому зазначаються наміри компанії відповідати стандартам якості. Але відповідно до вимог закону Російської Федерації «Про захист прав споживачів» у компанії створена служба, яка здійснює контроль за

відповідністю виробленої продукції державного стандарту. Це в системі технологічного відділу, але це не звільняє його співробітників від звітності перед директором і керівником фінансового відділу. Діяльність служби охоплює всі етапи технологічного процесу виробництва алкогольних напоїв. Співробітники служб займаються веденням переліку процесів, розподілом процесів по виробничих підрозділах, записом детальної інформації про процеси, складанням технологічних карт виробничих процесів. У 2001 році придбано італійський прилад, який визначає, де саме, на якій стадії знижується якість продукції. На завершальному технологічному етапі служба якості засвідчує відповідність продукції вимогам якості. Тільки після цього продукція відправляється на сертифікацію до Центру стандартизації та метрології Південно-Сахалінська, роздрібних магазинів і покупців. Однак відсутність цілісної системи управління якістю не гарантує споживачам, що продукція лікеро-горілчаного заводу буде відповідати вимогам якості завтра та в майбутньому. Крім того, відсутність сертифікації системи менеджменту якості відповідно до вимог ISO зберігає потребу в регулярних витратах на сертифікацію якості в державних органах. Відсутність внутрішньої нормативної документації, яка свідчить про наміри керівництва підтвердити якість продукції, призводить до розчарування всього персоналу працювати на споживача, знижуючи прагнення до постійного підвищення його кваліфікації. Логістична служба компанії сьогодні ще не в змозі забезпечити загальний контроль якості продукції, що надається постачальниками.

Друга компанія була сертифікована на відповідність міжнародному стандарту ISO 9001. Сертифікацію проводила німецька TUV. Підготовку до сертифікації керівництво розпочало у 1995 році, наприкінці 1996 року завод отримав сертифікат і в 1999 році був переатестований. Після впровадження системи якості за стандартом ISO 9000 всі, по-перше,

зрозуміли, що треба боротися за клієнта. Раніше основним завданням кожної фабрики було виконання плану і тоді не було головного болю, де брати сировину і куди йти продукція. Тепер стало зрозуміло, що без залучення клієнта, без надання певних гарантій можна не дочекатися появи. По-друге, ми зрозуміли, що працювати зі споживачами та постачальниками потрібно постійно. Для цього за новими принципами необхідно розвивати маркетинг, постачання та інші важливі напрямки. Продукція повинна виготовлятися відповідно до вимог замовника, а не за проектом. Крім того, після впровадження ISO 9000 компанія відчула зміни якості. Якість продукції стала набагато вищою, як за рахунок наявності системи якості, так і за рахунок доставки. Постійно контролюються витрати на забезпечення якості та збитки, які несе фабрика. Втрати менше одного відсотка. Також значно зросла культура управління. Всі почали розуміти, що всі працюють в одній команді, і повноваження, які покладені на кожного, спрямовані на загальний результат роботи. Зараз фабрика контролює ринок, на якому працює, і намагається його розширити. Робиться все можливе для подальшого зміцнення позицій на ринку. При цьому необхідна якість досягається не за рахунок збільшення витрат, а за рахунок мінімізації накладних витрат. В результаті 10% продукції йде на експорт.

2.2 Функції управління контролем: мотивація персоналу

В управлінні якістю мотивація персоналу — це мотивація працівників працювати для забезпечення необхідної якості продукції. Мотивація базується на принципі надання працівникам можливості досягати особистих цілей через сумлінне ставлення до роботи. Без цього не можна говорити про серйозну зацікавленість персоналу у високій якості продукції. І без зобов'язань будь-які плани покращення якості, ймовірно, залишаться на папері.

Різноманітність особистих цілей і прагнень працівників, рівень освіти та культури визначають різні потреби та вимагають використання різних методів мотивації. Мотивація співробітників може передбачати використання певних видів діяльності. Це підвищення заробітної плати та премій, захист від погіршення матеріального становища, покращення умов праці, соціальних контактів, розподіл акцій між працівниками, присвоєння почесних звань, підвищення по службі, підвищення по службі, надання цікавішої роботи, можливість навчання та займатися науковою діяльністю, безкоштовний розподіл робочого часу та багато іншого.

Тому для досягнення бажаного результату від мотивації необхідно не тільки уявляти загальні характеристики персоналу, а й добре знати особисті цілі та прагнення кожного працівника.

В даний час основою мотивації є рівень заробітної плати і задоволення соціальних потреб. Проте навіть за нинішніх обставин не можна забувати про найвищі рівні мотивації – відкрите та публічне визнання досягнень конкретних працівників, надання можливостей для їх самовираження. Залежно від потенціалу працівників, так званий метод розподіленого між декількома особами управління, який полягає у залученні працівників до активної участі в управлінні бізнесом, в тій чи іншій формі може використовуватися як стимул. Важливою особливістю роботи з мотивації персоналу на підприємствах є необхідність тісної взаємодії з профспілками та юридичною службою.

Враховуючи важливість якості для економіки в цілому, у деяких країнах виробництво високоякісної продукції стимулюється на державному рівні шляхом присудження нагород за якість. У Росії в 1996 році була заснована щорічна урядова премія в галузі якості (Стандарти і якість). Присуджується організаціям за досягнення «... значних результатів у сфері якості продукції чи послуг, забезпечення їх безпеки, а також за застосування організаціями високоефективних методів управління якістю.

На рис. 3 показана модель російської премії якості. Він включає два набори критеріїв: забезпечення якості (потужність) і самі результати. Оцінка та самооцінка компанії здійснюється за сумою балів, які оцінюються за критеріями нагородження, вага яких, у балах та відсотках.

Мотивація персоналу нерозривно пов'язана з навчанням формуванню активних і підготовлених кадрів, що разом з матеріальною базою та організацією праці є одним із трьох основних факторів якості. Постійне підвищення кваліфікації та перепідготовка кадрів є нагальною потребою для забезпечення ефективної роботи підприємства в умовах науково-технічного прогресу. Крім того, вважається, що інвестування в розвиток персоналу є найбільш ефективним з точки зору перспектив компанії. Це повною мірою стосується підготовки якісних кадрів. При цьому необхідно передбачити диференційований підхід залежно від ролі та функцій працівників у компанії. Проте працівники всіх рівнів повинні бути обізнані з системою якості, що діє на підприємстві, усвідомлювати роль і положення свого підрозділу в системі якості та завдання у сфері якості.

Для якісного навчання, окрім запрошення сторонніх експертів, корисно залучити власних співробітників, які займаються цими питаннями та знають особливості бізнесу та місцевих умов.

За результатами навчання персоналу має бути проведена оцінка знань і навичок працівників підприємства для їх атестації, а також для визначення їхнього професійного розвитку та кар'єрного потенціалу.

Важливо зазначити що у створюваній системі організації контролю вихідної продукції мотивація персоналу не займає настільки важливе місце, адже у автоматичних системах або напівавтоматичних кількість персоналу зменшується, що загалом підіймає ефективність виробництва, адже правильно налаштовані автоматичні системи будуть працювати з підвищеною ефективністю.

Більше ресурсів вже буде використано на корегування, налаштування, підтримку такої системи, чим на мотивуючу заробітню плату персоналу.

2.3 Значення вихідного контролю для виробництва

У умовах ринкової економіки підприємства постійно стикаються з проблемою забезпечення конкурентоспроможності продукції, від вирішення якої безпосередньо залежить їх успішна діяльність.

Основою конкурентоспроможності є необхідний рівень якості продукції, що вимагає відповідної матеріальної бази, спеціалізованого та зацікавленого персоналу та чіткої організації проекту управління якістю.

Контроль якості пройшов різні етапи свого розвитку. Етап появи окремих елементів управління якістю в загальному процесі управління бізнесом змінився етапом інтеграції, комплексного, системного підходу до управління якістю.

Постійне підвищення вимог до якості зумовило подальший розвиток контролю якості та впровадження «тотального» контролю якості в кращих компаніях розвинених країн, коли він стає основою для організації всіх сфер підприємницької діяльності.

Національні премії якості були засновані для стимулювання компаній покращувати якість продукції та послуг у багатьох країнах, включаючи Росію. Роль нагород полягає не тільки у визнанні кращих компаній, а й у підвищенні середнього показника, проведенні ними самооцінки за критеріями нагород з подальшим вжиттям заходів щодо підвищення якості продукції та послуг. .

Вирішальне значення для організації якісної роботи має позиція керівників підприємств, їх ставлення до якості продукції та послуг.

2.4 Види технічного контролю за якістю продукції

Контроль якості в процесі виробництва забезпечує перевірку продукції протягом усього виробничого процесу, яка у разі відхилення від регламентованих вимог вживає коригувальні заходи, спрямовані на виробництво високоякісної продукції та повне задоволення вимог замовника. Таким чином, контроль продукції на місці включає заходи, які можна вжити для виправлення відхилень від необхідного рівня якості ще до випуску неякісної продукції. Контроль якості продукції поділяється на три види: імпорتنний, координаційний та вихідний.

Імпорتنний контроль – контроль за якістю сировини та допоміжних матеріалів, що надходять у виробництво. Постійний аналіз якості пропонованої сировини та матеріалів дозволить вам впливати на продукцію комерційних постачальників і досягти покращення якості.

Взаємний контроль охоплює весь технологічний процес. Цей контроль іноді називають технологічним або поточним. Метою взаємоконтролю є перевірка дотримання технологічних режимів, правил зберігання та пакування продукції між роботами.

Виробничий контроль (приймання) – контроль якості кінцевої продукції. Метою моніторингу продуктивності є перевірка якості кінцевого продукту на відповідність вимогам стандартів або специфікацій з метою виявлення потенційних недоліків. Якщо всі умови дотримані, відправлення буде дозволено.

Насамперед, нас цікавить спільний або технологічний контроль, адже це найважливіше для виробника. Це, у свою чергу, можна розділити на вибірковий і постійний контроль.

Відбір – контроль частини продукту, результати якого дійсні для всієї партії.

Регулярний – контроль бактеріальних інфекцій шкіри. Нині найпоширенішим методом контролю якості продукції на етапі

виробництва є вибіркова перевірка певного відсотка продукції. При підборі зразка важливо визначити оптимальний зразок – кількість предметів, що підлягають перевірці з кожної партії. Під час звичайного випробування вибірки її розмір визначається шляхом аналізу кількості зразків із різних партій із даними найменуваннями товару без обґрунтування розрахунку. Метод контролю для більш точного та обґрунтованого визначення розміру відбору (з урахуванням правильності параметра, що перевіряється, стану обладнання та інструментів, кваліфікації працівників та інших факторів, що визначають якість роботи). використаний. , де кількість предметів, що перевіряються з партії, визначається розрахунково. Статистичне тестування в основному використовується при тестуванні великих партій компонентів.

Звичайно, цей метод контролю якості має деякі недоліки. Слід мати на увазі, що вибірковий метод випробування оброблених деталей може дати достатню інформацію про їх якість лише за умови правильного встановлення та технологічної стабільності. По-друге, ця система не дуже надійна, тому що завжди є ймовірність втрати неякісної продукції. Звісно, це питання частково вирішується під час подальшої перевірки кінцевого продукту (контролю виробництва), але брак у невеликій частині часто призводить до невикористання кінцевого продукту. Крім того, не завжди можна зрозуміти, яка саме маленька частина призвела до помилки. По-третє, дуже важливий час контролю якості, оскільки занадто раннє тестування може скласти помилкове враження про якість, оскільки перший продукт зазвичай нижчий за середній. Якщо контроль надто пізній, то змінити що-небудь практично неможливо, особливо коли йдеться про масштабне виробництво.

Якщо ж мова йде про постійний моніторинг, то тут ситуація дещо інша. Зрозуміло, що повний контроль деталей на робочому місці самим працівником не завжди є фінансово виправданим, оскільки в цьому

випадку на працівника протягом тривалого часу входить один з його основних обов'язків – оперативне виконання операцій і контроль ходу технології процесу. Однак цей метод контролю має ряд переваг, наприклад:

- у виробника є більше часу, щоб повторити весілля;
- в наступному виробництві є можливість запобігти шлюбу, т.к. При виявленні бракованих виробів їх негайно направляють на експертизу для встановлення причин шлюбу, і вживають усіх заходів для запобігання таких дефектів у майбутньому;
- є можливість визначити точну причину і місце весілля, до того, як дефектна частина не з'явиться в генеральному плані тощо.

Таким чином, ми бачимо, що метод постійного контролю набагато ефективніший за вибіркового, але він також має свої недоліки. Як було сказано вище, метод вибіркового контролю популярний не тільки на виробництві, але і в автомобільній промисловості. Більшість сучасних російських виробників працюють за цим принципом машин і запчастин, а зарубіжні виробники намагаються запропонувати споживачеві продукцію найвищої якості з найменшими витратами виробництва. Допоможе автоматизація виробничого процесу і, зокрема, контроль якості виробленої продукції.

Всі ми знаємо, що існує DSS – досвідчені системи підтримки прийняття рішень і системи, завданням яких є допомога людям у виконанні складних завдань. Такі системи часто використовуються при виготовленні автоматизованих керуючих конвеєрів.

Поговоримо про такі системи докладніше. Існує велика кількість емпіричних доказів того, що людина приймає мимовільні рішення, і прийняте рішення може бути далеким від оптимального і може посилюватися складністю та стресом. Тому в багатьох випадках якість рішень є важливою, допомога у вирішенні недоліків людських суджень і

прийняття рішень історично була головним фокусом науки. Науки, такі як статистика, економіка та організаційні дослідження, розробили різноманітні методи прийняття обґрунтованих рішень. Пізніше ці методи, часто вдосконалені за допомогою різноманітних передових технологій із інформатики, когнітивної психології та штучного інтелекту, використовувалися як комп'ютерні програми або як самостійні інструменти чи інтегровані обчислювальні середовища для прийняття складних рішень. Такі середовища часто спільно називають системами підтримки прийняття рішень (DSS). Значення DSS надзвичайно широке, і його визначення різняться в залежності від автора. Щоб уникнути блокування будь-яких існуючих типів DSS, давайте приблизно визначимо їх як інтерактивні комп'ютерні системи, які допомагають користувачам приймати власні рішення та вибирати. Інша назва, яка іноді використовується як синонім DSS, відноситься до систем, заснованих на знаннях, які намагаються формалізувати знання предметної області, щоб вони відповідали механізованим міркуванням. DSS підтримує проектування, моделювання та вирішення проблем.

По суті, користувач взаємодіє з DSS через інтерфейс користувача. Зв'язується з СУБД та MSU, які показують деталі інтерфейсу користувача та користувача щодо базової моделі та реалізації бази даних.

Підключення такої системи з автоматичним контролем якості кожного товару значно знижує відсоток дефектів, а також розуміє, чому та чи інша деталь виявилася гірше інших. Тестування компонентів на етапі виробництва не тільки підвищує рівень виробництва, але й дозволяє виробляти кінцевий продукт краще.

В даний час існує кілька типів датчиків для контролю параметрів продукту. Датчики можуть використовувати різні принципи вимірювання: індуктивний, ультразвуковий або оптичний. Залежно від ситуації, в якій

потрібне використання датчика, перевага віддається тому чи іншому типу датчика.

Система заносить отриману інформацію в базу знань і визначає, наскільки вони відповідають певним вимогам. Якщо параметри виробу перевищують допустимі значення, система аналізує дані, отримані від датчиків, і відправляє оператору повідомлення про шлюб і можливі причини дефекту з можливістю подальших дій – відправити аксесуари для подальшого аналізу. надішліть аксесуари для усунення дефектів або у ваше розпорядження, якщо весілля неможливо відремонтувати.

Після дослідження причин дефекту дані повертаються в базу знань DSS для контролю якості та зберігаються там, щоб у майбутньому цю інформацію можна було використати при первинному аналізі компонента. Це ще одна перевага, оскільки всі дефектні деталі ретельно вивчаються і в подальшому усуваються причини несправності елементів.

За попередніми дослідженнями, такий підхід не тільки покращує якість продукції, але й значно знижує витрати підприємства.

Порушення вимоги до якості продукції, що випускається, призводить до зростання витрат виробництва та споживання. Тому своєчасне попередження можливих порушень вимог до якості є обов'язковою умовою забезпечення певного рівня якості продукції з мінімальними витратами виробництва. Ця проблема вирішується на підприємствах за допомогою технічного контролю.

Технічний огляд — це перевірка відповідності технічним вимогам щодо якості виробу на всіх етапах його виготовлення, а також умов виробництва та факторів, що забезпечують необхідну якість.

Об'єктом технічного контролю матеріалів і напівфабрикатів, що поставляються на підприємство з-за кордону, є продукція підприємства, як у кінцевому вигляді, так і на всіх етапах його виробництва, технологічні процеси, інструменти, технологічна дисципліна та загальна культура

виробництва. Технічні огляди призначені для забезпечення відповідності продукції вимогам конструкторської та технологічної документації, для полегшення виробництва продукції з мінімальними витратами часу та витрат, для надання інформації та сировини, що використовується для розробки заходів щодо підвищення якості продукції. та зниження витрат.

Залежно від комплектності виробу, засоби контролю є такими:

Регулярний огляд – перевірка кожного продукту у виготовленій партії. Як правило, такий контроль необхідний, коли неоднорідність сировини і заготовок і процесу нестабільна. Часто після роботи проводяться послідовні перевірки, що важливо для якості кінцевого продукту, його однорідність у виробництві недостатньо гарантується, при перевірці дорогих виробів.

Вибірковий контроль, при якому контролюється лише частина виробленої продукції. Він використовується у великих кількостях одного і того ж продукту та в стабільному технологічному процесі. Вибірковий контроль значно зменшує трудомісткість контролю за технологічно стійкого процесу, тоді як вибірковий контроль призводить до висновку про необхідність безперервного дозування бракованого продукту.

Залежно від ступеня зв'язку з об'єктами управління бувають:

- льотні огляди проводяться безпосередньо на місці виробництва, ремонту, зберігання продукції на невизначених (раптово) аварійних точках для своєчасного виявлення порушень технічних вимог і дефектів продукції, а також для попередження таких порушень. Він виконується лише вибірково для продуктів і невеликих системних процесів;
- постійний моніторинг технологічних процесів у разі їх нестабільності та необхідності безперервного забезпечення певних кількісних характеристик. Як правило, це здійснюється автоматичними та напіваавтоматичними засобами керування;

- періодичні перевірки, які використовуються для контролю якості продукції та технологічних процесів у стійких виробничо-технологічних процесах.

Використовуються такі елементи керування:

- контроль вимірювань, який використовується для оцінки значень контрольних параметрів продукції: від точного значення (шкала приладів і приладів, індекс тощо) і від допустимого діапазону значень параметрів (еталони, лічильники тощо) . використовуються);
- реєстраційний контроль, який використовується для оцінки об'єкта контролю за результатами розрахунку (реєстрація певних якісних характеристик, подій, продукції);
- контроль зразка – порівняння характеристик контрольованого продукту з характеристиками контрольованого зразка. Вони використовуються при оцінці характеристик і контрольованих параметрів продукту, коли їх вимірювання неможливо або економічно доцільно;
- органолептичний контроль, що проводиться тільки чутливими органами без зазначення числових значень досліджуваного об'єкта;

Візуальний огляд – органолептичний варіант, який проводять тільки органи зору (огляд).

Особливим видом інспекції є тестовий огляд, який представляє собою огляд товару, який уже прийнятий КХД, або перевірку відповідності правилам застосування перевірки. Таку перевірку проводить спеціальна комісія, яка може бути проведена в кожному цеху за наказом начальника відділу контролю якості фабрики. Інспекція контролює персонал і закликає уважно ставитися до своїх обов'язків. Сукупність видів, засобів

управління, методів виконання управлінських завдань і виконавців, які взаємодіють з об'єктом управління, є системою управління.

Найбільш прогресивні методи статистичного контролю є в системі управління якістю продукції. Вони засновані на застосуванні математичних статистичних методів для контролю якості продукції та стану технологічного процесу з метою збереження його стабільності та забезпечення певного рівня якості продукції. Статистичні методи контролю виробництва та якості продукції мають певні переваги перед іншими методами:

- вони є профілактичними;
- які в багатьох випадках дозволяють здійснити раціональний перехід до вибіркового контролю і таким чином зменшити складність контролю;
- Забезпечити наочне уявлення динаміки візуальної якості та контролю потоку, попередити недоліки не тільки розробником і КХД, а й персоналом цеху, забезпечений регуляторами, технологами.

Статистичні методи управління якістю:

- вибірковий статистичний контроль за якістю кінцевого продукту;
- статистичний аналіз точності технологічних процесів;
- постійний моніторинг з метою регулювання та підтримки процесу при забезпеченні певних параметрів якості.

Статистичний контроль надходження — це вибірковий контроль якості продукції, при якому для обґрунтування плану контролю використовуються математичні статистичні методи. План контролю — це сукупність правил, за якими складається зразок партії продукції або комплектних частин і робиться висновок про якість всієї партії продукції. Для контролю імпорту матеріалів, сировини та комплектуючих,

функціонального контролю та контролю кінцевої продукції використовуються методи статистичного приймального контролю.

Часто неможливо повністю оглянути або відсортувати весь продукт через відсутність вартості великих партій продукту або неминуче руйнування продукту під час тестування (наприклад, випробування на стійкість ламп).

Суть приймального статистичного тестування полягає у відборі та перевірці вибірки з набору продукції, що подається на випробування. На основі оцінки якості відібраних примірників робиться висновок про якість всієї партії продукції.

На практиці використовуються методи одинарного, подвійного відбору та послідовного аналізу. При єдиному способі відбору висновок про якість продукту робиться на основі контролю зразків. Це найпростіше і найзручніше. З набору добутоків об'ємом N випадковим чином вибирається вибірка об'ємом n . Якість кожного товару перевіряється за допомогою відповідного технічного контролю.

Існує два види інтегрованого статистичного контролю: кількісне приймальне тестування на кількісній основі та статистичне приймальне тестування на альтернативній основі.

Рішення про якість партії продукції, визначену статистичною перевіркою кількості, приймається за такими правилами: якщо кількість дефектних зразків, виявлених у зразку n , менша або дорівнює числу їх приймання. $a \leq c$, ця партія товару прийнята. Якщо $a > c$, партія N відкидається.

Статистична приймальна перевірка за ознакою при прийманні партії продукції не прийнятна, якщо у вибірці є дефектний продукт ($c = 0$) з економічних чи інших причин. У цьому випадку діє правило: якщо у зразку не виявлено дефектного товару, приймається партія N . якщо є хоча б один дефектний продукт, партія викидається.

Залежно від варіанту відхилення партія N буде повернена постачальнику або всі продукти партії будуть повністю перевірені.

Найважливішими параметрами індивідуального вступного випробування є розмір вибірки n і число допуску c . Ці параметри визначаються з урахуванням вимог до якості випробуваного товару, а також ризику для постачальника і споживача. Ризик постачальника також визначається як ризик споживача у відсотках (0,05% або 0,1%). Ризиком постачальників є можливість відбраковування партій продукції з прийнятним рівнем браку. Натомість ризиком для споживача є ймовірність прийняти групу товарів із рівнем дефекту.

Перевага подвійної партійної перевірки продукту в порівнянні з одиничною партією полягає в тому, що якщо інші позиції рівні, перевіряється менше продуктів (20-30%).

Послідовне випробування (послідовний аналіз) не зумовлює кількість продуктів, за якими визначається якість продукту. Відбір проводиться невеликими групами одна за одною до отримання переконливого результату, за яким приймається рішення. Багаторівневий моніторинг і послідовний аналіз вимагають висококваліфікованих контролерів, тому, хоча існують спеціальні панелі керування, вони недостатньо поширені.

Статистичний приймальний контроль використовується в стійких технологічних процесах у масовому та великосерійному виробництві. Порівняно з безперервним моніторингом зменшується кількість об'єктів, що підлягають перевірці, але складність кожної контрольної операції збільшується за рахунок використання засобів вимірювальної техніки (а не простих контрольних приладів у вигляді стиснення та вимірювань), що визначає її цінність. контрольований параметр.

В умовах масового та масового виробництва повинні широко використовуватися методи безперервного моніторингу технологічного

процесу та статистичного регулювання його якості. Складність технологічного обладнання та систем, перехід на безпілотну техніку висуває особливі вимоги до системи управління якістю технологічного процесу. Нормальна робота автоматизованих ліній і гнучких реконфігурованих систем вимагає постійної інформації не тільки про контроль якості продукції на виході системи, а й про роботу технологічних систем, включаючи обладнання, інструменти, інструменти, деталі та виконувані інструменти. оператора або регулятора, отже, складність функцій управління в автоматизованому і гнучкому виробництві досягає 50% і більше загальних витрат праці, пов'язаних з виробництвом продукту. У зв'язку з цим удосконалення існуючих систем та створення нових систем управління якістю технологічних процесів здійснюватиметься шляхом автоматизації контролю з використанням нових засобів контролю, зокрема звукових, магнітних, оптичних, радіаційних та інших.

Удосконалення системи управління якістю продукції має створити фінансово-організаційні умови, що стимулюють високу якість, продуктивну роботу, ініціативу підрядників. Погана робота повинна мати прямий вплив на матеріальну винагороду, посаду та авторитет працівника.

Висновок до розділу

1. У даному розділі детально описані сучасні методи та приклади використання різного контролю якості на виробництві включаючи вихідний контроль. Описані основні принципи та прилади виміру показників контролю.
2. Також оглянуто та взято основні критерії аналізу часового ряду та визначено важливість врахування кожного з них.
3. Проаналізовано основні положення створення подібних систем, визначено їх слабкі сторони та запропоновані шляхи вирішення

основних недоліків, що являються основною науковою новизною даної роботи.

4. Визначено що основний шлях вирішення проблем це прогнозування проблем у майбутньому за допомогою нейронної мережі та зведення проблеми до задачі обчислення числового ряду. Подібний метод допомагає значно зменшити кількість часу затраченого на проведення профілактичних та ремонтних робіт.
5. Наведено різні способи проведення вихідного контролю за допомогою різних вимірювальних приладів. Проаналізовано їх можливу похибку та зведено задачу аналізу інформації до подібної задачі обчислення числового ряду.
6. Визначено що за результатами зведення задачі можливо використовувати нейронні мережі для обчислення та оптимізації ефективності виробництва за рахунок зменшення часу простою, більш короткого проведення ремонтних робіт та заходів вихідного контролю.

3 ОПИС ФУНКЦІОНАЛУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

У даному розділі описано основний принцип роботи інтелектуальної системи. Низка функціональних сторінок перелічено та описано для того, що використовується в цій системі. Також описано спосіб використання системи. Кожна сторінка та її потенційне використання описані окремо.

У розділі описано алгоритм роботи ІС, тобто методи прийняття системних рішень щодо необхідності оптимізації виробництва робототехніки. Описано способи збору інформації з системи та основні положення шляху оптимізації. Також описані винятки, за яких ІР не вирішить підвищити ефективність, а працюватиме в базовому та стандартному режимі. Пояснює, чому може статися такий сценарій

Описано структуру ІС, базу знань, взаємодію окремих елементів системи. Описані основні принципи інформаційних відносин інтелектуальних систем, способи взаємодії на рівні обчислювальної техніки та візуалізації даних. Описано основні елементи структурної системи. за що вони відповідають, як вони ставляться один до одного. Кожен компонент бази знань розглядається окремо, перевіряються пристрої введення даних і на його основі враховуються статистичні дані про виходи з ладу в системі або непередбачені перебої.

3.1 Використання нейронної мережі

Дана інтелектуальна система представляє собою сховище даних, програмне забезпечення, алгоритм обробки даних та алгоритм заключення експертної системи, що дає змогу відстежити деградацію якості продукції і виявити джерела виникнення дефектів.

Основним елементом пропонованої інтелектуальної системи є зберігання та аналіз даних з системи контролю якості продукції. Основною

задачею є аналіз отриманих даних з датчиків контролю якості. У даному випадку краще використовувати не складну нейронну мережу для виявлення збільшення різниці вимірюваних даних з еталонними. У даному випадку це є задачею прогнозування

Задача прогнозування визначається як процес передбачення майбутнього стану предмета чи явища за допомогою аналізу минулого і сучасного цього об'єкта. Результатом вирішення даної задачі є знання про майбутнє і про ймовірний розвиток подій конкретного явища-об'єкту в подальшому існуванні.

Усього для прогнозування існує два підходи: якісний та кількісний. Кількісний підхід базується на математичних моделях й історичних даних. Якісний підхід покладається на інтуїцію й досвід професіоналів. Серед різновидів якісного підходу є: метод Делфі, опитування клієнтів. У свою чергу кількісні методи діляться на два види: причинно-наслідкові й моделі часових рядів.

Кількісні методи найкраще використовувати для вирішення задачі прогнозування, коли в минулому аналітичні дані визначені певною тенденцією, яку можна визначити в майбутньому. Якщо історичної інформації існує достатня кількість для виявлення статистики або залежностей. Необхідно пам'ятати, що існує два типових методи кількісного прогнозування – це аналіз часових рядів і причинно-наслідкове моделювання.

Метод аналізу числових рядів базується на припущенні, тобто за подіями, які вже трапились в минулому можна достатньо добре визначити що трапиться у майбутньому. Такий аналіз являється методом виявлення залежностей минулого та прогнозування на основі цих даних майбутнього. Даний аналіз візуалізується за допомогою таблиці або графіка шляхом нанесення на координатну сітку точок, відповідних подіям минулого.

Таким чином, аналіз часових рядів, не буде корисним в ситуаціях з високим рівнем рухомості або коли відбулось значна, всім відома зміна.

Іншим кількісним методом є причинно-наслідкове моделювання. Являється найскладнішим з точки зору математики. Використовується в ситуаціях з більш ніж одною змінною. Причинно-наслідкове моделювання – це спроба спрогнозувати те, що відбудеться, шляхом вивчення статистичної залежності між фактором що розглядається й іншими змінними. На мові статистики ця залежність називається кореляцією. Чим тісніша кореляція, тим вище придатність моделі до прогнозування. Повна кореляція буває в ситуації, коли в минулому залежність завжди була істинною. Така модель потребує розробки математичної залежності виду:

$$A = c_1 + c_1X_1 + c_2X_2 + \dots c_nX_n$$

де A – прогноз, всі X – змінні, від яких залежить прогноз, всі c – константи, які визначаються методом статистичного аналізу даних за минулими подіями.

Економетричні моделі, розроблені з ціллю прогнозування динаміки економіки, являються найскладнішими. Являють собою тисячі рівнянь, які вирішуються тільки за допомогою застосування потужних ЕОМ. Такі рішення є складними у використанні та дорогими.

Наразі проблема з проведенням ремонтних робіт для обладнання на підприємствах вирішується за допомогою саме якісного методу, який залежить від майстрів що працюють безпосередньо з конвеєрною лінією. У більшості випадків розклад проведення ремонтних робіт складається саме працівниками, які вже мають досвід роботи.

Однак на повністю автоматизованому виробництві дане рішення проблеми не є оптимальним, адже робочий час людини у такому випадку скорочується до мінімального, тому розклад проведення ремонтних робіт з великою вірогідністю буде неточний.

Дану задачу можна представити як задачу прогнозування у якій вхідними даними є кількість та інформація про дефекти продукції, що виробляється на даному обладнанні. Оскільки контроль якості продукції є обов'язковою частиною кожного виробництва, то й час який виділено на даний процес не може бути скорочений.

Дані отримані під час контролю якості використовуються для порівняння їх з еталонними. Вони не зберігаються, їх послідовність не відстежується. Тобто велика кількість інформації, за якою штучна нейронна мережа може відслідковувати зміни в роботі виробництва просто втрачається.

Однак завдання що слід вирішити залишається. Питання оптимізації графіку ремонтних робіт залишається відкритим. Відстеження відхилень від еталону результатів контролю якості є вирішальним у цьому питанні. Наразі можливо спрогнозувати результати контролю за минулими значеннями, тобто можливо визначити коли обладнання, не буде працювати коректно. А отже скласти графік ремонтних робіт вчасно, без зайвих втрат часу на зайві дії.

Можливо визначити, що для завдання типу прогнозування в масовому виробництві краще використовувати аналіз часових рядів, адже кількість інформації для визначення залежності буде завжди в достатній кількості, і головне дана інформація буде актуальною, адже поповнюється с кожним наступним виготовленням товаром.

Таким чином за допомогою нескладного аналізу часового ряду з використанням штучної нейронної мережі можна передбачити вихід зі строю обладнання завчасно з великою точністю, що мінімізує кількість фінансових витрат і часу на усунення негараздів.

Функція прогнозування часових рядів була і залишається важливою, особливо останнім часом, коли стали доступні потужні інструменти для збору та обробки інформації. Прогнозування ряду часів є важливою

науково-технічною проблемою, оскільки дає можливість передбачити поведінку різних факторів в екологічних, економічних, соціальних та інших системах.

Розвиток прогнозування як науки в останні десятиліття призвів до створення багатьох моделей і методів, процесів і методів прогнозування, що мають неоднакове значення. За зовнішніми та внутрішніми прогнозами існує вже понад сотня методів прогнозування, а тому постає питання про вибір методів, які забезпечують відповідні прогнози для досліджуваних процесів чи систем. Суворі статистичні припущення щодо властивостей часових рядів часто обмежують можливості класичних методів прогнозування. Використання нейронних мереж у цій задачі пов'язано з тим, що в більшості складних форм чисельних рядів, які не виявляються відомими лінійними методами.

Методи обробки інформації нейронними мережами використовувалися десятиліття тому. З часом інтерес до технологій нейронних мереж знизився або відродився. Ця невідповідність безпосередньо пов'язана з практичними результатами проведених досліджень. Сьогодні можливості нейромережевих технологій використовуються в багатьох галузях науки, від медицини та астрономії до комп'ютера та економіки. Здатність нейронної мережі гнучко обробляти інформацію є результатом її здатності узагальнювати та виявляти приховані зв'язки між вхідними та вихідними даними. Великою перевагою нейронних мереж є те, що вони можуть навчатися та узагальнювати накопичені знання.

Метою кожного прогнозу є створення моделі, яка дає змогу зазирнути в майбутнє та оцінити тенденції змін конкретного фактора. Якість прогнозу в цьому випадку залежить від наявності попередньої змінної історії, помилок у вимірюванні величини, що розглядається, та інших факторів. Як правило, задача прогнозування виражається так:

Знайдіть функцію f , яка дозволяє обчислити значення змінної x на даний момент $(t + d)$ з її попереднього значення N так, що

$$x(t + d) = f(x(t), x(t - 1), \dots, x(t - N + 1))$$

Зазвичай d приймається рівним, тобто функція f передбачає наступне значення x .

Часовий ряд — це послідовність спостережуваних значень властивості, які розподіляються у випадковий час. Різниця між аналізом часових рядів і аналізом випадкових вибірок полягає в припущенні однакової відстані між спостереженнями та їх хронологічного порядку.

При вирішенні задачі прогнозування необхідно визначити очікувані змінні, часові параметри та ступінь точності прогнозу. Часто при вирішенні задач прогнозування необхідно передбачити зміни її значень, а не самої змінної. Точність передбачення, яка необхідна для вирішення конкретної проблеми, має великий вплив на систему прогнозування. Похибка передбачення залежить від використовуваної системи прогнозування. Чим більше ресурсів у такої системи, тим більша ймовірність робити точні прогнози. Однак передбачення не може повністю усунути ризики прийняття рішень. Тому завжди враховується потенційна похибка прогнозу. Точність прогнозу характеризується похибкою передбачення.

При вирішенні задач прогнозування аналітик повинен визначитися з характеристиками часового ряду, такими як тенденції, сезонні та періодичні компоненти, з моделлю часового ряду – додавання, множник тощо. Немає автоматичного способу визначення тенденцій з часом. У той же час при вивченні кривої, яка відображає результати спостережень, аналітику важко передбачити повторення кривої через рівні проміжки часу. Загальним недоліком статистичних моделей є складність вибору типу моделі та її параметрів. Все це значно підвищує суб'єктивний внесок учасників у процес аналізу та прогнозування. Таким чином, результат

аналізу та прогнозування віртуальної реальності залежить як від кваліфікації аналітика в даній темі, так і від його чи її досвіду в методах аналізу.

Пристрій нейронних мереж передбачає мінімальну аналітику при формуванні моделей часових рядів, оскільки здатність нейромережових моделей до вивчення дозволяє виявляти приховані зв'язки та закономірності між даними та алгоритмами навчання та ваговими коефіцієнтами відповідно до запропонованої структури даних. для навчання.

Використання пристрою нейронних мереж для прогнозування чисельного ряду від утворення НС певної структури, її параметрична адаптація на основі поведінки досліджуваної системи в певні моменти часу, прогнозує майбутню поведінку системи з її попередньої історії. Вибір структури нейронної мережі визначається особливостями та складністю задачі, що розв'язується. Для вирішення деяких типів задач розроблено оптимальні конфігурації.

Налаштування параметра нейронних мереж вибирається на основі дослідження мережі в досліджуваному наборі з початкового набору даних. У контрольному дослідженні для кожного внеску дослідження потрібно знати правильну відповідь. Нейронна мережа представлена значеннями вхідних і вихідних сигналів і регулює вагу синаптичних зв'язків за певним алгоритмом. У ході дослідження коригуються вагові коефіцієнти мережі на основі результатів порівняння фактичних вихідних значень з раніше відомими та очікуваними вихідними значеннями. У дослідженні нейронних мереж вагові коефіцієнти мережі змінюються на основі фактичної зміни помилки в повторах дослідження.

Якість навченої NN оцінюють у контрольній вибірці, а також вибирають із вихідного набору даних. Вагові коефіцієнти і контрольна вибірка не пов'язані між собою і, як правило, йдуть один за одним в

хронологічному порядку в вихідному наборі даних. Якщо значення похибки в обчисленнях знаходиться в допустимих межах, то регулювання нейронної мережі вважається завершеним і нейронна мережа готова до вирішення задачі передбачення.

При побудові прогнозової моделі часто необхідно внести деякі попередні зміни в дані, щоб відповідати певним відомим вимогам. Це стосується як орієнтовної вартості, так і моделей навчання та контролю.

Основною вимогою до задачі є здатність передбачати майбутні ціни часового ряду. Як правило, залежно від роботи, такі методи перетворення вхідних даних мають бути належним чином обговорені, дозволяючи шаблони та характеристики даних відображати їх якісні характеристики. Часто виникають проблеми з відображенням даних на меншому просторі. Така агрегація даних призводить до усунення зайвих даних і скорочення часу, витраченого на вивчення нейронних мереж.

Однією з головних вимог часового ряду є його стабільність, що означає, що розподіл цін залишається незмінним порівняно з часом його створення. Стійкість характеризується тим, що для двох вибірок, побудованих в різний час, закон розподілу повинен залишатися однаковим. Якщо елемент часового ряду є багатовимірним випадком, кожен компонент x_i елемента часового ряду необхідно проаналізувати та перевірити рівномірний розподіл у сегменті.

$$[m_i - \sigma_i, m_i + \sigma_i]$$

де m_i – математичне очікування властивості x_i , σ_i – його дисперсія.

Оскільки нейронна мережа працює лише з вхідними цифровими даними, важливим етапом підготовки даних є перетворення та шифрування даних. Надані для дослідження дані повинні бути модерновані, а їх значення повинні бути розподілені в певному діапазоні.

Створену нейронну мережу на основі LSTM можна побачити на
Рисунку — 3.1

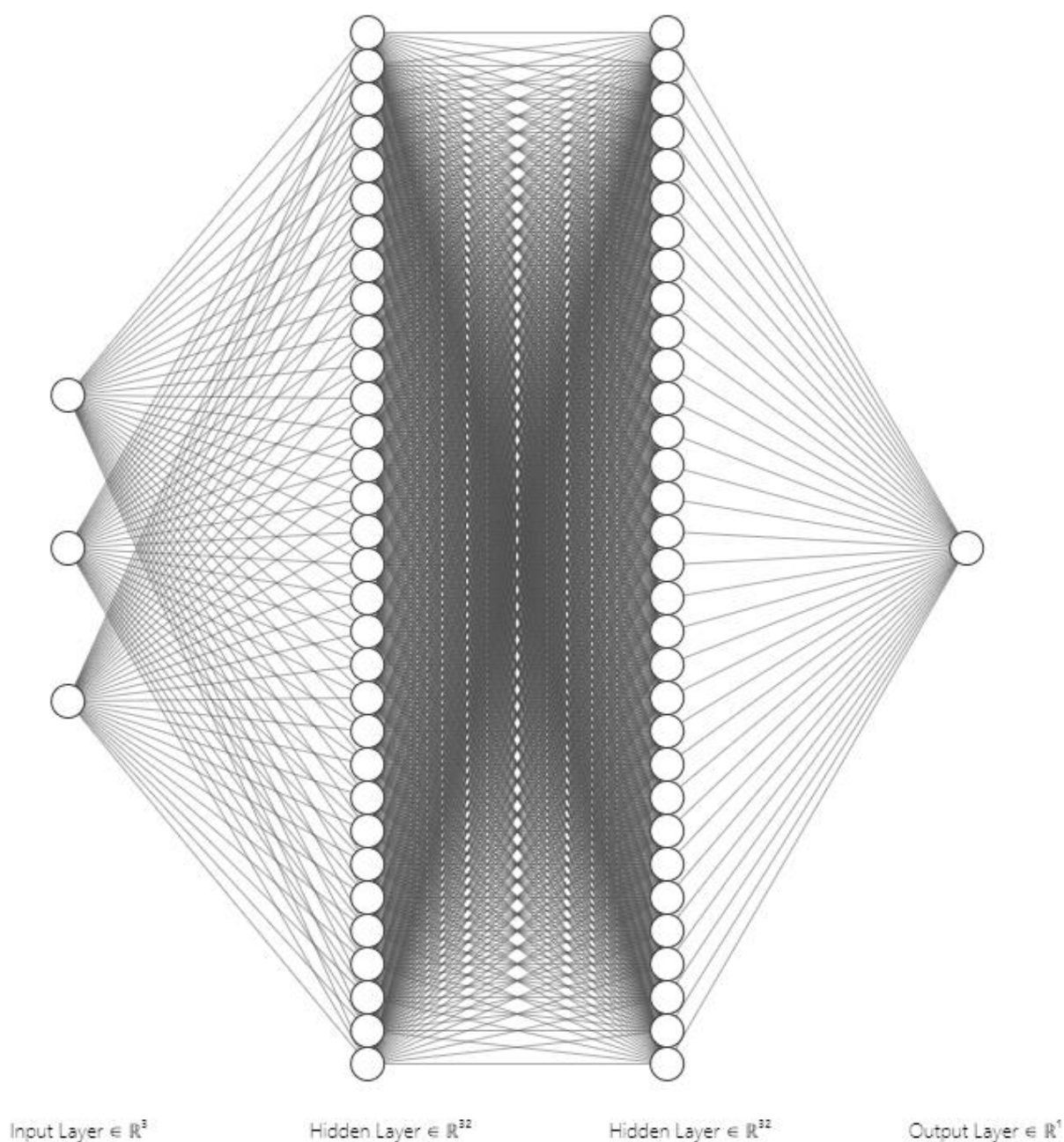


Рисунок 3.1 – Розгорнута нейронна мережа

З рисунку видно, що дана нейронна мережа має вхідний шар з 3 нейронів, та 2 приховані шари LSTM по 32 нейрони кожний, на виході маємо число тому шар складається з 1 нейрону. За задачею що виконую мережа можна визначити наступну прогнозовану дату зламу будь якого

обладнання за даними вихідного контролю, що допомагає більш точно визначати графік проведення ремонтних, або додаткових робіт.

3.2 Зведення задачі до прогнозування

У роботі розглядається питання прогнозування часових рядів за допомогою нейронних мереж. Цей підхід корисний у ситуаціях, коли нестабільність, неповний розподіл даних, анонімність або коли статистичні методи недостатньо задовільні. Нейронна мережа побудована в середовищі RStudio. Порівняльний аналіз результатів, отриманих за допомогою нейронної мережі, проведено в RStudio за допомогою статистичних методів прогнозування Python.

Функція прогнозування часових рядів була і залишається важливою, особливо останнім часом, коли доступні потужні інструменти для збору та обробки інформації. Прогнозування часових рядів є ключовим науково-технічним питанням, оскільки дозволяє передбачити поведінку різних факторів екологічних, економічних, соціальних та інших систем.

Розвиток прогнозування як науки в останні десятиліття привів до створення моделей і методів, процесів, методів прогнозування, які мають неоднакове значення. На думку зарубіжних і вітчизняних експертів з прогнозування, вже існує понад сотня методів прогнозування, які дають можливість вибрати методи, що забезпечують відповідні прогнози для процесів або систем, що досліджуються. Суворі статистичні припущення щодо властивостей часових рядів часто обмежують можливості класичних методів прогнозування. Використання нейронних мереж (НС) у цій задачі пов'язане з тим, що в більшості чисельних рядів є складні закономірності, які неможливо визначити відомими методами письма.

Методи обробки інформації нейронними мережами використовувалися десятиліття тому. З часом інтерес до технологій нейронних мереж знизився або відродився. Ця невідповідність

безпосередньо пов'язана з практичними результатами дослідження. Сьогодні можливості нейромережевих технологій використовуються в багатьох дисциплінах, від медицини та астрономії до комп'ютера та економіки. Здатність нейронної мережі обробляти інформацію багатьма способами впливає з її здатності узагальнювати та ідентифікувати приховані зв'язки між вхідними та вихідними даними. Великою перевагою нейронних мереж є те, що вони мають здатність вчитися та узагальнювати накопичені знання.

У цій роботі розглядається питання прогнозування часових рядів через нейронні мережі та проведення порівняльного аналізу з результатами, отриманими за допомогою методів прогнозування.

Метою будь-якого прогнозу є створення моделі, яка дозволяє зазирнути в майбутнє та оцінити тенденції зміни факторів. Якість прогнозу в цьому випадку залежить від наявності історії змінної, помилок у вимірюванні значення, що розглядається, та інших факторів.

Часовий ряд — це послідовність спостережуваних значень властивості, які сортуються у випадкові моменти часу. Різниця між аналізом часових рядів і аналізом випадкових вибірок полягає в припущенні однакової відстані між спостереженнями та їх хронологічного порядку.

При вирішенні задачі прогнозування необхідно визначити очікувані змінні, часові параметри та ступінь точності прогнозу. Часто при вирішенні задач прогнозування необхідно передбачити зміни її значень, а не самої змінної. Точність прогнозу, яка необхідна для вирішення певної проблеми, має великий вплив на систему прогнозування. Похибка передбачення залежить від використовуваної системи прогнозування. Чим більше ресурсів у такої системи, тим більше шансів зробити точні прогнози. Однак передбачення не може повністю усунути ризики

прийняття рішень. Тому завжди враховується потенційна похибка прогнозу. Точність прогнозу характеризується похибкою передбачення.

При вирішенні завдань прогнозування аналітик повинен визначитися з характеристиками часового ряду, такими як тенденції, сезонні та періодичні компоненти, з моделлю часового ряду – надлишок, мультиплікатор тощо. Немає автоматичного способу визначення тенденцій з часом. У той же час при вивченні кривої, яка відображає результати спостережень, аналітику важко передбачити повторення кривої через рівні проміжки часу. Загальним недоліком статистичних моделей є складність вибору типу моделі та її параметрів. Все це значно збільшує суб'єктивний внесок учасників у процес аналізу та прогнозування. Таким чином, результат аналізу та прогнозування залежить як від досвіду аналітика в конкретній галузі, так і від його чи її досвіду в методах аналізу.

Пристрій нейронного апарату передбачає мінімальну участь аналізатора у формуванні моделі часового ряду, оскільки здатність нейронних мережевих моделей вивчати приховані зв'язки та закономірності між даними та алгоритмами навчання коригує ваги відповідно до структури даних, представленої для дослідження.

Використання пристрою для прогнозування часових рядів від утворення певної структури, її параметрична адаптація на основі поведінки системи, що вивчалася в попередні моменти, прогнозує майбутню поведінку системи в її доісторичній історії. Вибір структури нейронної мережі визначається особливостями та складністю задачі. Для вирішення деяких типів задач розроблено оптимальні конфігурації.

Якість підготовленої нейронної мережі оцінюється в контрольній вибірці, яка також відбирається з різноманітних вихідних даних. Якщо значення похибки на контрольній вибірці знаходиться в допустимих межах, регулювання мережі вважається завершеним і вона готова вирішити задачу передбачення.

При побудові моделі прогнозування часто необхідно змінити дані прогнозу, щоб відповідати певним відомим вимогам. Це стосується як прогнозованої вартості, так і моделей навчання та контролю.

Основною вимогою є здатність передбачати майбутні ряди цінностей. Як правило, залежно від поставленого завдання, такі методи слід використовувати для перетворення вхідних даних, що дозволить точно оцінити закономірності та характеристики даних, які відображають їх якісні характеристики. Часто місія полягає в тому, щоб відобразити інформацію в меншому просторі. Це узагальнює дані, усуває надмірність даних і скорочує час дослідження.

Однією з головних вимог часового ряду є його стабільність, розподіл його цін залишається незмінним з моменту його побудови. Для опису його застою використовується те, що для двох вибірок, побудованих в різний час, закон розподілу повинен залишатися незмінним.

Важливою умовою належного відновлення інтерференційної функції нейронної мережі є те, що комплекси, не суперечать один одному. Це означає, що для двох вузьких векторів на вибір передбачені значення також близькі. На практиці зіткнення полягає в тому, що два вектори вважаються близькими, якщо один знаходиться поблизу іншого. Сусідні межі вибираються таким чином, щоб були задані умови для 50-100%. Таким чином, щоб забезпечити якість побудованої нейронної мережі, необхідно відповідним чином підбирати як дані для дослідження, так і дані для її оцінки.

Час для мережевого навчання також залежить від моделі навчання. Модель дослідження повинна бути репрезентативною. Існує кілька варіантів вибору «ковзного вікна», які використовують частину часового ряду як вхідні дані нейронної мережі.

Оскільки нейронна мережа працює лише з цифровим введенням, важливим етапом підготовки даних є перетворення та шифрування даних.

Надані для дослідження дані повинні бути модеровані, а їх значення повинні бути розподілені в певному діапазоні.

Сфера передбачення була описана в минулому експертами, які відкидали нейронні мережі як конкурентоспроможними, а також ентузіастами, які пропонують багато складних нових архітектур переважно без переконливої емпіричної оцінки. порівняно з простими методами одноразової статистики. Зокрема, ця ідея була підтримана багатьма конкурсами прогнозування часових рядів, такими як змагання M3, NN3 та NN5. У результаті нейронні мережі були описані як непридатні для передбачення (Hyndman).

Існує кілька можливих причин, чому нейронні мережі були повільними в минулому, одна з яких полягає в тому, що сам часовий ряд зазвичай занадто малий, щоб його можна було моделювати за допомогою складних підходів. Іншою можливістю може бути те, що характеристики часового ряду змінювалися з часом, тому навіть великий хронологічний ряд не містить достатньо даних, щоб відповідати складній моделі. Таким чином, важливо моделювати послідовності за допомогою комплексних підходів, щоб вони мали достатню довжину і вироблялися відносно стабільною системою. Крім того, нейронні мережі додатково критикують за їх «чорний ящик». Таким чином, метеорологи традиційно обирали простіші статистичні методи.

Проте зараз ми живемо у великий інформаційний вік. Протягом багатьох років компанії накопичили велику кількість інформації, яка надає важливу інформацію про їхні бізнес-моделі. Великі дані протягом ряду разів не обов'язково означають, що окрема серія містить багато інформації. Натомість це зазвичай означає, що існує кілька часових рядів, пов'язаних з одним регіоном. За таких обставин односторонні методи прогнозування, які враховують окремі часові ряди, можуть не давати надійних прогнозів. Вони неузгоджені в контексті великих даних, коли модель можна вивчати

одночасно з багатьох подібних хронологічних рядів. На відміну від цього, більш складні моделі, такі як нейронна мережа, більше виграють від доступності великих обсягів даних.

3.3 Опис основного функціоналу ІС

Робота з інтелектуальною системою вихідного контролю починається зі сторінки авторизації користувача. Система розроблена таким чином, щоб кожен зареєстрований користувач мав можливість повноцінно взаємодіяти з системою без будь-яких обмежень щодо будь-яких маніпуляцій з роботизованим сайтом.

Неавторизовані користувачі не мають доступу до функцій системи. Для реєстрації необхідно заповнити поля імені, електронної пошти та пароля. Для кожного введенного поля система встановлює ряд обмежень. Поле імені має обмеження в 50 символів. Ви повинні ввести правильну адресу електронної пошти в поле Пошта. Поле пароля не повинно містити таких символів, як: <, >, \, |, /, *, ?, : та інших символів, які використовуються як елементи керування або символи мови програмування.

Після реєстрації або авторизації користувача система надає доступ до списку систем, які вже створив цей користувач. Авторизований користувач має доступ не до глобального списку всіх створених систем, а лише до себе для забезпечення безпеки доступу сторонніх користувачів до приватної інформації.

На цій сторінці ви можете перейти як на сторінку створення компонентів, так і на веб-сторінки, які вже були створені авторизованим користувачем. Сторінка розділяє розділи за назвою та датою створення. Також надає можливість знайти за назвою.

Щоб продовжити роботу з системою, необхідно створити початковий модуль, що складається з компонентів. Щоб створити веб-сайт, ви повинні бути зареєстрованим та авторизованим користувачем.

Сайт створюється натисканням кнопки «створити» на сторінці «Список сайтів». Для створення потрібно вказати назву сайту, дата створення буде записана автоматично. Незабаром після початку ІР записується дата переходу до нормального режиму роботи. Поле введення імені має бути заповнене і не повинно перевищувати 20 символів. Користувач має можливість створити кілька веб-сайтів, щоб продовжити роботу окремо з кожним з них. Кожен створений розділ має свій унікальний ідентифікатор, тому їх назви можна повторювати.

На наступній сторінці можливо побачити всі можливості створеного модуля. Робота інтелектуальної системи вихідного контролю здійснюється з цієї сторінки. Також можна перейти на сторінку результатів роботи системи та історії роботи в інформації цього модуля після запуску системи. Також можливо побачити список елементів у цьому розділі

Щоб додати елементи, відредагуйте / видаліть розділ на цій сторінці. Огляд основних моментів сайту робота надає огляд і надає вам доступ до виправлення даних. Історія виконаної роботи та результати аналізу створюються автоматично і не можуть бути відредаговані жодним користувачем.

Після створення розділу його сторінки ви можете редагувати та видаляти його. Ця сторінка має можливість змінити всі можливі налаштування, які були введені лише користувачем. Користувач може змінити назву сайту, зупинити його, оновити інформацію та видалити сайт із системи. Коли ви видаляєте сайт, всі дані, записані під час його роботи, автоматично видаляються. Зберігаються всі обмеження для введення поля.

З цієї сторінки ви можете повернутися на сторінку сайту, щоб перевірити оброблені дані, або коли ви видалите сайт, користувач буде автоматично перенаправлено на сторінку зі списку сайтів. Щоб продовжити роботу над системою.

Елементи створюються шляхом навігації по сторінці веб-сайту. При створенні елемента необхідно вказати назву та коротку назву. Усі інші поля можна створити пізніше. У разі відсутності необхідних для системи даних, вона повідомляє користувача про те, скільки даних не вистачає. Система сама оновлює інформацію про компоненти під час роботи.

Сторінка компонентів доступна для перегляду інформації, введеної або зміненої системою для легкого моніторингу процесів цієї інтелектуальної системи. Також зручно перевірити, чи була заповнена вся необхідна для роботи системи інформація, інакше можна скористатися переходом на сторінку редагування або видалити елементи з сайту.

Компонент має характерні поля, такі як: час переходу частини, час ремонтних робіт, період ремонту, стан компонента, вартість додаткових робіт, вартість ремонтних робіт та час ремонтних робіт. Статус товару автоматично заповнюється системою. Також інтелектуальна система повинна визначити від користувача порядок використання компонентів цієї роботизованої зони, тобто необхідні поля введення – співвідношення між компонентами.

Поле імені обмежено 20 символами. Поле короткого імені обмежено 4 символами. При створенні об'єкта дані автоматично перевіряються, і при виникненні помилки система пропонує користувачеві замінити введені дані на правильні дані.

Ця сторінка дозволяє редагувати посилання та властивості раніше виконаних елементів. Не дозволяється змінювати поля, які система автоматично записує. Все, що залишилося зробити, це змінити обмеження поля для неправильних записів.

При зміні структури сайту без залучення інтелектуальної системи, в залежності від зміни роботизованого розташування дані елемента можуть бути замінені або видалені. Інтелектуальна система вихідного контролю автоматично адаптується до роботи з новими даними. Під час редагування

елемента, коли ви його видаляєте, ви потрапляєте на сторінку компонента – сторінку розділу, де доступний список усіх доданих елементів.

Ця сторінка дозволяє редагувати посилання та властивості раніше виконаних елементів. Не дозволяється змінювати поля, які система автоматично записує. Все, що залишилося зробити, це змінити обмеження поля для неправильних записів.

При зміні структури сайту без залучення інтелектуальної системи, в залежності від зміни роботизованого розташування дані елемента можуть бути замінені або видалені. Інтелектуальна система вихідного контролю автоматично адаптується до роботи з новими даними. Під час редагування елемента, коли ви його видаляєте, ви потрапляєте на сторінку компонента – сторінку розділу, де доступний список усіх доданих елементів.

На цій сторінці ви можете побачити історію технічних даних системи та історію виконаних робіт з її результатами. Після запуску розумної системи ви можете перейти на цю сторінку. Інформація автоматично оновлюється та оновлюється.

Він графічно відображає аналіз системи як до, так і після оптимізації продуктивності системи. Також розраховується, коли будуть відшкодовані витрати на оновлення або збільшення існуючих компонентів. Ви можете побачити продуктивність до та після оновлення на цій сторінці. Усі доступні дані можна завантажити на комп'ютер для перевірки `xlsx`.

Алгоритм інтелектуальної системи заснований на аналізі наявних даних. За результатами аналізу система приймає рішення про використання накопичених ресурсів роботизованого сайту за певний період часу. Використані ресурси використовуються для підвищення ефективності виробництва. Використання додаткових системних ресурсів дозволить підвищити ефективність лише за рахунок повернення ресурсів, використаних для оновлення, на нове обладнання в короткостроковій перспективі. При оптимізації роботи інтелектуальна система автоматично

розраховує різницю продуктивності за певний період часу до та після покращення роботи. За результатами розрахунків буде визначено, коли додаткові заходи будуть повністю реалізовані.

3.4 Опис архітектури додатку ІС

Архітектура обчислювальної візуалізації заснована на моделі Model-View-Controller (MVC). Ця архітектура дозволяє змінювати зовнішній вигляд користувацького інтерфейсу без істотних змін у моделі зберігання та управління даними. Цей шаблон дозволяє вносити зміни або розширення до програмного забезпечення, дозволяючи повторно використовувати компоненти програми. Значно знижується складність розуміння системи за рахунок нормальної складової структури.

Ця модель ділиться на три основні частини відповідно до розподілу функцій між ними. Модель відповідає за зберігання даних та їх структуру. Дисплей – це відображення даних у користувачеві програми, тобто її інтерфейс. Контролер — це зручний елемент керування, який отримує сигнали в результаті певних дій користувача та формує відповідні команди та передає дані в модель.

Кожен набір сторінок має свою функцію, тобто має свій контролер. Ця інтелектуальна система розділена на безліч таких наборів для відображення даних.

Сторінка авторизації має свій окремий контролер, який дублює функції реєстрації, авторизації, підключення. Цей контролер використовується лише для виконання дій, пов'язаних із користувачами.

Загальні сторінки: створення, перелік, редагування/видалення сторінок, а сторінки сайту мають окремий контролер, який обробляє інформацію, пов'язану з зареєстрованими сайтами користувачів. Кожна відповідна користувачу дія в системі створює команду, яка надсилається

моделі. У свою чергу, зміна моделі відображається через інтерфейс. Ця візуалізація дозволяє контролювати роботу системи.

Інший набір сторінок: створення, редагування / видалення, а сторінка елемента має окремий контролер. Виконує формування відповідних сигналів у специфічних для користувача діях. Контролер генерує та надсилає керуючі сигнали своїй моделі, яка змінює дані.

Для надання графічної інформації про історію ремонтів та робіт вихідного контролю реалізовано окремий контролер. Цей контролер відповідає за автоматичну модифікацію графічних даних та реєстрацію їх у базі знань з можливістю подати їх для перевірки у вигляді файлу *xlsx*.

Аналіз та оптимізація є відповідальністю єдиного контролера, який поєднує логіку ефективності та обчислення всіх доступних даних з автоматичною заміною деяких даних у базі знань для подальшої ефективної роботи області робототехніки.

Нижче описано структуру бази знань та можливість її використання системою. Форма бази даних показана на Рисунку – 3.2.

У цій структурі одностороння стрілка вказує на зв'язок «один до багатьох». Стрільба в обидві сторони – багато до багато.

Така структура дозволяє користувачеві створювати кілька модулів, з якими буде працювати інтелектуальна система.

У кожному розділі є багато елементів, перерахованих у таблиці «Зв'язки». Кожен компонент має історію ремонту та робіт вихідного контролю. Це дозволяє аналізувати дані та представляти їх у вигляді статистики.

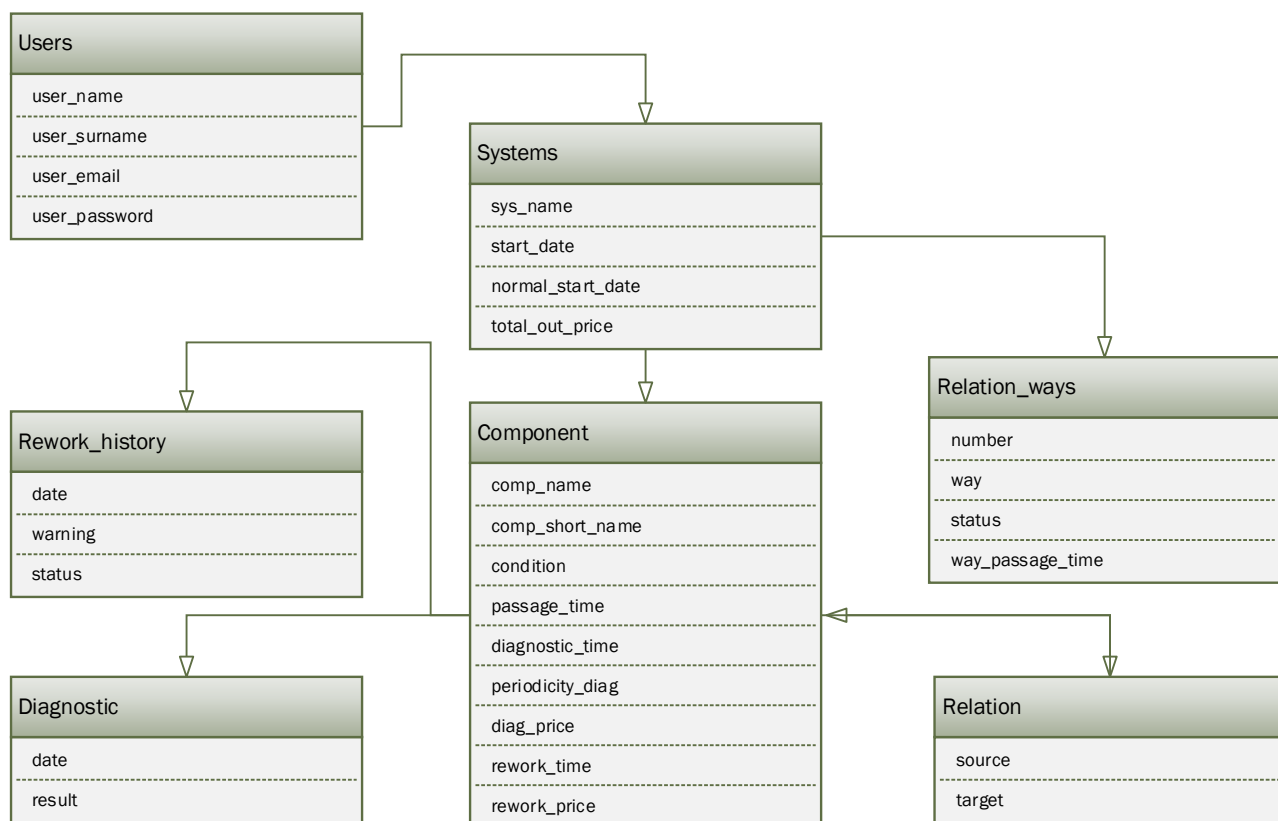


Рисунок 3.2 – Структура БД

Система також підключається до вкладки Relation_ways. Ця таблиця відстежує шлях компонентів системи від початку до кінця циклу роботизованого космічного виробництва. Ця таблиця корисна і спрощує майбутню оптимізацію продуктивності, розраховуючи мінімальний час передачі даних на компонентах системи. Розширена діаграма ER для СЗ наведена в додатку.



Рисунок 3.3 – Спрощена структурна схема ІС

Найпоширеніша мова для програмування нейронних мереж це Python. Тому для окремого сервісу та налаштування мережі було обрано саме цю мову програмування, а за допомогою зручних API calls можливо створити зв'язок між сервісами та надсилати й отримувати інформацію з сервісу мережі для подальшого аналізу та обробки інформації.

Стандартна бібліотека охоплює широкий спектр корисних мобільних функцій, від обробки текстів до інструментів написання мережових додатків. Додаткові функції, такі як математичне моделювання, апаратна робота, веб-розробка або розробка ігор, можуть бути реалізовані

за допомогою великої кількості сторонніх бібліотек, а також за допомогою інтеграції бібліотек, написаних на C або C++, а сам Python Translator написані цими мовами, можна комбінувати. Існує також спеціальний репозиторій для програмного забезпечення, написаного на Python, PyPI. Цей репозиторій забезпечує простий спосіб встановлення пакетів в операційній системі і фактично став стандартом Python. До 2019 року він включатиме понад 175 000 пакетів.

Python став однією з найпопулярніших мов і використовується в аналізі даних, машинному навчанні, DevOps і веб-розробці, серед інших областей, включаючи розробку ігор. Завдяки читанню, простому синтаксису та необхідності компіляції ця мова підходить для навчання програмуванню та дозволяє зосередитися на вивченні алгоритмів, концепцій та прикладів. Пошук помилок і досвіду за допомогою перекладу мови дуже корисний. Цю мову використовують багато великих компаній, таких як Google або Facebook. Станом на жовтень 2021 року Python займає перше місце в рейтингу популярності мови програмування TIOBE з 11,27%.

Висновок до розділу

1. За результатами аналізу визначено, що розвиток інтелектуальних систем базується на мовах, орієнтованих на швидку обробку інформації. Найпоширенішими представниками таких інструментів були LISP, CLISP, Prolog. Інтелектуальні системи, розроблені і розроблені на основі цих засобів, здатні самостійно розширювати базу знань. Зараз ці технології інтегровані в мови програмування високого рівня.
2. Визначено що при всіх особливостях обробки та виконання знань на основі знань одна з цих мов більше підходить для проектування інтелектуальних систем для аналізу роботизованих сайтів, у тому

числі LISP. Ця мова програмування в даний час вбудована в Java. Тому ця мова була обрана як мова за замовчуванням для написання логіки IP.

3. У розділі наведено що для розробки повної інтелектуальної системи з багатими функціями, візуалізацією та належним функціонуванням використовується ряд фреймворків і мов програмування. Серед них Spring Framework, Angular 2, Java, TypeScript. Репозиторій бази даних PostgreSQL також використовується як база знань. Структурна схема ІС наведена у додатку.
4. Визначена необхідність використання нейронної мережі для покращення результатів вихідного контролю з прогнозуванням вимірів перевірок можливо визначити який саме компонент системи може вийти з ладу у майбутньому та запобігти цьому. Для збільшення ефективності загалом, та менших для вчасного ремонту обладнання.
5. Вирішено як використовується докер-контейнер з нейронною мережею, яка вже була налаштована за рахунок проведених досліджень. Спосіб комунікації між основними та додатковими службами — стандартні виклики API.
6. У розділі наведено основну мову програмування нейронних мереж — Python, який надає велику кількість бібліотек та інструментів для маніпулювання різними налаштуваннями нейронної мережі. Отже окремий сервіс буде працювати на мові Python. Одним з основних положень даного завдання є аналіз часового ряду, що дає змогу нейронній мережі працювати з типовою для нею задачею і мати найвищу ефективність та здатність прогнозувати події пошкоджень у майбутньому.
7. Наведено створення нейронної мережі, що складається за 4 шарів: вхідного, вихідного та двох прихованих LSTM шарів. На виході

результатом прогнозування буде дата, а саме приблизне число, або час, в залежності від умов завдання, виходу з ладу обладнання, або компоненту виробництва, що потребує завчасних технічних робіт. Результатами обчислення нейронної мережі враховуються в алгоритмі оптимізації виробничого процесу.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ЗА ОБЧИСЛЕННЯМ ЧИСЛОВОГО РЯДУ ПОКАЗНИКІВ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ У ВИРОБНИЦТВІ

Використання нейронної мережі необхідно для рішення числового ряду, що було виведено з результатів вихідного контролю. Даний підхід сприяє більш ефективному вирішенню поставленого завдання. За допомогою нейронної мережі можливо покращити результати прогнозу, а також створення графіку роботи виробництва, а саме планових перевірок обладнання, проведення ремонтних робіт, та профілактики.

У даному розділі описано роботу нейронної мережі, а також загальні відомості про машинне навчання та його застосування на практиці.

Зібрані декілька приладів навчання, перенавчання мережі, а також здійснення маніпуляцій з шарами та методами згладжування результатів роботи

За результатами роботи був проведений аналіз та розбір деталей виходу інформації. Було проаналізовано ефективність використання мережі у даному випадку та визначено оптимальний шлях її налаштування під задану практичну роботу

4.1 Ефективне перетворення даних

Використання інформації між рядками в прогнозах — ідея, яка останнім часом викликала великий інтерес, особливо після гонки М4. Ідея полягає в тому, що замість розробки моделі для кожного часового ряду в наборі даних, модель розробляється з використанням інформації з серії часових рядів за раз. У літературі такі моделі часто називають глобальними моделями, тоді як односторонні моделі, які створюють модель для кожної серії, відомі як локальні моделі. Однак застосування універсальних моделей до сукупності часових рядів не показує жодного зв'язку між ними та прогнозом. Натомість це означає, що параметри зазвичай

розраховуються для всього доступного часового ряду. По суті, це сценарій багатовимірної прогнозування, в якому значення часового ряду визначається іншими зовнішніми змінними, які змінюються з часом. Такі зв'язки безпосередньо моделюються в рівняннях методу передбачення. Однак глобальна модель, яку викладають у серії, зазвичай діє в односторонньому порядку під час прогнозування незалежно від окремої серії.

У сучасних задачах прогнозування часто необхідно створювати прогнози на серію часу, щоб вони могли мати подібні моделі, на відміну від прогнозування лише одного часового ряду. Поширеним прикладом у сфері прогнозування роздрібної торгівлі є створення прогнозів для багатьох подібних товарів. У таких сценаріях глобальні моделі можуть продемонструвати свій реальний потенціал, переглядаючи масиви, щоб включати більше інформації, ніж локальні методи. Траперо та інше використовували подібну ідею у своїй роботі для прогнозування попиту на одиниці зберігання (SKU). Зокрема, для артикулів з обмеженою історією або без історії оголошень, коефіцієнт регресійної моделі розраховується шляхом об'єднання кількох артикулів. Однак використана модель регресії може показувати лише лінійні зв'язки і не підтримує внутрішній стан для кожного ряду часу.

В останній літературі дослідники використовували ідею розробки глобальних моделей на основі глибоких нейронних мереж. Для RNN це означає, що вагові коефіцієнти розраховуються сумарно, але реєстр зберігається для кожного часового ряду. У переможному рішенні Сміла у конкурсі передбачення M4 використовувалася ідея глобальної моделі з локальними параметрами для задоволення індивідуальних потреб різних серій. Бандара та інші зробив це, зібравши серію пов'язаних груп часових рядів і розробивши глобальну модель для кожного кластера. Салінас та ін. (2019) також використав ідею наскрізних даних у своїй моделі DeerAR для

потенційних прогнозів. Rangapuram, Wang, та Wen у своїй роботі використовували концепцію перехресного навчання, використовуючи для прогнозування глибокі нейронні мережі. Бандара та його колеги розробили глобальні моделі прогнозування середовища електронної комерції на основі моделі попиту на подібні продукти.

4.2 Машинне навчання

Машинне навчання — це вивчення комп'ютерних алгоритмів, які автоматично вдосконалюються завдяки досвіду. Це дослідження вважається частиною штучного інтелекту. Алгоритми механічного навчання створюють модель на основі вибірок даних, відомих як «дані навчання», щоб робити прогнози або приймати рішення без явного програмування. Алгоритми машинного навчання використовуються в різних програмах, таких як фільтри електронної пошти та комп'ютерний зір, де важко або неможливо розробити загальні алгоритми для виконання необхідних завдань.

Машинне навчання передбачає вивчення того, як комп'ютери можуть виконувати завдання без явного програмування. Він включає в себе комп'ютерне навчання на основі даних, яке дозволяє виконувати конкретні завдання. Для простих завдань, які даються комп'ютерам, можна запрограмувати алгоритми, які показують машині, як виконати всі необхідні дії для вирішення сучасної проблеми. на стороні комп'ютера навчання не потрібно. Для більш складних людських завдань не зручно створювати вручну необхідні алгоритми. На практиці це може бути більш ефективним, щоб допомогти машині розробити власний алгоритм, ніж люди-програмісти для визначення кожного необхідного кроку.

Машинне навчання використовує різноманітні методи, щоб навчити комп'ютери виконувати завдання, коли повністю незадовільний алгоритм недоступний. У випадках, коли існує велика кількість можливих

відповідей, один підхід — позначити деякі правильні відповіді як дійсні. Потім їх можна використовувати як дані комп'ютерного навчання для покращення алгоритму(ів), що використовуються для визначення правильних відповідей. На практиці велика робота виконується за допомогою машинного навчання.

4.3 Постановка завдання дослідження

Метою є підвищення ефективності виробництва за рахунок скорочення періоду випробувань окремих деталей та впровадження інтелектуальних систем початкового управління робототехнічним виробництвом.

Прогнози ґрунтуються на вихідних контрольних даних аналітичних пристроїв вихідного контролю з великою кількістю невідомих, що складають конкретну модель виробничої поведінки на практиці. Таким чином, за даними, отриманими в результаті спостережень, формується очікувана динаміка показників окремих моментів часу. Остаточна інтеграція прогнозних показників у виробничі прогнози в певному форматі та даті здійснюється особою-аналітиком на основі своїх професійних навичок та досвіду. Більші труднощі в прогнозуванні викликають непередбачені обставини, коли незначна зміна ціни може спрямувати зміну цієї ситуації в протилежний бік. Розвиток такої системи може призвести як до непередбачуваних наслідків, так і до нормального функціонування всієї системи.

У цьому випадку машинне навчання знаходить закономірності і може відтворювати роботу аналітичних елементів. Вхідні дані не є складними. Ми можемо наслідувати їх приклад. Проте головною проблемою є їхня кількість і точність таких даних у попередні роки, коли не вистачало засобів вимірювальної техніки. Тому велика частина цих даних була автоматично отримана та включена до набору даних.

Вихід з ладу такої мережі буде приблизною датою виходу з ладу елемента виробництва роботів.

У наш час вже неможливо обійтися без робототехнічних систем, що самостійно виконують поставлені задачі. Наразі людство не відчуває складності розробки тієї чи іншої деталі. Більшість складних виробничих процесів перейняли роботизовані виробництва.

Виникає гостре питання вихідного контролю та покращення ефективності роботи подібних систем

Задачею є прогноз на вибраний календарний місяць за даними всіх вже відомих значень за минулі проведені роботи починаючи з початку роботи системи.

У датасеті міститься інформація про час перевірки, її результат, дату запланованої наступної перевірки, інтервал значень нормальної роботи, вихід з роботи компонентів.

Вихідними даними буде оптимальна дата та час для ремонту деталей.

Для нормалізації даних підійде звичайний Scaler що використовує середнє арифметичне значення для кожної колонки.

Стандартизуйте функції, вилучивши середнє значення та масштабуючи до одиничної дисперсії

Стандартний бал вибірки x розраховується як:

$$z = (x - u) / s$$

де u – середнє значення навчальних зразків або нуль, а s – стандартне відхилення навчальних зразків або одиниця.

Центрування та масштабування відбуваються незалежно від кожної функції шляхом обчислення відповідної статистики на вибірках у навчальному наборі. Потім середнє та стандартне відхилення зберігаються для використання у подальших даних із використанням перетворення.

Стандартизація набору даних є загальною вимогою для багатьох оцінювачів машинного навчання: вони можуть поводитися погано, якщо

окремі функції не більш-менш виглядають як стандартні нормально розподілені дані (наприклад, Гауссова з 0 середньою та дисперсією одиниці).

Оскільки всі присутні колонки складаються лише з чисел то `StandardScaler()` справляється з стандартизацією набору даних.

4.4 Середовище виконання

Було обрано мову програмування Python, яка показала себе як дуже пристосована для подібних задач мова.

Як фреймворк було обрано Keras, оскільки він значно полегшує роботу із моделями та алгоритмами машинного навчання за рахунок того, що немає необхідності занурюватись у математичну складову, яка стоїть за алгоритмами навчання та реалізації моделей.

Також було використано бібліотеку `pandas` для імпорту та візуалізації таблиць датафреймів та дві бібліотеки `numpy` та `matplotlib` для математичних операцій та відображення графіків, відповідно.

4.5 Модель нейромережі

Нейронна мережа — це набір алгоритмів, які намагаються визначити ключові зв'язки в наборі даних за допомогою процесу, який імітує роботу мозку людини. У цьому сенсі нейронні мережі — це нервові системи, які є або органічними, або штучними за своєю природою. Нейронні мережі можна адаптувати до змінного введення. Таким чином, мережа дає найкращі результати без переробки вихідних стандартів. Концепція нейронних мереж, корінням якої є штучний інтелект, стрімко набирає популярності у розвитку торгових систем.

Оскільки необхідно виконувати завдання прогнозування, необхідно вибрати мережу, яка найкраще реагує на такі завдання. У цьому випадку доцільна повторювана модель нейронної мережі.

Основи повторюваних нейронних мереж: повторювані нейронні мережі (RNN) — це тип нейронної мережі, в якій результат попереднього кроку представлений як вхід для поточного кроку. У традиційних нейронних мережах не всі входи та виходи взаємопов'язані, але у випадках, коли потрібно створити наступне слово в реченні, потрібні попередні слова, а отже, потрібно запам'ятати попередні слова. Таким чином, було виявлено, що RNN вирішив цю проблему за допомогою секретного рівня. Основною і найважливішою особливістю RNN є стан оболонки, в якій зберігається певна інформація про послідовність.

Переваги рекурентної нейронної мережі:

- RNN запам'ятовує кожен інформацію в часі. У прогнозуванні часових рядів корисно лише завдяки функції пам'ятати попередні введені дані. Це називається довгостроковою короткочасною пам'яттю.
- Рекурентна нейронна мережа навіть використовуються із згортковими шарами для розширення ефективного сусідства пікселів.

– Недоліки рекурентної нейронної мережі:

- Навчання RNN – дуже складне завдання.
- Не можливо обробляти дуже довгі послідовності, якщо використовується $\tanh$ або relu як функція активації.

На основі цих даних було обрано саме рекурентну мережу для прогнозування даних.

4.6 Структура мережі

Для вирішення даної задачі було обрано наступну архітектуру. Мережа складається з двох шарів LSTM по 32 units в кожному та останнього повнозв'язного шару Dense з кількістю нейронів 1 для вихідного значення, а саме середньої температури.

При тренуванні моделі використовується оптимізатор Adam зі швидкістю навчання $1e-4$, батчем на 128 семплів.

Останній шар активується за допомогою сигмоїди.

Блок LSTM зображено на Рисунку 4.1.

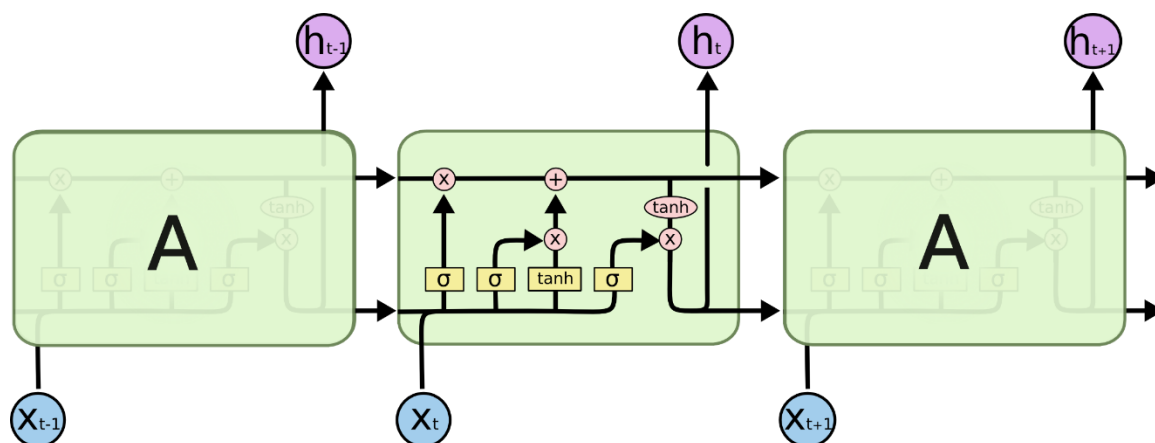


Рисунок 4.1 – Блок LSTM

У блоці LSTM присутні дві різних активації це гіперболічний тангенс та сигмоїда, наведені на Рисунках 4.2 та 4.3 відповідно.

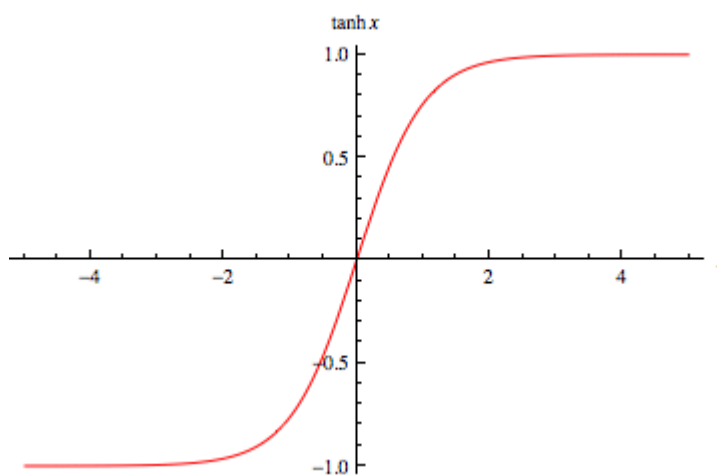


Рисунок 4.2 – Функція активації Гіперболічний тангенс

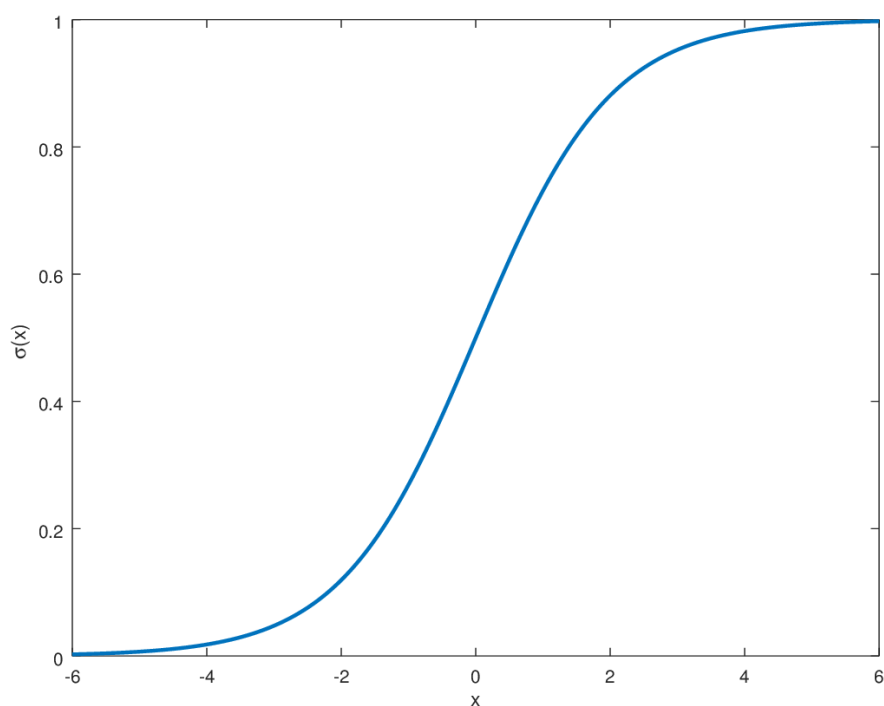


Рисунок 4.3 – Функція активації Сигмоїда

У ході експерименту буде використовуватись ще одна функція активації, а саме ReLU, яка наведена на Рисунку 4.4

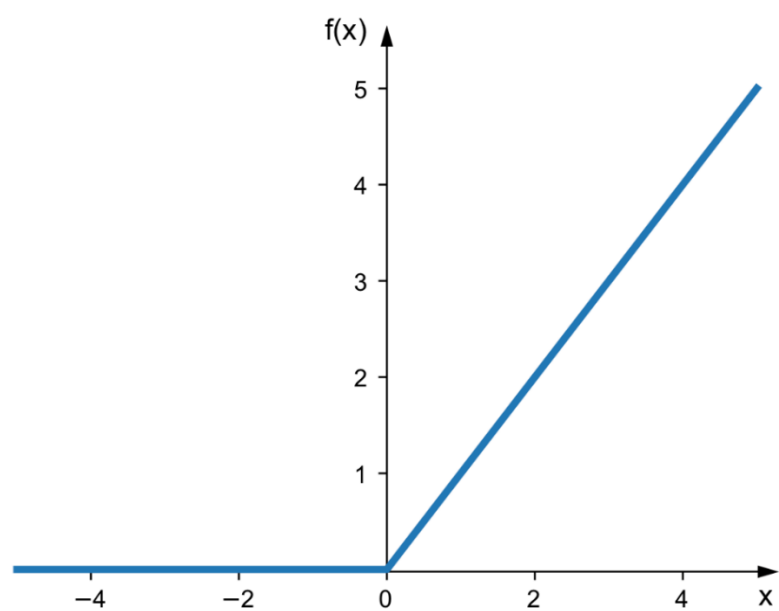


Рисунок 4.4 – Функція активації ReLU

Модель нейромережі зображено на Рисунку 4.5.

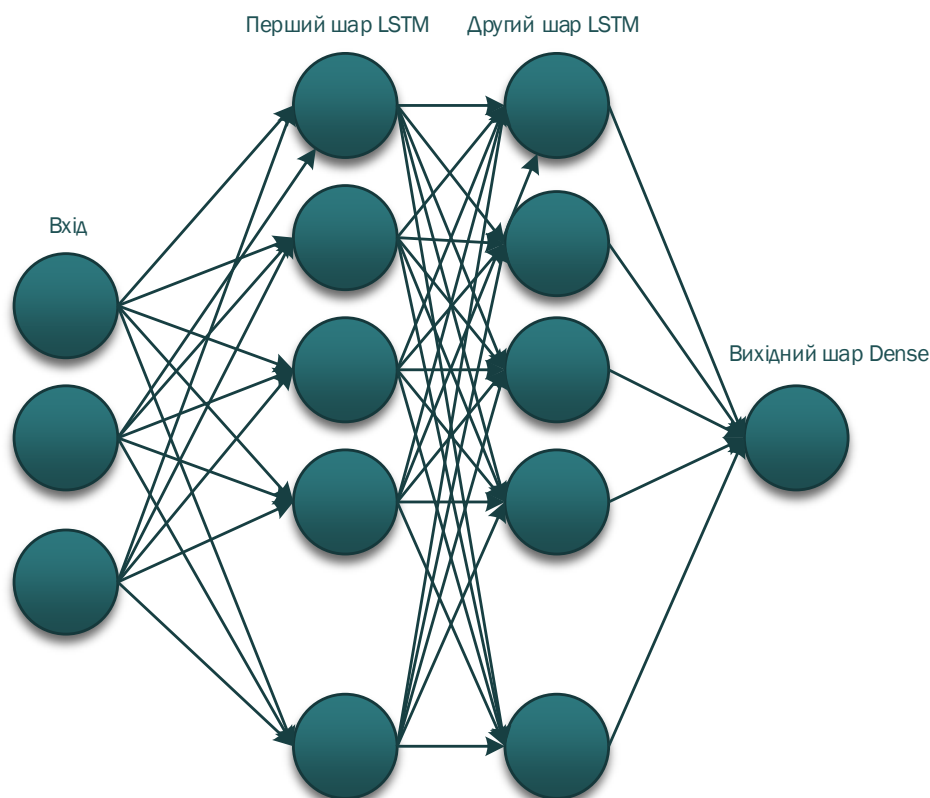


Рисунок 4.5 – Двошарова модель нейронної мережі

4.7 Навчання мережі

Для виконання поставленого завдання потрібно навчити нейромодель. Для навчання необхідно спочатку скомпілювати модель, при цій операції використовується оптимізатор Adam, а у якості функції витрат `binary_crossentropy`.

Функція втрат – функція, яка в теорії статистичних рішень характеризує втрати при неправильному прийнятті рішень на основі спостережуваних даних.

Оптимізація гіперпараметрів – завдання машинного навчання за вибором набору оптимальних гіперпараметрів для навчального алгоритму.

Далі, використовуючи клас `KerasClassifier`, передається метод створення моделі, кількість епох, за які буде навчатися неймережа, та розмір пакетів навчання (batch-ів). Кількість епох буде рівна 15, а розмір пакетів – 128.

Для подібного завдання немає необхідності використовувати більшу кількість епох, тому що вхідні дані доволі прості, і мережа може швидко перенавчитися.

Виконання навчання моделі зображено у Таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Епохи навчання нейронної мережі.

Епоха	Втрата на навчальному датасеті	Точність на навчальному датасеті	Втрата на перевіреному датасеті	Точність на перевіреному датасеті
1	0.6004	0.6283	0.3158	0.8736
2	0.2445	0.9048	0.2999	0.8840
3	0.1710	0.9374	0.3326	0.8764
4	0.1385	0.9512	0.3281	0.8684
5	0.1117	0.9613	0.3829	0.8668
6	0.0891	0.9717	0.3801	0.8628
7	0.0809	0.9757	0.4665	0.8576
8	0.0734	0.9767	0.5289	0.8560
9	0.0618	0.9830	0.4612	0.8552
10	0.0592	0.9828	0.5595	0.8552
11	0.0484	0.9870	0.5501	0.8580
12	0.0421	0.9885	0.5974	0.8488
13	0.0379	0.9898	0.6413	0.8476
14	0.0376	0.9903	0.6213	0.8464
15	0.0415	0.9892	0.5489	0.8472

Графічне представлення функції точності можна побачити на Рисунку 4.6.

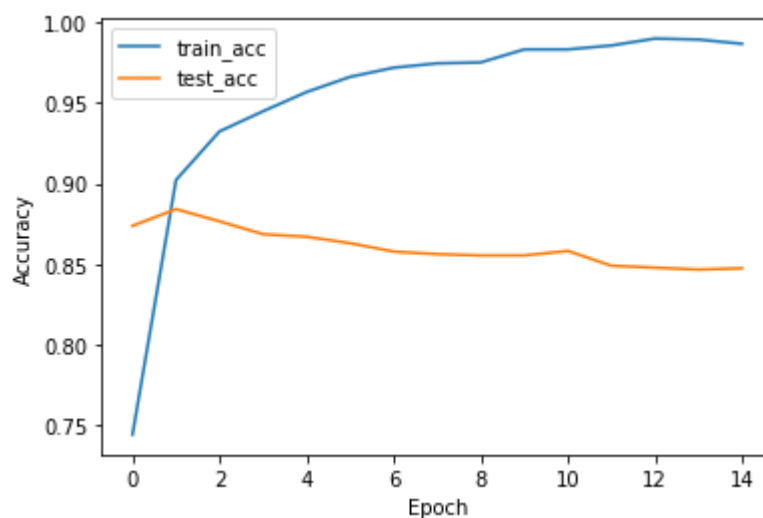


Рисунок 4.6 – Функція залежності точності на тестовій та навчальній вибірках

За результатами навчання відслідковується точність роботи моделі на навчальній вибірці 99% на тестовій вибірці 85% що є добре для роботи подібної моделі.

Модель працює добре однак на останніх епохах проявляється перенавчання моделі що видно з Рисунку 4.6. Точність прогнозу погіршується вже після шостої епохи. Тому модель необхідно покращити за допомогою зміни гіперпараметрів шляхом експериментів.

На реальних даних модель показала себе на 83% точності що є прийнятним для даної моделі. Однак покращення результату можливе, оскільки відбулося перенавчання моделі. Тому за допомогою певних змін гіперпараметрів можливо уникнути запам'ятовування навчальних даних моделлю та підвищити точність на реальних даних, що і буде зроблено шляхом експерименту.

4.8 Експериментальне дослідження обраної нейромережі

4.8.1 Планування експериментів

Оглянувши результати проведення навчання мережі можна зробити висновок що виникає перенавчання мережі. Тому за допомогою зміни гіперпараметрів можливо уникнути погіршення точності на тестовій

вибірці. У якості гіперпараметрів що можуть змінити точність виступають: кількість шарів, кількість нейронів на кожному шарі, оптимізатор, функція активації, кількість епох навчання.

Тому першим експериментом буде зменшення шарів LSTM. Кількість таких шарів буде рівна одиниці. На одному шарі будуть присутні 32 units.

Другим експериментом буде додавання кількості прихованих шарів, їх кількість збільшиться на один шар LSTM який буде мати такі ж параметри як і початкові 2

Третім експериментом буде змінення функції активації вихідного шару на ReLU, що вплине на вихідні значення.

Четвертим експериментом буде підвищення кількості нейронів на прихованих шарах з 32 до 64.

П'ятим експериментом буде зменшення кількості епох навчання. Оскільки перенавчання відслідковується після шостої епохи, навчання буде виконано на 8 епохах замість 15

4.8.2 Результати експериментів

За результатом першого експерименту, а саме зменшення кількості прихованих шарів на 1, отримано наступні результати:

Точність на навчальній вибірці – 97%

Точність на тестовий вибірці – 85.4%

Графік точності на навчанні можна побачити на Рисунку 4.7.

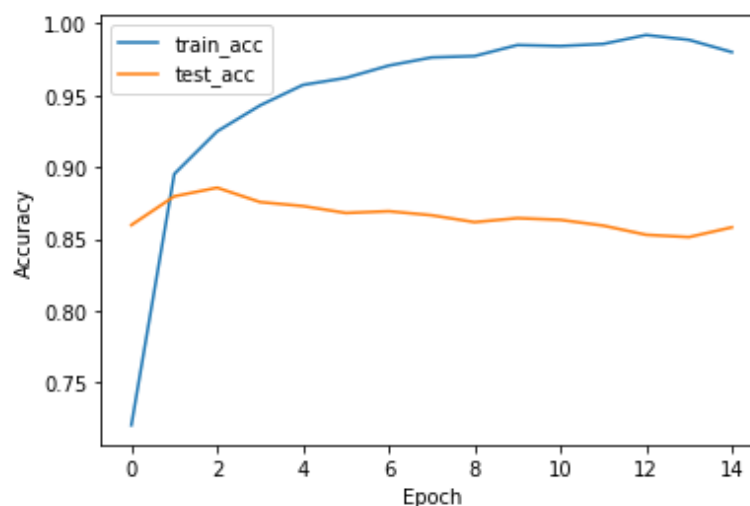


Рисунок 4.7 – Функція залежності точності на тестовій та навчальній вибірках перший експеримент

За результатами першого експерименту помітно змінилась швидкість навчання нейронної мережі, вона стала швидшою та незначно підвищилась точність на тестовій вибірці та зменшення точності на навчальній що говорить про кращу роботу моделі у такому ключі. Однак перенавчання моделі все ще спостерігається, точність такої моделі почала падати раніше, тому змінювати модель на таку немає сенсу, оскільки результат не сильно змінився. Різниця з початковою моделлю 1 % на тестовій вибірці.

За результатами другого експерименту можна побачити:

Точність на навчальній вибірці – 99%

Точність на тестовій вибірці – 85.7%

Функція точності другого експерименту зображена на Рисунку 4.8.

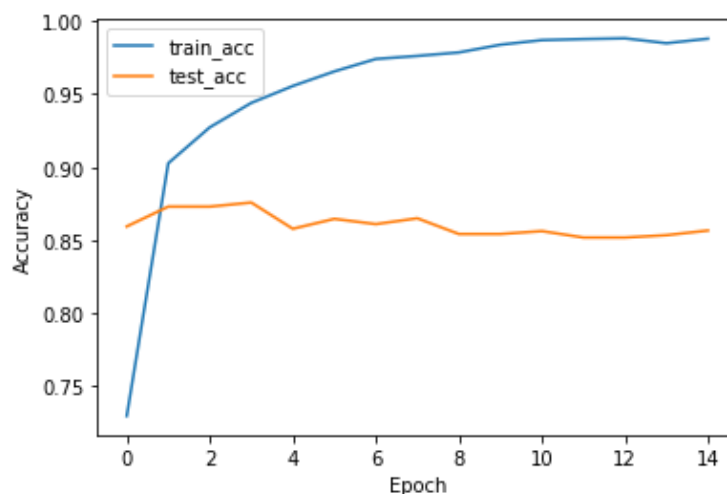


Рисунок 4.8 – Функція залежності точності на тестовій та навчальній вибірках на другому експерименті

За результатами другого експерименту точність на тестовій вибірці незначно підвищилась, перенавчання моделі відбулось дещо пізніше через наявність ще одного шару тому і точність також підвищилась. Як можна побачити на Рисунку 4.8 функція точності на тестовій вибірці зменшується значно повільніше за попередній експеримент.

За результатами третього експерименту, а саме змінення функції активації останнього шару:

Точність на навчальній вибірці – 93%

Точність на тестовій вибірці – 83%

Функцію точності на третьому експерименті можна побачити на Рисунку 4.9.

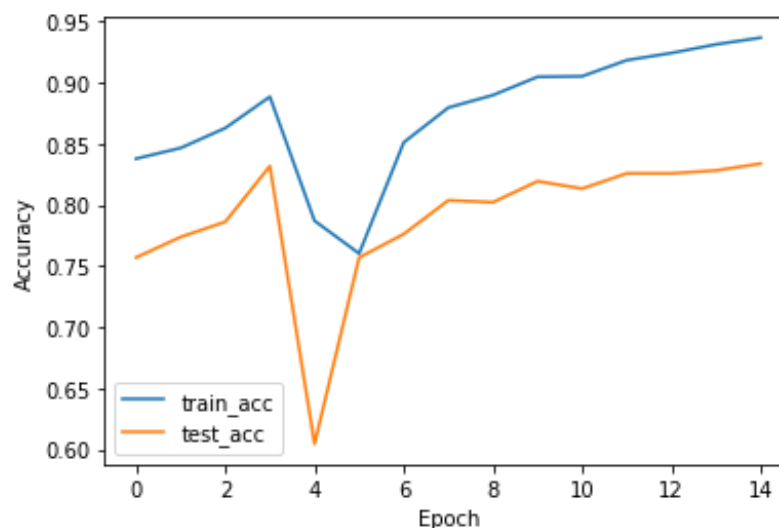


Рисунок 4.9 – Функція залежності точності на тестовій та навчальній вибірках на третьому експерименті

За результатами третього експерименту можна побачити що сигноїда краще працює. Перевагами сігмоїди є плавний градієнт, запобігаючий «стрибкам» вихідних значень; вихідні значення, обмежені між 0 і 1, нормалізують вихід кожного нейрона; чіткі прогнози – для X вище 2 або нижче -2, як правило, підводить значення Y (передбачення) до краю кривої, тобто дуже близько до 1 або 0, – це дає можливість чітких прогнозів. Точність тестової вибірки зменшилась, за цим можна зробити висновок що початкова функція активації проявила себе краще у даному випадку.

За результатами четвертого експерименту а саме змінення кількості нейронів у прихованих шарах з 32 до 64 можна побачити:

Точність на навчальній вибірці – 98%

Точність на тестовій вибірці – 85.3%

Функцію точності можна побачити на Рисунку 4.10.

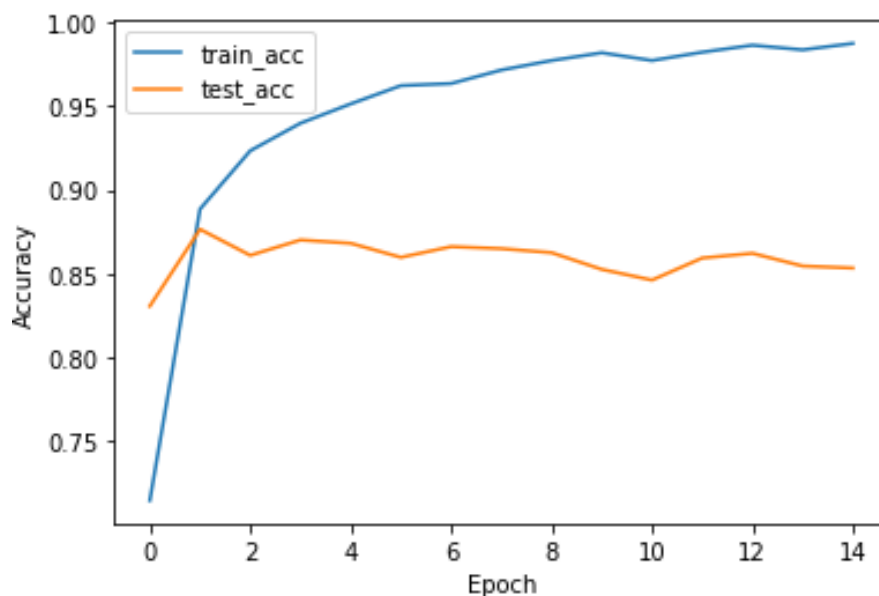


Рисунок 4.10 – Функція залежності точності на тестовій та навчальній вибірках на четвертому експерименті

За результатом четвертого експерименту можна спостерігати незначний приріст точності на тестовому наборі значень, за рис. 4.10 ефект дещо схожий на ефект за другого експерименту, а саме збільшення кількості шарів однак крива точності поводить себе більш нестабільно, що виключає можливі зміни моделі у даному напрямку.

За результатами п'ятого експерименту а саме змінення кількості епох навчання з 15 до 8 можна побачити:

Точність на навчальній вибірці – 98%

Точність на тестовій вибірці – 86.3%

Функцію точності можна побачити на Рисунку 4.11.

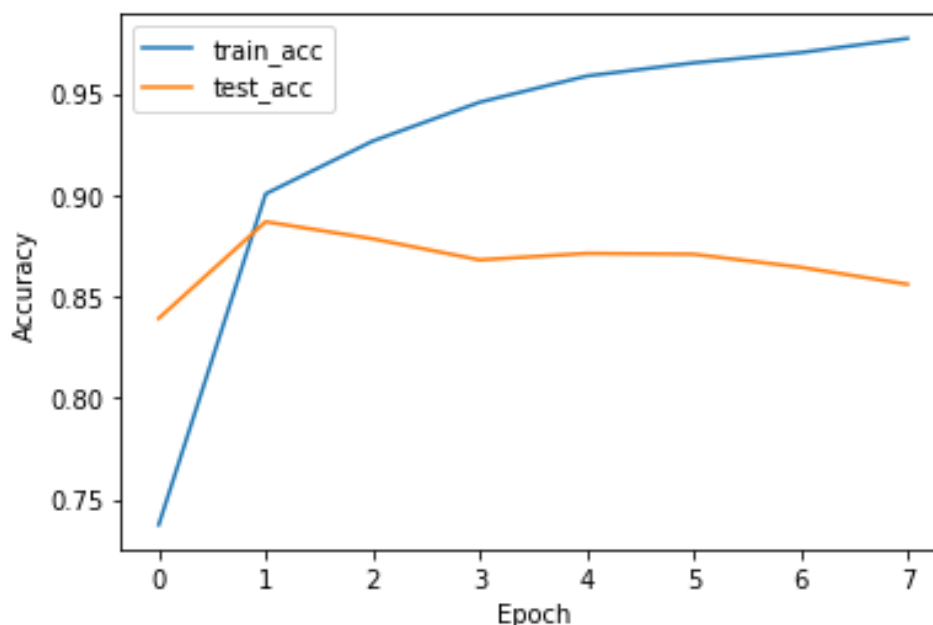


Рисунок 4.11 – Функція залежності точності на тестовій та навчальній вибірках на п'ятому експерименті

За результатами п'ятого експерименту можна спостерігати як функція точності починає падати на тестовій вибірці однак за таку малу кількість епох не встигає запам'ятати багато значень на навчальній вибірці тому і результат на тестовій підвищився, а на навчальній зменшився.

Висновок до розділу

1. У розділі наведено що нейронна мережа використовується для визначення прогнозу за числовим рядом, зведеним з даних вихідного контролю. Залучення нейронних мереж допоможе системі більш точно визначати графіки перевірок обладнання та проведення профілактичних робіт.
2. Визначено що завдяки подібній інформації система значно краще оптимізує існуючу роботу будь-якого компонентного виробництва.
3. У ході виконання визначено модель нейронної мережі, кількість її прихованих шарів. Зроблено обробку та фільтрацію початкового датасету, навчання моделі та проведено ряд експериментів з метою

покращення результатів роботи даної моделі на тестовому наборі даних що сформовано випадково з початкового датасету.

4. У п'яти експериментів змінено ряд гіперпараметрів що впливають на точність роботи моделі. У першому експерименті зменшена кількість шарів на 1, результати роботи моделі погіршились. У другому експерименті було збільшена кількість шарів на 1, результати точності покращились. У третьому експерименті була змінена функція активації вихідного на ReLU що привело до зменшення точності. У четвертому експерименті було підвищено кількість units на кожному з LSTM шарів, результати точності покращились відносно початкових. На останньому кількість епох навчання було зменшено вдвічі що призвело до покращення результату.
5. З виконаних експериментів зроблено висновок, що початкова модель перенавчається, а тому зменшення кількості епох, або ускладнення моделі дало підвищення результатів точності.

5 ТЕСТУВАННЯ РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

У цьому розділі інтелектуальна система тестується на прикладі вибраного місця та характеристик кожного компонента. Для належного тестування підбирається модуль, який штучно містить ряд стандартних системних рішень. До ряду таких проблем можна віднести неефективне використання виробничих ресурсів, достатнього для виправлення різниці в часі між компонентами в послідовно з'єднаних компонентах, а також хорошу ситуацію, коли інтелектуальна система змінює основну швидкість виробництва. Оптимізація роботизованих компонентів.

Проводиться детальний розрахунок усіх наявних даних та робиться висновок щодо оптимізації ефективності роботи простору. Той самий пакет даних завантажується в інтелектуальну систему для порівняння з теоретичними розрахунками, формується завдання числового ряду та відправляється до сервісу з налаштованою нейронною мережею, яка за допомогою задачі прогнозування може визначити наступний час ремонтних робіт тим самим зробити розрахунки більш точними та вдалими. Результати детальних розрахунків порівнюються з результатами роботи системи.

Тести проводяться для візуалізації всіх операцій інтелектуальної системи на роботизованому майданчику. Вихідні дані аналізуються та порівнюються з реальністю.

Інтелектуальна система проводить серію тестів на коректність своєї роботи в різних критичних ситуаціях і аналізує рішення системи щодо усунення надзвичайних ситуацій, що виникли під час роботи системи.

5.1 Вибір системи для тестування

Вибрана для тестування система має відповідати основним вимогам оптимізації продуктивності. Серед ключових моментів у покращенні роботи роботизованого виробництва – тест виключення, покращення роботи послідовного з'єднання компонентів та оптимізація часу простою системи під час додаткових робіт.

Для детального тестування інтелектуальної системи був обраний модуль, який має всі необхідні параметри відмінної та базової оптимізації. Дана система зображена на Рисунку 5.1.

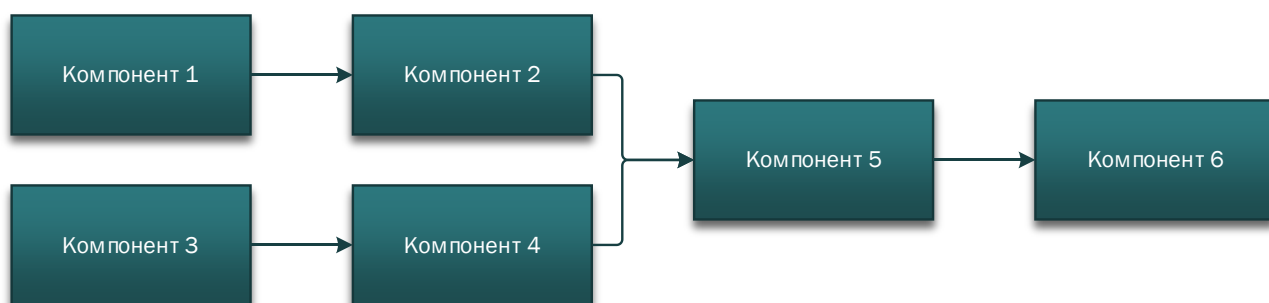


Рисунок 5.1 – Схема компонентів роботизованого виробництва для проведення тестів

Для випробування на міцність цей розділ складається з паралельного з'єднання компонентів 1 – 2 і 3 – 4. Нижні листки мають два вирізи для полегшення доступу до верхніх листків.

Характеристики компонентів 3 та 4:

- Час проходження деталей: 0,2 години.
- Час виконання робіт компонента: 1 година.
- Тривалість робіт: 1 раз на 48 годин використання.

Ці особливості істотно відрізняються від інших компонентів, що робить вибір цих компонентів як основи для підвищення продуктивності не виправданим.

Верхня гілка паралельного з'єднання компонентів 1 – 2 була використана для оптимізації часу виконання робіт. Щоб перевірити цей

Остання частина тесту – оптимізація послідовних з'єднань на предмет відмінностей у властивостях компонентів. Для перевірки властивостей компоненти 5 і 6 мають форму.

Червоним зазначено зону простою системи за послідовним включенням, а зеленим максимальну кількість деталей що виробляються заданий час одним з пари компонентів що перевіряються.

Таблиця 4.2 – Основні характеристики компонентів 5 та 6

	Компонент 5	Компонент 6
Час проходу однієї деталі	2 години	3 години
Час виконання робіт	2 години	3 години
Частота виконання робіт	1 раз на 48 годин	1 раз на 48 годин

Відповідно до цих особливостей, кількість переходів за 48 годин компонента 5 в 1,5 рази більше, ніж кількість переходів компоненту 6, які оптимізовані за допомогою додаткових ресурсів. Тобто оптимізувати роботу системи, яка має дві проблеми, які перешкоджають ефективності, і вибрати правильний показник ефективності.

5.2 Проведення розрахунків та перевірка роботи інтелектуальної системи

На вході є система, яка включає 2 проблемних кейси та відділення, яке набагато ефективніше паралельного та використовує невелику кількість ресурсів.

Ситуація з компонентами 1 – 2 вимагає збільшення продуктивності за допомогою чергування циклів, тобто порушення одночасного виконання робіт для компонентів. Друга частина послідовного підключення в разі одночасного виконання простоює 2 години і чекає обробки першого компонента. Для подолання цієї проблеми було прийнято рішення

перенести час виконання першого компонента на час обробки першої частини з першого компонента. Етапи виробництва будуть такими:

Таблиця 5.3 – Виробничий цикл компонентів 1 та 2 (перша доба)

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Таблиця 5.3 – Виробничий цикл компонентів 1 та 2 (друга доба)

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Ефективність взаємодії компонентів 1 і 2 була максимальною. Потенційна ефективність була реалізована за рахунок оптимізації часу тестування.

Складна ситуація у вирішенні задачі паралельної гілки компонентів 3 – 4. Ефективність 48-годинної роботи цієї галузі значно вище 1 – 2, її потенціал за 48 годин досягає 235 одиниць. Ця кількість в 10 разів перевищує потужність інших компонентів, тому використання цього поля як основного критерію оптимізації веде до повного використання ресурсів, що не прийнятно для кожного роботизованого виробництва. Тому інтелектуальна система не збільшує роботу інших компонентів шляхом складання паралельних з'єднань. Це виняток, який не дозволяє системі оптимізувати роботизовану складову на основі продуктивності нижньої гілки паралельного з'єднання компонентів 3 – 4.

Остання позиція — це компоненти 5 і 6, характеристики яких відрізняються, що знижує ефективність послідовної роботи таких компонентів. Щоб оптимізувати підключення цих компонентів до наявних функцій, необхідно підвищити ефективність одного неякісного компонента при підключенні іншого компонента з такими ж характеристиками.

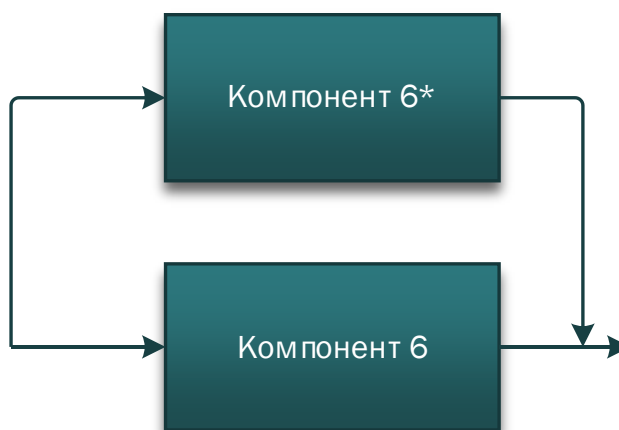


Рисунок 5.2 – Фрагмент оптимізації шостого компоненту

Таблиця 5.4 – Виробничий цикл компонентів 5 та 6 (перша доба)

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
2		3		4		5		6		7		8		9		10		
	1			2			3			4			5			6		

Таблиця 5.4 – Виробничий цикл компонентів 5 та 6 (друга доба)

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
14		15		16		17		18		19		20		21		22	
8	9			10			11			12			14				

Вихід компонента 6 в 1,5 рази менший, ніж у компонента 5, тому для оптимізації цього послідовного з'єднання була використана додаткова паралельна гілка – С6*. Ефективність оптимізованої зв'язки компонентів наведена в Таблиці – 5.5.

Таблиця 5.5 – Виробничий цикл 5 та 6 з паралельною гілкою 6*
(перша доба)

[illegible]

5.3 Залучення нейронної мережі

Для наведення прикладу залучення нейронної мережі до задачі було взято результати виконання оптимізації виробництва, а саме компоненти 1 та 2.

Нейронна мереже у даному випадку за числовий ряд вважає історію ремонтних та технічних робіт над усіма компонентами, а результатом прогнозу наведено наступний час можливого виходу з ладу компонента. Завдяки цій додатковій інформації можливо уникати доведення обладнання або компонентів виробництва до межі критичного стану. Результат оптимізованої роботи компонентів 1 та 2 можна побачити на Таблиці 5.3.

Однак якщо взяти до уваги роботу нейронної мережі, а саме додаткових даних прогнозування можна визначити критичні часи роботи компоненту, наприклад частина структурної системи, зображена на Рисунку 5.4 зробила доповнення даних.

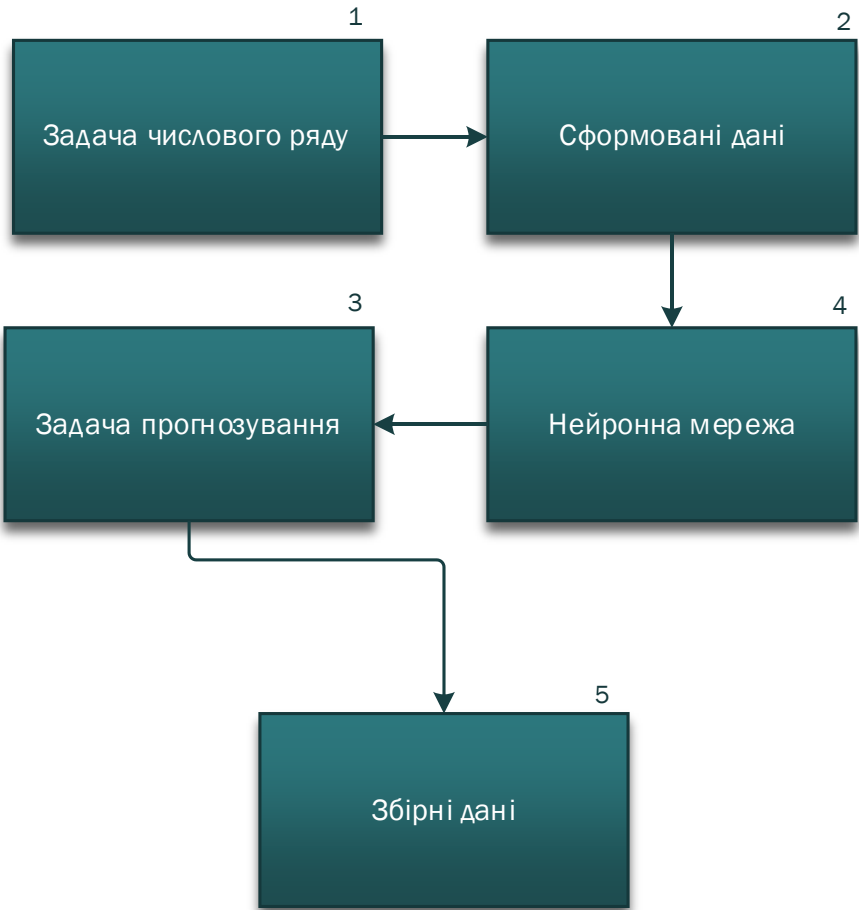


Рисунок 5.4 – Задача нейронної мережі у роботі ІС

Нейронна мережа в результаті виконання задачі прогнозування визначила що можливий час виходу з роботи компоненту 1 відбудеться між 9 та 10 годиною першого робочого дня. Даний приклад можна побачити на Таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Виробничий цикл компонентів 1 та 2 (перша доба)

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	2		3		4	ВЗЛ		-		-		-		-		-
	1		2		3		4		-		-		-		-	-

При тому повноцінний ремонт такого компоненту займе значно більше часу ніж звичайні ремонті роботи, а саме 6 годин у найкращому випадку, за таких даних можна обчислити скільки деталей зможе дати на виході подібна система. З урахуванням часу проведеного ремонту, можна легко обчислити.

Таблиця 5.7 – Виробничий цикл компонентів 1 та 2 (перша доба)

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	3	4	Ремонт										5	6	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Таблиця 5.7 – Виробничий цикл компонентів 1 та 2 (друга доба)

2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
11	12	13	14	15	16	17	18	19								
10	11	12	13	14	15	16	17	18								

За таких умов виробництво втратило 13% від загальної продуктивності. Замість 23 деталей на виході виходить 20. Однак якщо час зламу відомий за допомогою задачі прогнозування, можна уникнути ситуації з 6-годинним ремонтом та зберегти максимальну ефективність, змістивши ремонтні роботи на певний час в залежності від результатів виконання нейронною мережею задачі прогнозування.

Результати з урахуванням задачі прогнозування наведені у Таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Виробничий цикл компонентів 1 та 2 (перша доба)

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	3	PP	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Таблиця 5.8 – Виробничий цикл компонентів 1 та 2 (друга доба)

2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
14	15	16	17	18	19	20	21	22								
13	14	15	16	17	18	19	20	21								

За рахунок використання нейронної мережі вдалося зберегти ефективність виробництва на рівні 22 деталей у 2 робочі доби, замість можливих 20, що на 10% більше за можливий результат нехтуванням критичних ситуацій. Нейронна мережа наразі допомогла завдяки рішенням задачі прогнозування уникнути ситуації зменшення продуктивності виробництва.

Висновки до розділу

1. У розділі інтелектуальна система перевірена на практиці. Автоматизація роботи виробництва завершена з позитивним результатом.
2. Наведено що під час тестування системи використовувалися основні правила, з якими повинна мати справу ця інтелектуальна система. Ефективність послідовного з'єднання компонентів 1 – 2 була збільшена з 22 до 23 за рахунок налаштування інтелектуальної системи часу виконання робіт вихідного контролю компонентів. Інтелектуальна система розпізнає компоненти 3-4 як високоякісні компоненти, що не можна вважати основним критерієм оптимізації розташування робіт і визнається як виняток. Секції 5 – 6 послідовного з'єднання були оптимізовані за рахунок додаткового паралельного з'єднання 6 – 6*, що підвищило ефективність цієї секції з 16 до 23. Таким чином, ефективність оптимізованої частини була збільшена в 1,5 рази.
3. У розділі оптимізовано систему згідно з детальними розрахунками, за допомогою інтелектуальної системи вихідного контролю, за вимірами та визначеннями результатів обчислення числового ряду. Оскільки результат аналітичних розрахунків узгоджується з розрахунками інтелектуальної системи, а вирішення проблем, пов'язаних з ефективністю використання компонентів, робить розташування компонентів більш ефективним з точки зору оптимізації. Тест можна вважати успішним.
4. У розділі показано як саме залучено нейронну мережу до загального алгоритму оптимізації та наведено приклад, чого саме допомагає уникнути задача прогнозування у подібних системах, та можливі наслідки без прогнозування.

ВИСНОВКИ

1. Дану роботу направлено на створення інтелектуальної системи вихідного контролю роботизованого виробництва.
2. У ході роботи проаналізовано подібні системи вихідного контролю, що вже використовуються. Розглянуто та проаналізовано основні критерії створення інтелектуальних систем. Завдяки аналізу основних критеріїв визначено ряд вимог до створення ІС.
3. Проаналізовано ряд методів контролю вихідної продукції, також розглянуті методи покращення вже існуючих систем, а також запропоновано новий за концепцією метод з прогнозуванням майбутніх негараздів за допомогою нейронних мереж та оптимізації з використанням даним шляхом інформації ефективності виробництва за рахунок зменшення часу простою для додаткових ремонтних та експлуатаційних робіт.
4. За результатами система показала здатність відтворювати роботу виробництва, а також регулювати основні положення за наведеними принципами роботи, що може використовуватись як система підтримки прийняття рішень для оператора. Інтелектуальна система може самостійно налаштувати задані параметри найефективнішим чином, за заданими параметрами, наразі було використано параметри часу простою, та максимізація кількості виробленої продукції
5. Під час дослідження інтелектуальних систем обрано основні технології створення. Більшість технологій базуються на швидкому аналізі та прийнятті рішень за великим обсягом даних. За аналізом всіх представників технологій обробки даних та створення візуалізацій обрано підходящі технології для створення інтелектуальної системи вихідного контролю роботизованого виробництва.

6. Показано що створення алгоритму на базі необхідних критеріїв дозволило оптимізувати роботизовані ділянки за проаналізованими критеріями, підкреслити для системи виняткові, критичні ситуації. Визначено спосіб підвищення ефективності роботи виробництва за різних вхідних даних. Передбачено можливість розширення бази знань для інтелектуальної системи а також аналізу історії ремонтних робіт та робіт вихідного контролю.
7. Доведено необхідність залучення нейронних мереж у задачі обчислення числових рядів, адже це значно допомогло покращити результати оптимізації виробництва за поставленими критеріями. Оскільки нейронні мережі досить точно вирішують подібні задачі прогнозування подій за певними вимірами вихідного контролю на роботизованому виробництві. Завдяки вдалій архітектурі додатку можливо розділити загальну потужність яка необхідна для громіздких обчислень на окремі сервери, за необхідності, швидкість та точність умов оптимізації значно зросла у порівнянні з подібними системами.
8. Тестування показало інтелектуальну систему вихідного контролю роботизованого виробництва на практиці. Оптимізація ділянки що складалася з багатьох компонентів пройшла успішно. Ефективність її роботи зросла в 1.5 рази з мінімальними змінами структури виробництва. За рахунок підвищення ефективності роботи компонентів способом проведення ремонтних робіт та робіт ефективних робіт вихідного контролю за оптимальним розкладом та додатковим паралельним з'єднанням елементів з меншою ефективністю. Тестування інтелектуальної системи вихідного контролю роботизованого виробництва пройшло успішно.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Головицына М.В. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. - БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2008.
2. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем. - М .: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010. - 432 с. - ISBN 978-5-279-03412-3.
3. Лисьев А., Попова И.В. Технологии поддержки принятия решений. - вторая издание, стереотипное. - М .: Издательство «Флинта», 2011. - 133 с. - ISBN 978-5-9765-1300-6.
4. "Location". Intelligent Systems. Archived from the original on 2010-06-19. Retrieved 2010-08-29.
5. "Fire Emblem-Studio Intelligent Systems is in a new building." Nintendo-Online.de (in German). Retrieved 2020-02-28.
6. "Intelligent Systems Co., Ltd. (Company)". Giant Bomb. Retrieved 2020-02-28.
7. "Intelligent Systems - Works - Games". www.intsys.co.jp (in Japanese). Retrieved 2019-01-28.
8. Christian Nutt (23 April 2010). "The Elegance Of Metroid: Yoshio Sakamoto Speaks." Gamasutra. United Business Media LLC. Retrieved 5 August 2010.
9. Джозеф Джарратано, Гари Райли «Экспертные системы: принципы разработки и программирование»: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. - 1152 стр. С ил.
10. Питер Джексон. Введение в экспертные системы = Introduction to Expert Systems. - 3-е изд. - М .: Вильямс, 2001. - С. 624. - ISBN 0-201-87686-8.
11. Таунсенд К., Фохт Д. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ: Пер. с англ. В. А.

- Кондратенко, С. В. Трубицына. - М.: Финансы и статистика, 1990. - 320 с.
12. Уотермен Д. "Руководство по экспертным системам: Пер. с англ. Под ред. В. Л. Стефанюка. - М.: «Мир», 1989: - 388 стр. С ил.
 13. Bezem M (1988). "Consistency of rule-based expert systems". In International Conference on Automated Deduction. Lecture Notes in Computer Science. 310: 151–161. doi: 10.1007 / BFb0012830. ISBN 3-540-19343-X.
 14. Mak B, Schmitt BH, and Lyytinen K (1997). "User participation in knowledge update of expert systems". Information & Management. 32 (2): 55–63. doi: 10.1016 / S0378-7206 (96) 00010-9.
 15. Pham HN, Triantaphyllou E (2008). "The Impact of Overfitting and Overgeneralization on the Classification Accuracy in Data Mining." Soft Computing for Knowledge Discovery and Data Mining: 391–431.
 16. Pham HN, Triantaphyllou E (2008). "Prediction of diabetes by employing a new data mining approach which balances fitting and generalization." Computer and Inf. Science G: 11–26.
 17. Shan N, and Ziarko W (1995). "Data-based acquisition and incremental modification of classification rules". Computational Intelligence 11 (2): 357-370. doi: 10.1111 / j.1467-8640.1995.tb00038.x.
 18. Coats PK (1988). "Why expert systems fail". Financial management. 17 (3): 77–86. doi: 10.2307 / 3666074. JSTOR 3666074.
 19. Hendriks PH, and Vriens DJ (1999). "Knowledge-based systems and knowledge management: friends or foes?". Information & Management. 35 (2): 113–125. doi: 10.1016 / S0378-7206 (98) 00080-9.
 20. Graves, A.; Liwicki, M.; Fernandez, S.; Bertolami, R.; Bunke, H.; Schmidhuber, J. (англ.)русск.. A Novel Connectionist System for Improved Unconstrained Handwriting Recognition (англ.) // IEEE Transactions on

- Pattern Analysis and Machine Intelligence (англ.)русск. : journal. — 2009. — Vol. 31, no. 5.
- 21.Li, Xiangang & Wu, Xihong (2014-10-15), Constructing Long Short-Term Memory based Deep Recurrent Neural Networks for Large Vocabulary Speech Recognition, arXiv:1410.4281 [cs.CL]
- 22.Hochreiter, Sepp (англ.)русск.; Schmidhuber, Jürgen (англ.)русск.. Long Short-Term Memory (англ.) // Neural Computation (англ.)русск.. — 1997. — 1 November (vol. 9, no. 8). — P. 1735—1780. — doi:10.1162/neco.1997.9.8.1735.
- 23.Socher, Richard; Lin, Cliff; Ng, Andrew Y. & Manning, Christopher D., Parsing Natural Scenes and Natural Language with Recursive Neural Networks, 28th International Conference on Machine Learning (ICML 2011)
- 24.Schmidhuber, Jürgen. Learning complex, extended sequences using the principle of history compression (англ.) // Neural Computation (англ.)русск. : journal. — Vol. 4, no. 2. — P. 234—242.
- 25.Chung, Junyoung; Gulcehre, Caglar; Cho, KyungHyun & Bengio, Yoshua (2014), Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling, arXiv:1412.3555 [cs.NE]