

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

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління

До захисту допущено:

В.о. завідувача кафедри

_____ Олександр ПАВЛОВ

(підпис)

(вл.ім'я, прізвище)

“ ” _____ 2020 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Інформаційні управляючі
системи та технології»

спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

на тему: «Система моделювання якості роботи термoplastавтомату»

(комплексний)

Загальна частина

Виконали:

студент IV курсу, групи ІС-62

_____ Алексиков Ігор Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

студентка IV курсу, групи ІС-62

_____ Долінна Єлизавета Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник

_____ доц. Попенко Володимр Дмитрович

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

_____ (підпис)

**Консультант з
графічної
документації**

_____ доц., к.т.н., доц. Новінський Валерій Петрович

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

_____ (підпис)

Рецензент

_____ доц., к.т.н., доц. Ткаченко Валентина Василівна

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

_____ (підпис)

Засвідчуємо, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студенти _____

(підпис)

_____ (підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет (інститут) інформатики та обчислювальної техніки
(повна назва)

Кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

Освітньо-професійна програма «Інформаційні управляючі системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Олександр ПАВЛОВ
(підпис) (вл.ім'я, прізвище)

“ ” 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТАМ**

Алексикову Ігорю Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Долінній Єлизаветі Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту «Система моделювання якості роботи
термопластавтомату»

керівник проєкту Попенко Володимир Дмитрович, доцент

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

затверджені наказом по університету від “07” травня 2020 р. №1081-с

2. Термін подання студентом проєкту “01” червня 2020 року

3. Вихідні дані до проєкту

Технічне завдання

4. Зміст пояснювальної записки

*1. Загальні положення: опис предметного середовища,
огляд існуючих аналогів, постановка задачі*

*2. Інформаційне забезпечення: вхідні дані, вихідні дані, опис структури бази
даних, структура масивів інформації*

*3. Математичне забезпечення: змістовна постановка задачі, математична
постановка задачі, опис методів розв'язання*

*3. Програмне та технічне забезпечення: засоби розробки, вимоги до технічного
забезпечення, архітектура програмного забезпечення*

5. Перелік графічного матеріалу

1. *Схема структурна варіантів використання*

2. *Схема бази даних*

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «1» грудня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	<i>Вивчення рекомендованої літератури</i>	<i>15.12.2019</i>	
2.	<i>Аналіз існуючих методів розв'язання задачі</i>	<i>30.12.2019</i>	
3.	<i>Постановка та формалізація задачі</i>	<i>12.01.2020</i>	
4.	<i>Розробка інформаційного забезпечення</i>	<i>23.01.2020</i>	
5.	<i>Алгоритмізація задачі</i>	<i>14.02.2020</i>	
6.	<i>Обґрунтування використовуваних технічних засобів</i>	<i>14.02.2020</i>	
7.	<i>Розробка програмного забезпечення</i>	<i>09.04.2020</i>	
8.	<i>Налагодження програми</i>	<i>22.04.2020</i>	
9.	<i>Виконання графічних документів</i>	<i>30.04.2020</i>	
10.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>13.05.2020</i>	
11.	<i>Подання ДП на попередній захист</i>	<i>15.05.2020</i>	
12.	<i>Подання ДП на основний захист</i>	<i>02.06.2020</i>	
13.	<i>Подання ДП рецензенту</i>	<i>03.06.2020</i>	

Студент

(підпис)

Ігор АЛЕКСИКОВ

Студент

(підпис)

Єлизавета ДОЛІННА

Керівник проєкту

(підпис)

Володимр ПОПЕНКО

[illegible]

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему:

«Система моделювання якості роботи
термопластавтомату» (комплексна тема)

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг роботи. Пояснювальна записка дипломного проекту складається з шести розділів, містить 4 рисунків, 11 таблиць, 12 джерел.

Дипломний проект присвячений розробці системи моделювання, метою якої є покращення процесу передбачення запланованих простоїв для інжекційно-ливарної автоматизованої машини.

У розділі «Загальні положення» описується предметне середовище, бізнес процеси діяльності, загальні потреби підприємства. Також визначаються функціональні вимоги, аналіз та порівняння з існуючими аналогами. У підсумку зазначені основні призначення, цілі та задачі при реалізації системи.

У розділі «Інформаційного забезпечення» визначається вхідні та вихідні данні, структуру зберігання необхідних даних.

Розділ «Математичного забезпечення» присвячений варіантам оцінки методів та висновкам щодо використання алгоритмів для конкретної задачі.

**ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ,
ПРОСТОЇ, КОЕФІЦІЄНТ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ**

					ДП 6201.00.000 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Система моделювання якості роботи термопластавтомату</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Алексиков І. О.</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Долінна Є. О.</i>					2	44
<i>Перевірів.</i>		<i>Попенко В. Д.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського кафедра АСОІУгр. ІС-62</i>		
<i>Н. кон.</i>		<i>Новінський В. П.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Павлов О. А.</i>						

ABSTRACT

Structure and scope of work. The explanatory note of the diploma project consists of six sections, contains 4 drawings, 11 tables, 12 sources.

The diploma project is devoted to the development of a modeling system, the purpose of which is to improve the process of predicting the planned downtimes for the injection molding machine.

The section "General provisions" describes the subject environment, business processes, general needs of the enterprise. Functional requirements, analysis and comparison with existing analogues are also determined. As a result, the main purposes, goals and objectives of the system are indicated.

In the section "Information provision" the input and output data, structure of storage of necessary data are defined.

The section "Mathematical software" is devoted to methods of solving this problem, options for evaluating methods and conclusions on the use of algorithms for a particular problem.

The section "Software" contains a description and construction of a software product that solves the problem.

The "Technology section" contains a user guide and stages of testing the software product.

INJECTION MOLDING MACHINE, MAINTENANCE, DOWNTIMES,
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

					ДП 6201.00.000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 Загальні положення	7
1.1 Опис предметного середовища	7
1.1.1 Опис процесу діяльності	16
1.1.2 Опис функціональної моделі	20
1.2 Огляд наявних аналогів	21
1.3 Постановка задачі	23
1.3.1 Призначення розробки	23
1.3.2 Цілі та задачі розробки	24
Висновок до розділу	25
2 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	26
2.1 Вхідні дані	26
2.1.1 Вхідні дані для моделі	26
2.1.2 Вхідні дані для застосунку	29
2.2 Вихідні дані	30
2.3 Опис структури бази даних	30
2.4 Структура масивів інформації	32
Висновок до розділу	33
3 Математичне забезпечення	34
3.1 Змістовна постановка задачі	34
3.2 Математична постановка задачі	34
3.3 Опис методів розв'язання	35
3.3.1 Порівняння моделей регресії	35
Висновок до розділу	37
4 Програмне та технічне забезпечення	38
4.1 Засоби розробки	38
4.2 Вимоги до технічного забезпечення	40
Висновок до розділу	40
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	41
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	43

ВСТУП

В наш час виробничий процес має великий вплив на економічний розвиток. Багато країн світу навіть створюють цілі міста, що усяні заводами. Але виробництво не лише приносить прибуток, воно як і кожний процес втрачати кошти через низку причин. Зокрема одна з причин це незапланована відсутність виробництва – простої. Підприємство не лише втрачає гроші за невироблену продукцію, а також має виписати значний чек замовникам, що очікують свою продукцію вчасно.

Одна з найчастіших причин незапланованих простоїв – це поломка будь-якої деталі обладнання. Навіть одна машина може зупинити роботу всього заводу і призвести до значних фінансових витрат.

Актуальність даної теми можна зрозуміти на прикладі виробництва запчастин автомобілів. На таких заводах існує такий тип виробництва як послідовний (sequencing), він створений для збірних машин. Збірні машини – це ті, в яких є можливість додати щось нестандартне, наприклад двері не такого кольору, як інша частина машини. Послідовне виробництво передбачає роботу на замовлення, а отже і деталь на заводі по зборці фінального продукту (машини) має бути вчасно. При послідовному виробництві завод, що не встиг вчасно постачати деталі замовникам, виплачує тисячі доларів компенсацій за простій вже заводу-замовника.

Отже, максимальне запобігання будь-яким простоям є нагальною потребою на виробництві.

Дипломний проект присвячений розробці застосунку, що дозволить передбачати простій через поломку машини. Для створення застосунку має бути створена і модель, тож в даному дипломному проекті будуть розглянуті різні види регресій, що дозволить побудувати найкращу модель передбачень серед обраних.

Модель для передбачень має передбачати поломку лише по стану машини, зважаючи на її поведінку в минулому. Це дозволить мінімізувати

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

кількість простоїв та час витрачений на них, а отже, дозволить мінімізувати втрати на заводі пов'язані з простоями.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено застосунок, що на основі даних в реальному часі визначає передбачуваний час до поломки машини. Головний інженер має прийняти рішення щодо виклику технічного обслуговування відповідно до даних на інтерфейсі.

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Опис предметного середовища

Даний дипломний проект має за мету мінімізувати кількість та час простоїв, що відносяться до класу технічного обслуговування.

Простої - це час, коли машина стоїть без роботи. Існує два типи простоїв:

- Заплановані – простої, втрати від яких уже прораховані та мінімізовані в прибуток. Приклад: раз в місяць певній машині потрібне технічне обслуговування, яке триває годину. Або ж зміна прес-форм на термопластавтомат машині;

Важливо: заплановані простої також є витратами.

- Незаплановані – (в більшості випадків) це саме поломка обладнання, що призводить до значних втрат, які неможливо прорахувати.

Але планування простоїв це не єдина їх класифікація, одна з найважливіших – розподілення по класам відповідальності. За вирішення ситуацій по конкретному класу відповідальності відповідає деяка команда.

У таблиці 1.1 описані класи відповідальності.

Таблиця 1.1 –Класи простоїв

Клас	Опис
Логістика	Якись проблеми, що виникли через некомпетентність логістичної команди.
Виробництво	Простої через виробничі зміни, або через проблеми з виробничим процесом.
Технологія	Настройка роботи виробництва технологом.
Технічне обслуговування	Простої пов'язані з технічним обслуговуванням машини.
Аварія	Якась аварія на виробництві.

Інше

Додатковий клас, для простоїв, що не підходять ні під один клас простоїв.

Існує багато причин простоїв, що відносяться до різних класів простоїв.

Деякі з причин простоїв наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Причини простою по класам

Клас простою	Причина простою
Логістика	Невірне виробниче планування
Логістика	Недостача контейнерів, пакувального матеріалу (Логістика)
Логістика	Незайнятість машин виробничою програмою
Логістика	Відсутність сировини через логістики
Логістика	Зупинка машини через зупинки інших машин або ділянки збірки (обов'язково прокоментувати)
Логістика	Відсутність місця на складі
Виробництво	Час реакції співробітниками виробництва
Виробництво	Заміна форми
Виробництво	Запуск машини
Виробництво	Очікування заміни форми
Виробництво	Налагодження виробничим відділом протягом виробництва
Виробництво	Недолік візків (Виробництво)
Виробництво	ні оператора
Виробництво	Немає подачі матеріалу
Виробництво	Аррестори машини через зупинок інших машин або ділянки збірки (обов'язково прокоментувати)
Виробництво	Відсутність місця на складі ДП

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Виробництво	Очищення машин
Виробництво	Очищення форми
Виробництво	пошкодження форми
Виробництво	Консервація/Разконсервація
Виробництво	Настройка роботи (виробництво)
Технологія	Випробування форми і матеріалу
Технологія	Налагодження технологічним відділом протягом виробництва
Технологія	Час реакції технолога
Технологія	Настройка роботи (технолог)
Технологія	Зупинка машини через зупинок інших машин або ділянки збірки (обов'язково прокоментувати) для технологічних проблем
Технічне обслуговування	Діагностика несправності
Технічне обслуговування	Час реакції співробітниками техобслуговування
Технічне обслуговування	Генеральний і середньостроковий ремонт машин
Технічне обслуговування	Несправність машини через гідравліки
Технічне обслуговування	Несправність машини через механічні дефекти
Технічне обслуговування	Несправність машини через відмову системи управління
Технічне обслуговування	Несправність машини через електричні дефекти
Технічне обслуговування	Несправність робота через механіки
Технічне обслуговування	Несправність робота через електрики
Технічне обслуговування	Несправність форми через гідравліку
Технічне обслуговування	Несправність форми через механічні дефекти
Технічне обслуговування	Несправність форми через електричні дефекти

Технічне обслуговування	Зупинка машини через зупинку інших машин або ділянки збірки (обов'язково прокоментувати) для технічних проблем
Технічне обслуговування	Профілактичний огляд
Технічне обслуговування	Інша поломка (обов'язково прокоментувати)
Технічне обслуговування	Скидання електропостачання
Аварія	Надзвичайна ситуація
Інше	Не вказана

Нас цікавлять саме прості класу технічне обслуговування, що відносяться до незапланованих. В наш час за допомогою деяких алгоритмів все ж таки можливо передбачити поломку машини, а отже і запланувати технічне обслуговування на цей час.

Розглянемо абстрактне порівняння запланованого та незапланованого простою класу технічне обслуговування в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Таблиця порівняння запланованого та незапланованого типу простоїв

	Запланований простій	Незапланований простій
Опис	Простої, втрати від яких уже прораховані та мінімізовані в прибуток.	(в більшості випадків) Це саме поломка обладнання, що призводить до значних втрат, які неможливо прорахувати.
Приклад	Зупинка машини, через зміну прес форми.	Вихід з ладу машини.
Приклад (вартість)	Вартість простою для машини А коштує 1000 одиниць за годину.	Година на виклик команди технічного обслуговування + година витрачена на дорогу + 2
	Технічна перевірка - це запланована подія, то мінімізовані витрати на	

	виклик команди з технічної підтримки, час, поки технічна підтримка доїде до місця події.	години роботи.
	$2 \cdot 1000 \text{ у.о.} = 2000 \text{ у.о.},$	$1 \cdot 1000 + 1 \cdot 1000 + 2 \cdot 1000 = 4000 \text{ у.о.}$

Тобто, як написано в таблиці припускаємо, що простій машини А коштує 1000 умовних одиниць за годину.

Запланований простій, а саме технічна перевірка, раз в місяць на дві години буде коштувати $2 \cdot 1000 \text{ у.о.} = 2000 \text{ у.о.}$, так як це запланована подія, то мінімізовані витрати на виклик команди з технічної підтримки (потрібний, аби зібрати людей), час, поки технічна підтримка доїде до місця події.

Незапланований простій буде коштувати дорожче. Година на виклик команди технічного обслуговування + година витрачена на дорогу + 2 години роботи, отже виходить $1 \cdot 1000 + 1 \cdot 1000 + 2 \cdot 1000 = 4000 \text{ у.о.}$, що перевищує оплату запланованого простою у два рази.

На даному етапі існує три варіанти планування простоїв:

1. Реактивне обслуговування – робота машини до першої поломки, що призводить до її простою;
2. Профілактичне обслуговування – робота машини до запланованого простою, що відбувається в визначений час;
3. Прогнозоване обслуговування – робота машини до критичного рівня, кожний простій планується відповідно до стану машини в реальному часі.

З запропонованих варіантів, найкращим до нашої задачі є Прогнозоване обслуговування, адже його **ціль** не тільки запобігти незапланованим простоям, а також мінімізувати час, витрачений на заплановані простой.

Для побудови моделі, що буде прогнозувати потребу технічного втручання, треба аналізувати внутрішні дані машини. У кожного типу машини свої показники та свої допустимі норми, отже для даного проекту ми будемо розглядати лише один тип машини, а саме Термопластавтомат (ТПА або IMM - Injection molding machine) — інжекційно-ливарна автоматизована машина для лиття пластмас під тиском, є універсальним обладнанням для отримання поштучних виробів з пластмас.

Інжекційно-ливарні машини зазвичай розташовані на початку виробничого процесу – виробничої лінії. Вони виробляють основу для подальшої обробки пластмасової деталі.

Термопластавтомат складається з наступних деталей[1], на яких і розташовуються потрібні сенсори:

- Краватки - підтримує та вирівнює валики, які потім підтримують форму. Простір між стяжками обмежує розмір форми, яку можна помістити в машину для лиття під тиском;
- Цвіль - забезпечує формування та викидання формованої деталі;
- Насадка - перехідник між інжекційним блоком і формою, призначений для доставки розплаву від інжекційного блоку до форми;
- Бочка - Тут міститься гвинт, він знаходиться там, де пластик плавиться;
- Нагрівальні смуги - нагріває бочку і утримує її при відповідній рівномірній температурі для підготовки розплаву;
- Гвинт - це внутрішній стовбур, що призначений для вимірювання матеріалу від подачі до насадки та для пластифікації полімерних матеріалів;
- Гвинтовий мотор - обертає гвинт для пластифікації та підготовки розплаву для впорскування у форму;
- Індикатор положення гвинта - показує розмір вприску залежно від положення гвинта;

- Бункер - пластикові гранули зберігаються в бункері, де вони подаються в бочку;
- Рухомий валик - підтримує половину викиду форми і діє так, щоб відкривати та закривати форму кожного циклу формування;
- Нерухомий валик - підтримує половину форми;
- Термолатор - регулює подачу та температуру теплоносія до форми;
- Час впорскування - час, який потрібен гвинту для переміщення зі стартового положення інжекції в положення передачі (розмір впрыску) ;
- Передавальне положення - це відстань на контролері машини для лиття під тиском, який проходить гвинт, щоб досягти бажаного положення передачі деталі. Саме на даному етапі відбувається перехід від контролю швидкості до контролю тиску. Зазвичай це відбувається в тому місці, коли деталь заповнена на 95-99%. Це потрібно встановити, щоб мати можливість подушки;
- Ущільнення воріт - час, коли матеріал біля воріт застигає і більше на має можливості впрыскувати матеріалу у порожнини. Неправильне ущільнення воріт може призвести до поганого оздоблення поверхні, раковин, порожнеч, надмірної усадки та деформації;
- Заморожений шар - Під час заповнення форми, коли розплавлений пластик контактує з периметром будь-якого охолодженого каналу (різьба, бігун, затвор та порожнина, що утворює деталі), утвориться застиглий шар. Початкова заморожена шкіра розвиватиметься майже миттєво, і її товщина буде динамічно змінюватися протягом усієї частини заповнення та упаковки форми циклу формування. Під час заповнення форми на товщину значно впливає швидкість зсуву, що впливатиме на тиск наповнення.



Рисунок 1.1 – Зображення термопластавтомату[2]

Основними параметрами, які мають найбільший вплив на техніко-економічні характеристики термопластавтоматів[3], є:

- об'єм впорскування за цикл (об'єм виливки);
- об'ємна швидкість упорскування (час упорскування);
- тиск лиття;
- площа литва;
- зусилля замикання і розкриття прес-форми;
- хід рухомої плити, максимальна відстань між плитами, їх жорсткість та швидкохідність;
- пластифікаційна здатність і діапазон температур інжекційного циліндра.

Саме зміна даних параметрів, або відхилення їх від норми може сигналізувати про зменшення ефективності машини, а отже в подальшому про її поломку.

На даний момент існує багато різних показників, що використовуються на заводах для аналізу стану машини, її ефективності та працездатності. Створюються цілі репортові модулі у рішеннях по підтримці виробничого процесу. Найвідомішими з них є наступні:

1. ОЕЕ – це показник ефективності машини;

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2. ТЕЕР – це показник продуктивності машини;
3. MTTR, MTBF, MTTF – показники машини по поломкам та втратам відповідно до поломок.

Для подальшого аналізу коректності роботи системи буде використано коефіцієнт ефективності обладнання. Саме через те що для його розрахунку нам не потрібно розглядати фінансову сторону процесу, а також він є найрозповсюдженішим.

Ефективність обладнання, надалі OEE (Overall Equipment Effectiveness)[4] – це основний показник загального догляду за обладнанням, він відображає саме ступінь ефективності використання обладнання. Значення OEE відповідає на наступні питання:

- Наскільки ефективно ви використовуєте своє обладнання?
- Які показники знижують ефективність обладнання?
- На що саме звернути увагу, щоб покращити ефективність?

OEE

(Загальна Ефективність Обладнання, - ЗЕО)



Рисунок 1.2 – Характеристики загальної ефективності зображення[4]

Для розрахунку ОЕЕ необхідно перемножити наступні показники:

1. Доступність обладнання (Availability) – відношення машинного часу до чистого часу роботи. Тобто весь час за зміну до часу в який машина виробляла;
2. Продуктивність (Performance) – відношення поточного вироблення до запланованого;
3. Якість (Quality) – відношення кількості якісних деталей до усіх вироблених деталей.

Вимірювання загальної ефективності обладнання передбачає моніторинг того, як функціонує обладнання або протікає процес. Визначення ОЕЕ відбувається на основі щоденного фіксування показників, що відображають стан обладнання. Це сприяє відкритому підходу до обміну інформацією і запобігає випадкам, коли погане функціонування верстатів ставиться в провину конкретного робітника.

Так як доступу до фінансів ми не маємо, отже за економічний показник будемо вважати коефіцієнт якості обладнання. Тобто, якщо після технічного обслуговування значення ОЕЕ покращилося, отже система відпрацювала коректно.

Важливо розуміти, що система якості роботи термопластавтомату, не взаємодіє напряду з машинами, а лише надає потрібні дані для інженера, який прийме рішення щодо зупинки машини. В даній роботі під інженером ми розуміємо людину, що розуміється в аналітичних даних, які були їй запропоновані системою.

1.1.1 Опис процесу діяльності

Виробничий процес[6] – це складний комплекс первинних процесів: основних, допоміжних і обслуговуючих підрозділів підприємства, що забезпечують своєчасний випуск заданої продукції.

Для даного дипломного проекту розглядається процес виробництва пластмасових деталей на заводі. Пластмасові деталі виробляються на

інжекційно-ливарній машині – термопластавтомат. При поломці машини зупиняється і виробничий процес, що призводить для втрат.

У процесі ремонту машини задіяно багато учасників, адже виявлення поломки, її підтвердження та реагування займають занадто великий проміжок часу. Без впровадження дипломної системи передбачення з застосунком включно, інші методи планування простоїв призводять до надмірних витрат.

Для розуміння наступних пояснень, опишемо дійових осіб, що зазвичай присутні на заводі та приймають участь у виробничому процесі. Наступні учасники задіяні:

1. Оператор – це людина, що безпосередньо постійно знаходиться біля машини. Запускає виробничий цикл, контролює його та інше;
2. Начальник зміни – людина, що контролює виробничий процес на декількох машинах одночасно. Підтверджує факт початку простою або ж дефекту якоїсь деталі;
3. Інженер – людина, що тестує машину, може відремонтувати якісь збої або ж незначні поломки;
4. Головний інженер – людина, що контролює стан машин, а також контактує з командою технічного обслуговування;
5. Команда технічного обслуговування – команда людей, що ремонтують машини;
6. Керівник підприємства (або Глава департаменту) – людина, що несе фінансові втрати та надходження відповідно до виробництва.

Розглянемо кожний метод планування більш детально:

1. Розглянемо **реактивне** планування.

Непередбачувана поломка машини може призвести до значних втрат часу, через доступність команди технічного обслуговування. Адже треба бути зважати на їх зайнятість та розташування відносно заводу, зазвичай це виконує стороння аутсорсінгова фірма, а не постійні працівники.

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

В таблиці 1.4 перераховані учасники процесу, що задіяні для реактивного планування простоїв.

Таблиця 1.4 – Учасники виробничого процесу при реактивному плануванні

Крок	Учасник	Дія
1	Оператор	Ідентифікує поломку, вже при зупиненому виробничому процесі.
2	Начальник зміни	Підтверджує факт поломки. Сповіщає головного інженера.
3	Головний інженер	Головний інженер викликає команду технічного обслуговування.
4	Команда технічного обслуговування	Проводить ремонтні роботи. Але слід ураховувати час затрачений на дорогу до заводу, а також час виклику команди.
5	Інженер	Проводить тестування після ремонтних робіт. Наприклад прогін деталі.
6	Керівник підприємства	Сплачує усі рахунки за простій.

2. Щодо **профілактичного** обслуговування, тут також є свої ризики.

Адже не має ніякої гарантії, що непередбачувана поломка не виникне в час, коли заплановане технічне обслуговування так само недоступно, якщо час між ними занадто великий. Часто обслуговувати машину також достатньо затратно, а іноді навіть марнотратно. Отже, тут виникає питання, з якою частотою планувати технічне обслуговування.

В таблиці 1.5 перераховані учасники процесу, що задіяні для профілактичного планування простоїв.

Таблиця 1.5 – Учасники виробничого процесу при профілактичному плануванні

Крок	Учасник	Дія
0	Логістична команда	Планують технічне обслуговування. Дана команда, як і команда технічного обслуговування є аутсорсинговою. Вона визначає проміжок часу від минулого обслуговування до наступного (деяка константа). Крок є нульовим, адже даний крок виконується один раз.
1	Команда технічного обслуговування	Проводить ремонтні роботи у визначений час.
2	Інженер	Проводить тестування після ремонтних робіт. Наприклад прогін деталі.
3	Керівник підприємства	Сплачує усі рахунки за простій.

Але слід урахувати, що профілактичне планування може легко видозмінитись у реактивне, якщо не зважати на стан машини або ж просто невірно розрахувати проміжок часу між простоями.

3. Процес діяльності з системою передбачення

Якщо ж впровадити систему передбачення, то на спеціальному інтерфейсі буде відображено передбачуваний час, через який поломка може статися, а також ефективність обладнання. Саме коефіцієнт ефективності обладнання дозволить проаналізувати корисність передбачуваного простою.

В таблиці 1.6 перераховані учасники процесу, що задіяні для прогнозованого планування простоїв.

Таблиця 1.6 – Учасники виробничого процесу при плануванні типу передбачення

Крок	Учасник	Дія
0	Команда розробників	Розробка системи.

		Розробка застосунку. Крок є нульовим, адже даний крок виконується один раз.
1	Головний інженер	Аналізує дані відображені на застосунку. Викликає команду технічного обслуговування.
2	Команда технічного обслуговування	Проводить ремонтні роботи у визначений час.
3	Інженер	Проводить тестування після ремонтних робіт. Наприклад прогін деталі.
4	Керівник підприємства	Сплачує усі рахунки за простій.

Усі три метода планування мають свої плюси та мінуси, але прогнозований метод є найкращим з трьох наведених, через наступні два доводи:

1. Ймовірність виникання незапланованого простою класу технічне обслуговування мінімізована відносно обох методів;
2. В порівнянні з профілактичним плануванням, метод прогнозованого планування аналізує дані в реальному часі. Тобто зважає на теперішній стан машини, а не на колись проаналізований для визначення проміжку часу.

1.1.2 Опис функціональної моделі

Акторами системи є:

1. Інженери, саме вони використовують систему.
2. Системний інтерфейс, що дає рекомендації відносно часу початку технічного обслуговування.

У таблиці 1.7 описані варіанти використання.

Таблиця 1.7 – Актори системи та варіанти використання

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Актор	Функція	Опис функції
Інженер	Перехід між рівнями	Вибір потрібної машини для аналізу з першого рівня системи.
	Виклик команди техобслуговування	Виклик команди технічного обслуговування, шляхом відправлення електронного листа поштою
	Збір даних	Збір даних з інтерфейсу, щодо поточного стану і простоїв машини.
	Аналіз даних	Прийняття рішення про фізичну зупинку машини для технічного обслуговування, на підставі значень показників інтерфейсу.
Системний інтерфейс до бази тегів	Надання даних для аналізу	Відображення в інтерфейсі статистики передбачень, щодо поломки машини.

1.2 Огляд наявних аналогів

Аналоги даного рішення існують, але вони не є загальнодоступними, а отже ми не можемо провести його детальний огляд. Але, ми можемо поверхнево розглянути функціонал, що нам пропонує компанія розробник даного рішення.

Ми будемо розглядати рішення компанії Seebo[7] На рекламній сторінці даного рішення, вони пропонують:

- Скорочення незапланованих простоїв, за допомогою оптимізованого планування обслуговування та запобігання відмовам;
- Підвищення загальної ефективності обладнання, оптимізуючи виробничі умови кожної машини та технологічного процесу;

- Максимальне збільшення пропускної здатності, визначаючи вузькі місця технологічних процесів і тестуючи альтернативні установки, не впливаючи на виробництво;
- Зменшення дефектів та покращення якості продукції за допомогою точного прогнозування якості та оптимізованої роботи машини.

Також розглянемо інтерфейс системи передбачень Seebo та порівняльну характеристику з нашою системою передбачень, створену відповідно до вимог.



Рисунок 1.4 – Система передбачення Seebo[8]

У таблиці 1.8 приведена порівняльна характеристика дипломної системи та аналога компанії Seebo.

Таблиця 1.8 – Порівняння систем передбачення

Функціональність	Seebo	Дипломна система передбачення
Покриття	Покриває усю виробничу лінію на заводі.	Покриває лише машини типу термопластавтомат. Але є можливість підтримувати

		декількох машин одночасно.
Скорочення кількості простоїв	Обидві системи скорочують кількість простоїв, через передбачення простоїв класу технічного обслуговування.	
Підвищення ефективності	На інтерфейсі зображений коефіцієнт роботи системи.	Коефіцієнт ефективності обладнання як економічний показник
Тестування альтернативних установок	Присутнє	Можливо додати при майбутніх модифікацій.
Зменшення дефектів	Присутнє	Присутнє
Інтерфейс	Однорівневий з вбудованими додатковими сторінками.	Дворівневий. Верхній рівень, усі термопластавтомати, що підтримуються системою. Нижній рівень – інтерфейс для кожної окремої машини.

Отже, можна зробити висновок, що наша система частково, або повністю покриває кожний з пунктів, описаних вище, але лише для ТПА машин. Так як цей застосунок розроблюється для використання в подальшому, отже він ще буде модифікуватися та покращуватися по вище перерахованим пунктам. Розроблювана система має вирішальну перевагу в тому, що вона здатна розвиватися для задоволення специфічних вимог підприємства.

1.3 Постановка задачі

1.3.1 Призначення розробки

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Призначенням даної розробки є система планування простоїв для технічного обслуговування на виробництві.

1.3.2 Цілі та задачі розробки

Ціль розробки зменшення затрат на обслуговування машини, скорочення часу обслуговування машини, тобто оптимізація процесу технічного обслуговування. Дана система дозволить значно підвищити ефективність роботи виробництва та якість продукції, що виробляється. Усі дані покращення можна виміряти у грошовому еквіваленті, а отже, система мінімізує витрати – максимізує прибуток.

Ми маємо наступні задачі, які треба вирішити за допомогою розроблюваної системи:

- Збір усіх потрібних даних для аналізу стану конкретної машини:
 - Історичні дані стану даної машини впродовж виробництва, для навчання системи;
 - Історичні дані для тестування системи;
 - Реальні данні для роботи системи;
- Структуризація даних для подальшої обробки. А саме виконання очистки даних від сміттєвих (пустих), статичних даних, а потім їх нормалізація;
- Розроблення алгоритмів, що дозволять нам прогнозувати простої машини, щоб запобігти її поломці. Фактично це створення рівняння роботи системи;
- Порівняння результатів розроблених алгоритмів, та вибір кращого з запропонованих;
- Розробка інтерфейсу для користувача, що дозволить йому спостерігати за роботою системи та аналізувати її результати.

Висновок до розділу

В даному розділі було проведено опис предметного середовища, призначенням якого є реалізація системи прогнозування простоїв класу технічного обслуговування. Було наведено опис діяльності без даної системи, та з її використанням, позитивні наслідки використання даної системи.

Також було розглянуто актори які будуть використовувати дану систему та як саме.

Були описані існуючі аналоги та які можливості вони надають. Була приведена порівняльна характеристика, як функціональних складових так і інтерфейсів. Наведені недоліки дипломної системи.

Описано призначення розробки її мета, та задачі які треба реалізувати для роботи дипломної системи.

2 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Вхідні дані

Вхідні дані для кожної системи – це деякий набір даних, що система отримує на вхід для подальшого аналізу, обробки чи зберігання.

Для опису вхідних даних, розглянемо деякі ключові моменти – деякі означення, які будуть використовуватись надалі:

- Файл – це текстовий файл, з розширенням .txt;
- Тестовий файл – це файл, що містить набір значень з сенсорів термопластавтомату. Набір даних у файлі може бути розширений відповідно до його призначення.

Так як для даного дипломного проекту було розроблено систему передбачення та застосунок, що взаємодіють між собою, а отже і вхідні дані поділяються на два типи, а саме:

1. Вхідні дані для моделі – це вхідні дані, для створення, навчання та аналізу достовірності системи. Дані будуть детальніше описані у відповідному розділі;
2. Вхідні дані для застосунку – це дані, що потрібні для коректного функціонування застосунку. Детальніше описано у відповідному пункті.

Саме коректність вхідних даних впливає на достовірність та коректність роботи будь-якої системи. При потраплянні у систему некоректних даних, вона може дати збій або ж зовсім відмовити у роботі. В нашому ж випадку, система не впливає на саме виробництво, але її збій може призвести до незапланованої поломки машини, а отже незапланованих витрат.

2.1.1 Вхідні дані для моделі

Файли з вхідними даними для подальшого навчання та аналізу моделі на початку роботи над дипломом були «сирими». «Сирі» дані – це такі дані з набору даних, що не впливають на роботу машини, а отже і на її поломку.

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При використанні таких даних неможливо побудувати достатньо достовірну модель для прогнозування простоїв. А отже, дані мають бути проаналізовані, «просіяні» та нормалізовані.

На перших етапах розробки системи в наявності були показники з 26 сенсорів, що надавали значення по кожному з них. Після аналізу та вже на вхід у систему було подано 13 показників, що приведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Повний список сенсорів

Номер в системі	Опис	Статус
s1	Діаметр шнека	Виключено з розгляду
s2	Висота встановлюваного інструменту	Виключено з розгляду
s3	Тиск лиття	Виключено з розгляду
s4	Площа литва	Виключено з розгляду
s5	Хід рухомої плити	Включено в модель
s6	Зусилля замикання	Включено в модель
s7	Пластифікаційна здатність	Включено в модель
s8	Глибина литва	Виключено з розгляду
s9	Розкриття прес-форми	Виключено з розгляду
s10	Максимальна відстань між плитами	Включено в модель
s11	Мінімальна температур інжекційного циліндра	Включено в модель
s12	Максимальна температура інжекційного циліндра	Включено в модель
s13	Жорсткість плит	Виключено з розгляду
s14	Швидкохідність плит	Виключено з розгляду
s15	Швидкість розкриття прес-форми	Включено в модель
s16	Швидкість нагріву	Включено в модель
s17	Потужність нагріву	Включено в модель
s18	Потужність двигуна	Включено в модель

s19	Відстань між колонами	Виключено з розгляду
s20	Об'єм впорскування за цикл (об'єм виливки)	Включено в модель
s21	Посилення замикання	Виключено з розгляду
s22	Об'ємна швидкість упорскування (час упорскування)	Включено в модель
s23	Хід поршня	Включено в модель
s24	Максимальний тиск насоса	Включено в модель
s25	Хід штовхача	Виключено з розгляду
s26	Зусилля штовхача	Виключено з розгляду

Для коректного функціонування моделі вхідними даними в систему є три типи тестових файлів:

- Для навчання системи:

Навчання системи є одним з найважливіших етапів даного дипломного проекту, адже від навчання залежить достовірність результатів, що система надасть в результаті.

Для навчання системи тестовий файл був розширений, та має наступний вигляд:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	-0.0007	-0.0004	100.0	518.67	641.82	1589.70	1400.60	14.62	21.61	554.36	2388.06	9046.19	1.30	47.47	521.66	2388.02	8138.4
2	0.0019	-0.0003	100.0	518.67	642.15	1591.82	1403.14	14.62	21.61	553.75	2388.04	9044.07	1.30	47.49	522.28	2388.07	8131.4
3	-0.0043	0.0003	100.0	518.67	642.35	1587.99	1404.20	14.62	21.61	554.26	2388.08	9052.94	1.30	47.27	522.42	2388.03	8133.2
4	0.0007	0.0000	100.0	518.67	642.35	1582.79	1401.87	14.62	21.61	554.45	2388.11	9049.48	1.30	47.13	522.86	2388.08	8133.83
5	-0.0019	-0.0002	100.0	518.67	642.37	1582.85	1406.22	14.62	21.61	554.00	2388.06	9055.15	1.30	47.28	522.19	2388.04	8133.1

Рисунок 2.1 – Тестовий файл для навчання системи

Детальний опис тестового файлу для навчання наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Опис тестового файлу для навчання систем

Номер	Опис колонки
1	Номер циклу роботи. Цикл роботи – це робота машини від початку виробництва до поломки. Цикл роботи машини включає в себе виробничий цикл.

2	Номер виробничого циклу. Виробничий цикл – це цикл за який на термопластавтоматі виробляється одна деталь. Дане значення пов'язане з часом, та залежить від часу прогону одного циклу. Затрата часу на виробничий цикл задається продуктом, що виробляється.
3	Показники сенсорів. Кожне значення відповідає якомусь з 26 запропонованих сенсорів з термпластавтомату.

Також додатково, після аналізу даних, їх очищення та нормалізації, до навчального тестового файлу будуть додані дані про час до поломки машини.

- Для прогону системи:

Тестові файли для прогону моделі містять лише значення даних з показників сенсорів. Та файл з часом до відмови машини, по якому ми потім звіряємо коректність роботи системи.

Прогони моделі потрібні для подальшого аналізу достовірності роботи системи. Після прогону моделі по тестовим даним з файлу система відображає значення часу – скільки часу залишилось до поломки машини. Отримані результати порівнюються з реальними та отримуємо потрібні критерії для оцінки достовірності моделі.

- Експлуатаційні файли:

Файли зі значеннями сенсорів машини для прогнозування простоїв в реальному часі на заводі. Тобто після усіх підготовчих етапів у модель будуть надсилатися дані з сенсорів машини для отримання часу до поломки машини.

2.1.2 Вхідні дані для застосунку

Вхідні дані для застосунку містяться в базі даних.

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Дані, що є вхідними для інтерфейсу поділяються на декілька типів:

- Для елементів дизайну – наприклад дані для визначення кольору та інше;
- Для інформаційної частини – дані, що зберігають значення коефіцієнту здоров'я системи та коефіцієнту ефективності системи.

2.2 Вихідні дані

Так як і вхідні дані, вихідні дані поділяються на два типи:

1. Вихідні дані для системи:

Вихідними даними системи є функція, завдяки якій ми можемо отримати коефіцієнт здоров'я машини, що дозволяє нам розрахувати кількість циклів до відмови машини. Коефіцієнт здоров'я машини та кількість циклів до поломки машини експоненційно залежні. Саме кількість циклів та коефіцієнт здоров'я як вихідні дані системи записується у відповідну таблицю бази даних та ці дані стають вхідними для інтерфейсу.

2. Вихідні дані для застосунку:

Вихідні дані для застосунку відображаються на ньому, а саме час до поломки машини, та коефіцієнт ефективності роботи обладнання. Дані можуть бути проаналізовані інженером, саме він приймає рішення щодо виклику команди технічного обслуговування.

Також до вихідних даних інтерфейсу можна віднести поштовий лист, що можна автоматично відправити до команди технічного обслуговування через натискання на відповідну кнопку.

2.3 Опис структури бази даних

База даних використовується для зберігання вихідних даних системи та вхідних даних інтерфейсу, а саме для його побудування та заповнення.

Для даного проекту було використано Microsoft SQL Server Express - це версія системи керування базами даних Microsoft SQL Server, яка є безкоштовною для завантажень, поширення і використання.

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональності даної системи керування базами даних вистачить для покриття потреб даної дипломної роботи.

Діаграма бази даних (яка розташована в графічному матеріалі) включає наступні таблиці, що були створені для коректного функціонування застосунку:

1. Таблиця Station – таблиця, що зберігає основні дані інтерфейсу. Числові характеристики коефіцієнтів та значення допоміжних параметрів елементів інтерфейсу. Усі характеристики зберігаються відповідно по кожній станції;
2. Таблиця Chart – зберігає дані про індекс здоров'я відповідної машини, як передбаченні так і реальні. Дані зберігаються для кожного виробничого циклу. Надалі саме ця таблиця служить сховищем даних для графіку зміни індексу здоров'я відповідно до часу;
3. Таблиця Notifications – таблиця, що являє собою журнал повідомлень. В даній таблиці збережено кому з технічної підтримки та у який час було відправлено повідомлення щодо передбачення поломки конкретної машини. Це дозволить занотовувати факт виклику команди технічної підтримки, тобто при невиконанні своїх обов'язків буде легко визначити через яку зі сторін відбувся збій у процесі контакту.

Детальний опис таблиць представлено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Опис таблиць у базі даних

Поле	Опис
Таблиця Station	
Id	Унікальний ідентифікатор машини.
Station	Назва машини, що відображається на застосунку.
Message	Текст повідомлення, що відображається на застосунку.
Color	Колір, вікна на якому відображається повідомлення. Також кольори для гайок коефіцієнту ефективності та

	його характеристик.
OEE	Значення коефіцієнту ефективності даної машини.
A	Значення показника доступності даної машини.
P	Значення показника продуктивності даної машини.
Q	Значення показника якості даної машини.
Таблиця Chart	
Key	Номер виробничого циклу до поломки машини, їх кількість.
Value1	Передбачене значення індексу здоров'я машини для даного виробничого циклу.
Vasalue2	Реальне значення індексу здоров'я машини для даного виробничого циклу.
StationId	Ідентифікатор машини для якої зберігається інформація.
Таблиця Notifications	
Person	Поштова адреса, куди надсилаються листи для команди технічної підтримки.
SendTime	Час в яких було відправлено повідомлення про виклик команди технічної підтримки.
StationId	Ідентифікатор машини для якої передбачена поломка машини.

2.4 Структура масивів інформації

Масивом інформації для даної системи є файли зі всіма показниками сенсорів, що буде аналізуватися.

Масив у файлі зберігає кожен з потрібних сенсорів, мається на увазі значення з кожного із 13 сенсорів з 26 представлених на початку аналізу. Тобто без відсіяних сенсорів.

Висновок до розділу

В даному розділі були детально розглянуті вхідні та вихідні дані, де вони зберігаються, та звідки потрапляють у систему.

Розроблене інформаційне забезпечення забезпечує:

- Зберігання та єдність інформації, що є необхідним для розв'язання поставлених задач;
- Єдність масивів інформації, якими в нашому випадку є вхідні тестові файли;
- Однократне введення інформації в систему;
- Використання інформації для декількох цілей;
- Використання обраної бази даних забезпечує низьку вартість витрат на зберігання та використання даних.

3 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Змістовна постановка задачі

Для мінімізації затрат на заводах потрібно оптимізувати процес технічного обслуговування. На вхід поступають дані з сенсорів машини типу ТПА. На виході система має передбачити, через скільки циклів машина буде не здатна працювати. Відповідно до кількості циклів можна розрахувати час до поломки машини.

3.2 Математична постановка задачі

Розглянемо задачу регресійного виду, тобто, ми маємо деяку періодичність роботи машини, а саме від обслуговування до поломки машини, та ймовірність виходу з ладу даної машини. Нам необхідно, оперуючи історичними даними роботи машини за деякий період, спрогнозувати, через який час яка буде поломка. В залежності від нашого прогнозу інженери можуть планувати необхідні заходи, а саме технічне обслуговування машин.

Тобто для конкретної ситуації доцільно використовувати регресійні алгоритми, які мають задачу саме знаходити час, через який передбачається поломка в системі. В рамках цієї задачі необхідно розглянути такі алгоритми, як лінійна регресія, випадковий ліс та інші.

Для того, щоб зменшити кількість помилок, при прогнозуванні наступної поломки на машині, необхідно встановити дозволений в рамках нашої задачі коефіцієнт значимості. Зазвичай він 0.05, тобто ймовірність передбачення поломки машини раніше розрахованого терміну буде дорівнювати 0.95. Це значення задається на початку пошуку моделі для прогнозування та всі моделі, що на тестових значеннях не будуть давати достатньої точності, не будуть приймати участь у подальшій розробці. Цей коефіцієнт не є остаточним та може змінюватися залежно від подальшої роботи машини. Інженери, що обслуговують дану машину, можуть

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

запропонувати збільшити ліміт для більшої точності прогнозування, або навпаки збільшити коефіцієнт.

3.3 Опис методів розв'язання

3.3.1 Порівняння моделей регресії

Для того, щоб з'ясувати який алгоритм спрацював краще для даної задачі, було обрано такі методи оцінки:

1. Коефіцієнт детермінування (R^2);
2. Середньоквадратичне відхилення;
3. Помилка передбачення.

Коефіцієнт детермінування[9] – це доля дисперсії залежної змінної, яка пояснюється розглянутою моделлю залежності. Дорівнює одинця мінус дисперсія випадкової помилки моделі в дисперсії залежної змінної. Його розглядають як універсальну міру залежності однієї випадкової величини від безлічі інших[10]. В окремому випадку лінійної залежності R^2 є квадратом так званого множинного коефіцієнта кореляції між залежною змінною і пояснюючими змінними. Зокрема, для моделі парної лінійної регресії коефіцієнт детермінації дорівнює квадрату звичайного коефіцієнта кореляції між y та x . Коефіцієнт детермінування визначається наступним чином:

$$R^2 = 1 - \frac{D[y|x]}{D[y]} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_y^2} \quad (3.1)$$

де $D[y] = \sigma_y^2$ - дисперсія випадкової величини y , а $D[y|x] = \sigma^2$ - умовна дисперсія залежності змінної (дисперсія помилки моделі).

Середньоквадратичне відхилення[11] - показник розсіювання значень випадкової величини щодо її математичного очікування. Зазвичай зазначені терміни означають квадратичний корінь з дисперсії випадкової величини, але іноді можуть означати той чи інший варіант оцінки цього значення. Середньоквадратичне відхилення визначається[12] як корінь з дисперсії випадкової величини:

$$\sigma = \sqrt{D[X]} \quad (3.2)$$

Середньоквадратичне відхилення вимірюється в одиницях виміру самої випадкової величини і використовується при розрахунку стандартної помилки середнього арифметичного, при побудові довірчих інтервалів, при статистичній перевірці гіпотез, при вимірюванні лінійного взаємозв'язку між випадковими величинами.

Нехай x_i – i -й елемент вибірки, n – об'єм вибірки, $\bar{x}$ – середнє арифметичне вибірки:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n) \quad (3.3)$$

Тоді оцінка стандартного відхилення розраховується за цією формулою:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.4)$$

Помилка передбачення – показник відхилення значень реальних даних від даних, які були отримані після прогнозування. Даний показник є сумою модулів різниць між показниками реальних значень (множина x) та прогнозованих значень (множина y):

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (3.5)$$

Важливо звернути увагу на те, що кожний показник дає оцінку за конкретним критерієм та неможливо дати чітку оцінку, використовуючи тільки один з них. Перш за все треба чітко зрозуміти те, що для нас є найбільш важливим при оцінці того чи іншого методу, після цього треба зрозуміти, який коефіцієнт має найбільшу залежність від вибраного критерія. Також важливо звернути увагу на розмір вибірки, бо якщо вибірка не містить достатньої кількості інформації – оцінка за допомогою деяких коефіцієнтів буде некоректною.

Слід підкреслити також той факт, що помилка передбачення є лише відносним показником в рамках однієї і той самої вибірки. Для коректної оцінки помилки передбачення необхідно визначити рівень значущості

похибки, а саме визначення допустимий процент відхилення від розміру значення.

У таблиці 3.1 представлено порівняння регресій.

Таблиця 3.1 – Порівняння регресій

	Ім'я	R^2 Коефіцієнт детермінування	Середньоквадратичне відхилення	Помилка передбачення
0	Множинна лінійна регрсія	0.405434	32.042741	134.308
1	Гребнева регрсія	0.405434	32.042741	134.308
2	Багатовимірна поліноміальна регрсія	0.433236	31.284621	176.698
3	Випадковий ліс	0.498872	29.417395	180.126

Як можна побачити з характеристик, методи дають приблизно однаковий результат. Але не слід забувати про помилки II-ого порядку (детальніше описано в індивідуальних частинах), що значно вплинули на вибір моделі.

Отже, зважаючи на описані вище доводи, була обрана множинна лінійна регресія.

Висновок до розділу

У даному було проведено порівняння методів регресії та описано чому було обрано саме множинну лінійну регресію для використання у системі прогнозування простоїв.

4 ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Засоби розробки

Для розробки моделей даного дипломного проекту було використано наступний засіб:

Jupyter Notebook – засіб, що використовує мову Python для створення деякого «наглядного коду». Під час роботи у даному засобі є можливість одразу запускати частинки коду, а також створювати графічний матеріал. Даний засіб дуже комфортний у використанні для задач аналізу, що вимагають наглядності. В даному засобі було проведено структурузацію та нормалізацію даних. Також з допомоги бібліотечних функцій були відпрацьовані регресії.

Були використані наступні бібліотеки:

1. Pandas[13] - це бібліотека мовою Python, створена для аналізу і обробки даних. Має відкритий вихідний код і підтримується розробниками Anaconda. Ця бібліотека добре підходить для структурованих (табличних) даних. Pandas дозволяє формувати запити до даних і багато іншого;
2. NumPy[14] - це модуль для python, який надає загальні математичні і числові операції у вигляді пре-скомпільованих, швидких функцій. Вони об'єднуються в високорівневі пакети. Вони забезпечують функціонал, який можна порівняти з функціоналом MatLab. NumPy (Numeric Python) надає базові методи для маніпуляції з великими масивами і матрицями. SciPy (Scientific Python) розширює функціонал numpy величезною колекцією корисних алгоритмів, таких як мінімізація, перетворення Фур'є, **регресія**, і інші прикладні математичні техніки;
3. Matplotlib[15] є гнучким, легко конфігурованим пакетом, який разом з NumPy, SciPy і IPython надає можливості, подібні MATLAB. В даний час пакет працює з декількома графічними бібліотеками,

включаючи wxWindows і PyGTK.Пакет підтримує багато видів графіків і діаграм:

- Графіки (line plot);
- Діаграми розкиду (scatter plot);
- Стовпчасті діаграми (bar chart) і гістограми (histogram);
- Кругові діаграми (pie chart);
- Стовбур-лист діаграми (stem plot);
- Контурні графіки (contour plot);
- Поля градієнтів (quiver);
- Спектральні діаграми (spectrogram).

4. Seaborn[16] побудований поверх базової бібліотеки візуалізації Python Matplotlib. Seaborn має деякі дуже важливі функції. Наступні функції є корисними для використання:

- Вбудовані теми для оформлення графіки matplotlib;
- Візуалізація одновимірних і двовимірних даних;
- Підгонка і візуалізація моделей лінійної регресії;
- Побудова статистичних даних часових рядів;
- Seaborn добре працює зі структурами даних NumPy і Pandas
- Він поставляється з вбудованими темами для оформлення графіки Matplotlib.

5. Бібліотека Scikit-learn[17] - найпоширеніший вибір для вирішення завдань класичного машинного навчання. Вона надає широкий вибір алгоритмів навчання з учителем і без вчителя. Навчання з учителем передбачає наявність розміченого датасета, в якому відомо значення цільового показника. У той час як навчання без вчителя не передбачає наявності розмітки в датасеті - потрібно навчитися отримувати корисну інформацію з сирих даних. Одна з основних переваг бібліотеки полягає в тому, що вона працює на основі декількох поширених математичних бібліотек, і легко інтегрує їх один з одним. Ще однією перевагою є широка спільнота і докладна

документація. Scikit-learn широко використовується для промислових систем, в яких застосовуються алгоритми класичного машинного навчання, для досліджень, а так само для новачків, які тільки роблять перші кроки в області машинного навчання.

4.2 Вимоги до технічного забезпечення

1. Серверна частина

Для роботи серверної частини потрібне наступне технічне забезпечення:

- ОС: Windows Server 2008 та старше;
- .NET Framework повинен бути не нижче 4.5;
- База Microsoft SQL Server Express.

2. Клієнтська частина

Для роботи клієнтської частини потрібне наступне технічне забезпечення:

- ОС: Windows 7 (модифікація Professional x64 та краще), 8, 8.1, 10 або Linux;
- Браузер Google Chrome 76.

Висновок до розділу

В даному розділі було розглянуто засіб для аналізу, побудови та порівняння регресійних моделей, а також бібліотеки, що допомагали в їх побудові.

Також були сформульовані вимоги до технічного забезпечення, як для клієнтської частини так і для серверної.

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В рамках даного дипломного проекту були досліджені різні варіанти реалізації системи якості роботи термопластавтомату та реалізовано модель лінійної регресії.

В розділі «Загальні положення» було детально описано предметне середовище. Було розглянуто виробничий процес та усі його дійові особи. Були приведені аналоги до модельованої системи та їх порівняння. Також, було розглянуто акторів, що безпосередньо приймають участь у новому процесі – передбачень простоїв. Були виявлені цілі та поставлені задачі.

Також були виявлені аналоги дипломної системи та було проведено порівняльний аналіз двох систем. Дипломна система далека від реальних використовуваних систем, але все ж таки покриває увесь функціонал реальних систем але в деяких рамках. Наприклад модель машини чи клас простою.

В другому розділі дипломного проекту були детально розглянуті вхідні та вихідні дані, де вони зберігаються, та звідки потрапляють у систему.

Розроблене інформаційне забезпечення надає наступні переваги:

- Зберігання та єдність інформації, що є необхідним для розв'язання поставлених задач;
- Єдність масивів інформації, якими в нашому випадку є вхідні тестові файли;
- Однократне введення інформації в систему;
- Використання інформації для декількох цілей;
- Використання обраної бази даних забезпечує низьку вартість витрат на зберігання та використання даних.

В розділі «Математичне забезпечення» були поставлені змістовна та математична постановка задачі, описані етапи рішення. Також були порівнянні методи регресії, що були обрані для вирішення задачі. В

результаті була обрана для використання в системі передбачень модель лінійної регресії.

В розділі «Програмне та технічне забезпечення» було розглянуто засіб для аналізу, побудови та порівняння регресійних моделей, а також бібліотеки, що допомагали в їх побудові.

Також були сформульовані вимоги до технічного забезпечення, як для клієнтської частини так і для серверної.

					ДП 6201.01.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Injection Molding Machine [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.beaumontinc.com/injection-molding-glossary/injection-molding-machine/>
2. What is Injection Molding? [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.milacron.com/mblog/2018/03/22/what-is-injection-molding/>
3. Характеристики термопластавтоматов [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://toplast.ru/publikaczii/xarakteristiki-termoplastavtomatov>
4. WHAT IS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS? [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.oee.com/>
5. KPI - OEE- ISO22400 - MES [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.slideshare.net/APPAU_Ukraine/kpi-oee-iso22400-mes
6. ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС ТА ЙОГО РАЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmib/35prychepa_ekonomika_ta_organizaciya_vyrobництва/7.html
7. Predictive Maintenance solution [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.seebo.com/predictive-maintenance-solution/>
8. Process Optimization [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.seebo.com/iot-use-cases/>
9. Коэффициент детерминации [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://statsoft.ru/home/textbook/glossary/GlossaryTwo/C/CoefficientofDetermination.htm>
10. Beginners Guide to Regression Analysis and Plot Interpretations [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/beginners-guide-to-regression-analysis-and-plot-interpretations?utm_content=buffer0ebf7&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer

11.Среднеквадратическое отклонение [Электронный ресурс] // Режим доступа:

https://spravochnick.ru/matematika/srednekvadratichnoe_otklonenie/

12.Ивченко Г. И., Медведев Ю. И. Введение в математическую статистику. — М. : Издательство ЛКИ, 2010. — §2.2. Выборочные моменты: точная и асимптотическая теория. — [ISBN 978-5-382-01013-7](#).

13.Библиотека Pandas [Электронный ресурс] // Режим доступа:

<https://craftappmobile.com/pandas-library/>

14.NumPy [Электронный ресурс] // Режим доступа:

<https://pythonworld.ru/numpy>

15.Matplotlib: Visualization with Python [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://matplotlib.org/>

16.Сиборн – Краткое руководство [Электронный ресурс] // Режим доступа:

<https://coderlessons.com/tutorials/python-technologies/izuchai-siborna/siborn-kratkoe-rukovodstvo>

17.Введение в Scikit-learn [Электронный ресурс] // Режим доступа:

<https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/vvedenie-v-scikit-learn/>

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління

УЗГОДЖЕНО

Керівник проекту

_____ В.Д. Попенко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“13” квітня 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ О.А. Павлов
(підпис) (ініціали, прізвище)

“14” квітня 2020 р.

Система моделювання якості роботи термопластавтомату

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Шифр ДП 6201.01.000 ТЗ

на 11 сторінках

Київ – 2020 року

ЗМІСТ

1	ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
1.1	Повне найменування системи та її умовне позначення	3
1.2	Найменування організації-замовника та організацій-учасників робіт	3
1.3	Перелік документів, на підставі яких створюється система.....	3
2	ПРИЗНАЧЕННЯ І МЕТА СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ.....	5
2.1	Призначення навчальної системи	5
2.2	Цілі створення комплексу задач	5
3	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ	7
3.1	Вимоги до функціональних характеристик	7
3.2	Вимоги до надійності.....	7
3.3	Вимоги до складу і параметрів технічних засобів	8
4	СТАДІЇ І ЕТАПИ РОЗРОБКИ.....	10
5	ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ТА ПРИЙМАННЯ СИСТЕМИ	11
5.1	Види випробувань.....	11

					ДП 6201.01.000 ТЗ									
Зм.	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата	Система моделювання якості роботи термопластавтомату					Лім.	Лист	Листів		
Розроб.		Алексиков І.О.												
Розроб.		Долінна Є.О.										2	11	
Перевірив.		Попенко В.Д.								КПІ ім. ІгоряСікорського кафедра АСОІУ гр. ІС-62				
Н. кон.		НовінськийВ.П.												
Затв.		Павлов О.А.												

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Повне найменування системи та її умовне позначення

Повна назва системи: система моделювання якості роботи термопластавтомату.

1.2 Найменування організації-замовника та організацій-учасників робіт

Генеральним замовником проекту являється кафедра Автоматизованих систем обробки інформації і управління НТУУ "КПІ". Представником замовника є Попенко Володимир Дмитрович.

Розробниками системи є студенти групи ІС-62 факультету інформатики та обчислювальної техніки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Алексиков Ігор Олександрович та Долінна Єлизавета Олександрівна.

1.3 Перелік документів, на підставі яких створюється система

При розробці системи і створення проектно-експлуатаційної документації Виконавець повинен керуватися вимогами наступних нормативних документів:

- ДСТУ 19.201-78. Технічне завдання. Вимоги до змісту і оформлення;
- ДСТУ 34.601-90. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Автоматизовані системи. Стадії створення;
- ДСТУ 34.201-89. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Види, комплексність і позначення документів при створенні автоматизованих систем.

					ДП 6201.01.000 ТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

1.4 Планові терміни початку і закінчення роботи зі створення системи

Плановий термін початку роботи над створенням системи моделювання якості роботи термопластавтомату – 3 лютого 2020 рік.

Плановий термін по закінченню роботи над створенням створенням системи моделювання якості термопластавтомату– не пізніше 1 червня 2020 року.

					ДП 6201.01.000 ТЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРИЗНАЧЕННЯ І МЕТА СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Призначення навчальної системи

Призначенням даної розробки є система планування простоїв класу технічного обслуговування на виробництві.

2.2 Цілі створення комплексу задач

Ціль розробки зменшення затрат на обслуговування машини, скорочення часу обслуговування машини, тобто оптимізація процесу технічного обслуговування. Дана система дозволить значно підвищити ефективність роботи виробництва та якості продукції, що виробляється. Якщо вимірювати у грошовому еквіваленті – система мінімізує витрати – максимізує прибуток.

Ми маємо наступні задачі:

- Збір усіх потрібних даних для аналізу стану конкретної машини:
 - Історичні дані стану даної машини впродовж виробництва, для навчання системи;
 - Історичні дані для тестування системи;
 - Реальні данні для роботи системи.
- Структуризація даних для подальшої обробки. А саме виконання очистки даних від сміттєвих (пусті), статичних даних, а потім їх нормалізація;
- Розроблення алгоритмів, що дозволять нам прогнозувати простої машини, щоб запобігти їй поломці. Фактично це створення рівняння роботи системи;
- Порівняння результатів розроблених алгоритмів та вибір кращого з запропонованих;

					ДП 6201.01.000 ТЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розробка інтерфейсу для користувача, що дозволить йому спостерігати за роботою системи та аналізувати її результати.

					ДП 6201.01.000 ТЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Для використання системи обов'язковим є наявність браузера, адже інтерфейсом системи є веб-застосунок.

Авторизація для даного застосунку відсутня.

Застосунок відображає економічні характеристики машини, а саме коефіцієнт ефективності обладнання та його складові: доступність, якість та продуктивність. Також застосунок містить графік порівняння передбачених даних та реальних.

Дані для відображення містяться у базі даних.

3.1 Вимоги до функціональних характеристик

Система має передбачати час до поломки обладнання типу термопластавтомат. Дана система повинна задовольняти потреби користувачів, а саме мінімізувати час, затрачений на технічне обслуговування. Система має відображати через який проміжок часу спрогнозована поломка машини. А також на інтерфейс були додані складові коефіцієнту ефективності обладнання для подальшого аналізу правильності роботи системи. Система має динамічно оновлюватись відповідно до даних з машини.

3.2 Вимоги до надійності

Інтерфейс, що надається користувачеві має забезпечувати працездатність та оновлення даних у режимі реального часу. Наступні позаштатні ситуації можуть виникнути:

- при відсутності підключення до інтернету, дані що були отримані після перепідключення до інтернету будуть проаналізовані почергово, та оновлять інтерфейс також почергово;

- при помилках, пов'язаних з особливістю різноманітних браузерів, існуючих на сьогоднішній день. Реалізація кросбраузерності web-застосунку.

Програмний продукт повинен поєднувати надійність та функціональність. У разі виникнення аварійних ситуацій потрібно сповістити користувача про причину поломки та подальшого плану дій.

3.3 Вимоги до складу і параметрів технічних засобів

Склад, структура і способи організації даних в системі повинні бути визначені на етапі технічного проектування.

Структура технічних засобів визначається виходячи із можливості їх забезпечити виконання встановлених операцій збору та відображення даних.

Для правильної роботи розробленої системи до складу технічних засобів повинен входити комп'ютер, що має конфігурацію наведену нижче:

- комп'ютер з такою конфігурацією:
 - 1) процесор з тактовою частотою не нижче 1 ГГц;
 - 2) об'єм оперативної пам'яті не менше 1 ГБ;
 - 3) інші складові можуть мати будь-які параметри, тому що вони не значним чином впливають на роботу застосування;
 - 4) підключення до мережі інтернет;
- додатково має бути встановлене таке програмне забезпечення:
 - 1) процесор з тактовою частотою не нижче 1 ГГц;
 - 2) об'єм оперативної пам'яті не менше 2 ГБ;
 - 3) інші складові можуть мати будь-які параметри, тому що вони не значним чином впливають на роботу програми;
 - 4) наявність швидкісного інтернет-з'єднання;
 - 5) наявність ОС, яка підтримує встановлення та функціонування інтернет-браузера;
- в) комп'ютерна периферія, до складу якої входить:
 - 1) монітор;

- 2) мишка;
- 3) клавіатура;
- 4) звукові динаміки/навушники або інший пристрій для аудіовиходу;
- 5) мікрофон або інший пристрій для аудіовходу.

					ДП 6201.01.000 ТЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 СТАДІЇ І ЕТАПИ РОЗРОБКИ

Основні етапи виконання робіт з розробки системи моделювання якості роботи термопластавтомату.

№ п/п	Назва етапу роботи	Термін виконання етапу	Результат виконання
1.	Підготовка технічного завдання на розробку програмного продукту	03.02.2020	
2.	Розробка сценарію роботи	10.02.2020	
3.	Технічне проектування – функціональність, модулі, задачі, цілі тощо	19.03.2020	
4.	Узгодження з керівником інтерфейсу користувача	06.04.2020	
5.	Розробка інформаційного забезпечення	20.04.2020	
6.	Розробка програмного забезпечення	29.04.2020	
7.	Налагодження програми	15.05.2020	
8.	Тестування програми	27.05.2020	
9.	Здача готового програмного продукту замовнику	15.06.2020	

5 ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ТА ПРИЙМАННЯ СИСТЕМИ

5.1 Види випробувань

Для контролю коректності роботи системи було використано два показника:

- Коефіцієнт ефективності системи – розраховується в реальному часі, покращується після технічного обслуговування;
- Індекс здоров'я системи – на інтерфейсі відображена порівняльна характеристика передбачуваного коефіцієнту здоров'я, а також реального. При завантаженні нового файлу дані будуть оновлюватись. Саме за індексом здоров'я системи можна візуально побачити похибку обчислення.

Також для контролю коректності роботи застосунку буде проведено низку експериментів, що мають показати його працездатність. Наступні тестування були проведені:

- Тести по переходу між рівнями застосунку:
 1. З верхнього (загального) рівня, до нижнього (рівень конкретної машини);
 2. З нижнього (рівень конкретної машини) рівня, до верхнього (загального);
- Тест на коректність завантаження даних у модель – модель має забрати дані з файлу, видати результати та записати результат у сховище даних;
- Тест на роботу застосунку у реальному часі. Мається на увазі оновлення даних у реальному часі. Екран застосунку має оновлюватись кожен раз після отримання файлу з новими, свіжими даними стану машини;

- Тест на виклик команди технічного обслуговування – застосунок має відправляти лист поштою до команди технічного обслуговування після натискання відповідної кнопки. Лист має генеруватися відповідно до даних у реальному часі та відправлятися одержувачу;
- Тест на стан машини. Один додатковий тест на коректність роботи візуальної частини застосунку. На верхньому рівні застосунку (спільному) назва машини зображена на кольоровій лінії, що показує стан машини на даний момент. Дана лінія має змінюватись відповідно до стану машини.

Власник документу:
Попенко Володимир Дмитрович

ID перевірки:
1003914307

Дата перевірки:
09.06.2020 19:29:16 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
09.06.2020 19:33:05 EEST

ID користувача:
77149

Назва документу: Aleksikov_Dolinna_bachelor_com_is62

ID файлу: 1003928019 Кількість сторінок: 34 Кількість слів: 6716 Кількість символів: 49857 Розмір файлу: 86.49 KB

9.22% Схожість

Найбільша схожість: 1.47% з джерело бібліотеки. ID файлу: 1000800227

5.41% Схожість з Інтернет джерелами

36

Page 36

8.7% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту

180

Page 36

0.33% Цитат

Цитати

1

Page 37

Вилучення переліку посилань вимкнено

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Заміна символів

5

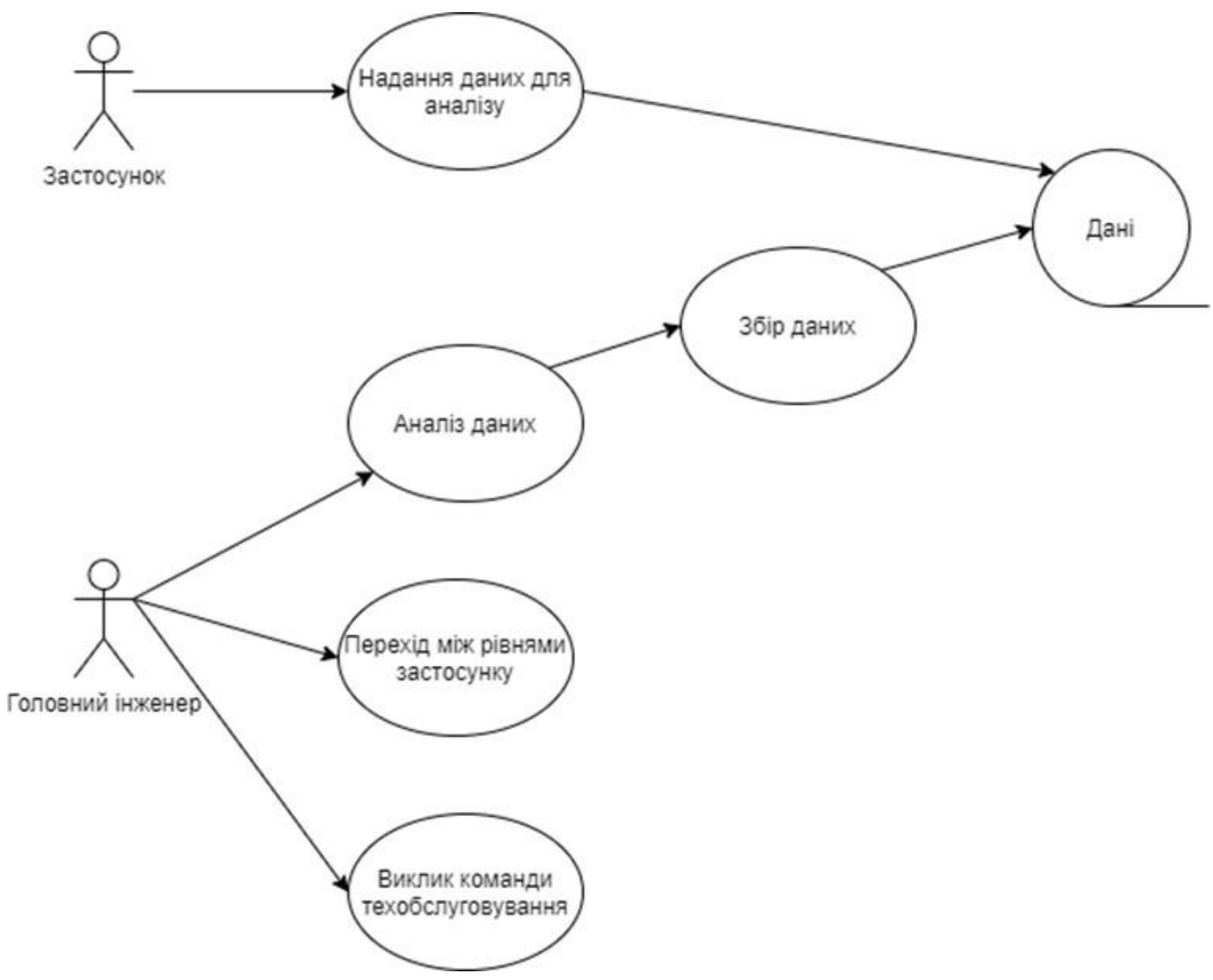
Графічний матеріал до дипломного проєкту

на тему: «Система моделювання якості роботи термопластавтомату»

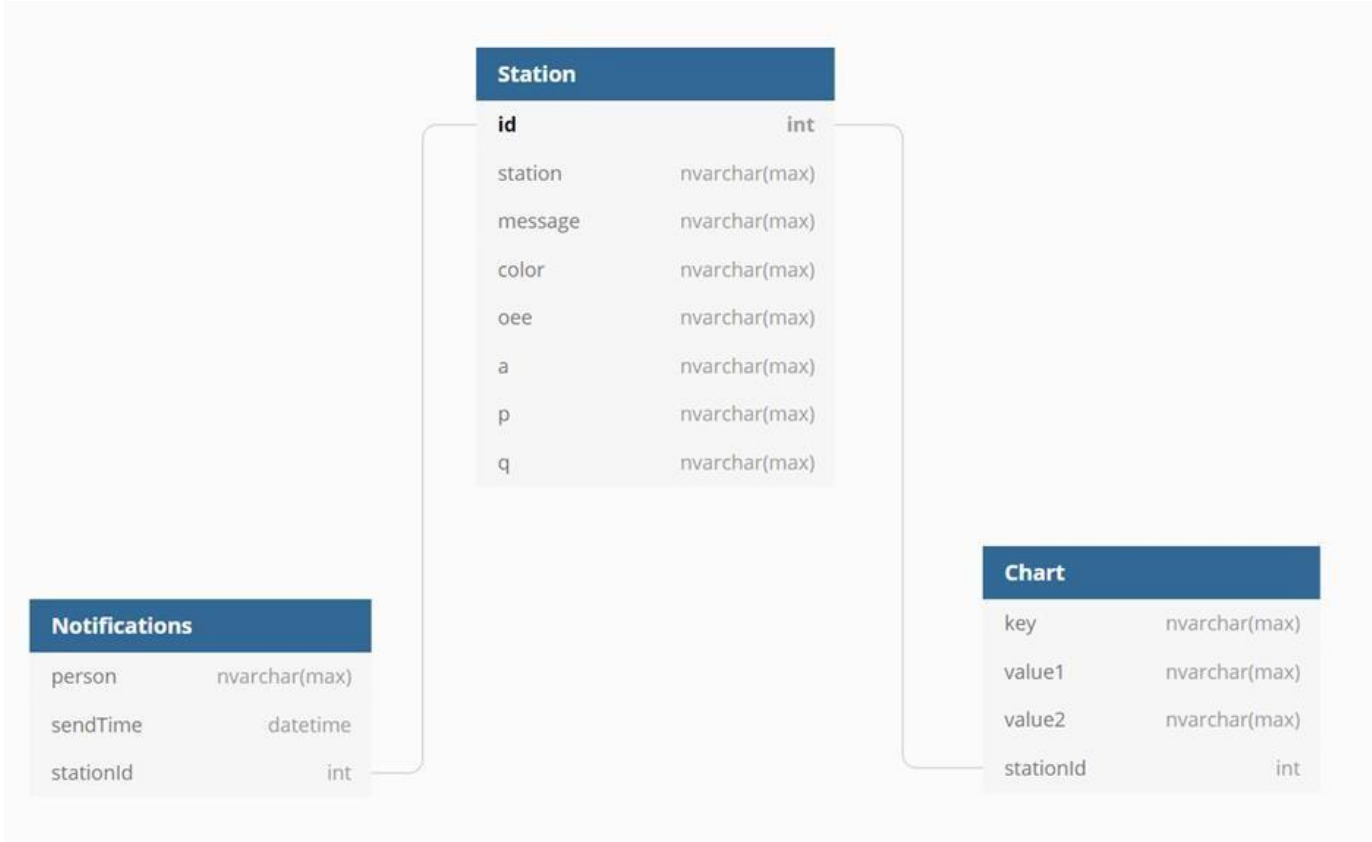
(комплексний)

Загальна частина

Київ – 2020 року



					ДП 6201.02.000 ССВ								
					Схема структурна варіантів використання				Літера		Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата									
Розробив	Алексиков І. О.												
	Долінна Є. О.												
Перевірив	Попенко В. Д.												
Т. кон.					Система моделювання якості роботи термопластавтомату				Аркуш 1		Аркушів 1		
Н. кон.	Новінський В.Г.								КПІ ім. Ігоря Сікорського кафедра АСОІУ гр. ІС-62				
Затвердив	Попенко В. Д.												



					ДП 6201.03.000 СБД							
					Схема бази даних	Літера			Маса		Масштаб	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата								
Розробив	Алексиков І. О.											
	Долінна Є. О.											
Перевірив	Попенко В. Д.					Аркуш 1			Аркушів 1			
Т. кон.					Система моделювання якості роботи термопластавтомату	КПІ ім. Ігоря Сікорського кафедра АСОІУ гр. ІС-62						
Н. кон.	Новінський В.Г.											
Затвердив	Попенко В. Д.											

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
Кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління

До захисту допущено:
В.о. завідувача кафедри
_____ Олександр ПАВЛОВ
(підпис) (вл.ім'я, прізвище)
“ ” _____ 2020 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Інформаційні управляючі
системи та технології»
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

на тему: *«Система моделювання якості роботи термoplastавтомату»*

(комплексна тема)

Лінійна та поліноміальна регресії

Індивідуальна частина №2

Виконав:

студент IV курсу, групи ІС-62

Долінна Єлизавета Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник

доц.Попенко Володимир Дмитрович

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

_____ (підпис)

**Консультант з
графічної
документації**

доц., к.т.н., доц.Новінський Валерій Петрович

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

_____ (підпис)

Рецензент

доц., к.т.н., доц. Ткаченко Валентина Василівна

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

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет (інститут) інформатики та обчислювальної техніки
(повна назва)

Кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

Освітньо-професійна програма «Інформаційні управляючі системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Олександр ПАВЛОВ
(підпис) (вл.ім'я, прізвище)

“ ” 2020 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Долінній Єлизаветі Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту « Система моделювання якості роботи

термопластавтомату» (комплексна тема)

Лінійна та поліноміальна регресія

Індивідуальна частина №2

керівник проєкту Попенко Володимир Дмитрович, доцент

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

затверджені наказом по університету від “07” травня 2020 р. №1081-с

2. Термін подання студентом проєкту “01” червня 2020 року

3. Вихідні дані до проєкту

Технічне завдання

4. Зміст пояснювальної записки

1. Математичне забезпечення: змістова постановка задачі, математична постановка задачі, обґрунтування методу розв'язання, опис методу розв'язання

2. Програмне та технічне забезпечення: засоби розробки, архітектура Програмного забезпечення

3. Технологічний розділ: керівництво користувача

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема структурна послідовності

2. *Схема структурна компонентів*
3. *Креслення вигляду екранних форм*

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання *«1» грудня 2019 року*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	<i>Вивчення рекомендованої літератури</i>	<i>15.12.2019</i>	
2.	<i>Аналіз існуючих методів розв'язання задачі</i>	<i>30.12.2019</i>	
3.	<i>Постановка та формалізація задачі</i>	<i>12.01.2020</i>	
4.	<i>Розробка інформаційного забезпечення</i>	<i>23.01.2020</i>	
5.	<i>Алгоритмізація задачі</i>	<i>14.02.2020</i>	
6.	<i>Обґрунтування використовуваних технічних засобів</i>	<i>14.02.2020</i>	
7.	<i>Розробка програмного забезпечення</i>	<i>09.04.2020</i>	
8.	<i>Налагодження програми</i>	<i>22.04.2020</i>	
9.	<i>Виконання графічних документів</i>	<i>30.04.2020</i>	
10.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>13.05.2020</i>	
11.	<i>Подання ДП на попередній захист</i>	<i>15.05.2020</i>	
12.	<i>Подання ДП на основний захист</i>	<i>02.06.2020</i>	
13.	<i>Подання ДП рецензенту</i>	<i>03.06.2020</i>	

Студент _____ Єлизавета ДОЛІННА
(підпис)

Керівник проєкту _____ Володимр ПОПЕНКО
(підпис)

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: «Система моделювання якості роботи термопластавтомату»
(комплексна тема)
Лінійна та поліноміальна регресії
Індивідуальна частина №2

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг роботи. Пояснювальна записка індивідуальної частини №2 складається з трьох розділів, містить 18 рисунків, 2 таблиці, 1 додаток, 4 джерела.

Індивідуальна частина №2 присвячена реалізації двох моделей регресії, підвищенню достовірності моделі, а також розробці інтерфейсу застосунку.

У розділі «Математичне забезпечення» було наведено змістову постановку задачі та математичну. Були описані моделі регресії та наведена їх реалізація.

У розділі «Програмне та технічне забезпечення» побудовано діаграми послідовності та компонентів. Також наведено засоби розробки.

Технологічний розділ містить керівництво користувача з повним описом інтерфайсу та детальною інструкцією користувача.

ПРОСТОЇ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЛІНІЙНА,
БАГАТОВИМІРНА ПОЛІНОМІАЛЬНА, РЕГРЕСІЯ,
ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТ

					ДП 6205.00.002 ПЗ			
Зм	Арк.	Прізвище	Підпис	Дата				
Розроб.		Долінна Є.О.			Система моделювання якості роботи термопластавтомату Лінійна та поліноміальна регресії	Літ.	Лист	Листів
							2	41
Перевірів.		Попенко В.Д				КПІм. Ігоря Сікорського кафедра АСОІУгр. ІС-62		
Н. кон.		Новінський В.П.						
Затв.		Павлов О.А.						

ABSTRACT

Structure and scope of work. The explanatory note of the individual part №2 consists of three sections, contains 18 figures, 2 tables, 1 appendix, 4 sources.

The individual part №2 is devoted to the implementation of two models of regression, increasing the reliability of the model, as well as the development of the application interface.

In the section "Mathematical software" the semantic statement of the problem and mathematical were given. Regression models were described and their implementation was given.

Sequence and component diagrams are constructed in the "Software and hardware" section. Development tools are also provided.

The technology section contains a user manual with a complete description of the interface and detailed user instructions.

DOWNTIME, TECHNOLOGICAL MAINTENANCE, LINEAR,
MULTIDIMENSIONAL POLYNOMIAL, REGRESSION, INJECTION
MOLDING MACHINE

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

1	МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	5
1.1	Змістова постановка задачі.....	5
1.2	Математична постановка задачі.....	5
1.3	Обґрунтування методу розв'язання	5
1.3.1	Множинна лінійна регресія	5
1.3.2	Багатовимірна поліноміальна регресія	6
1.4	Опис методу розв'язання.....	7
1.4.1	Застосування регресій.....	7
1.4.2	Гіпероптимізація параметрів.....	10
	Висновок до розділу	13
2	ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	14
2.1	Засоби розробки	14
2.2	Загальні вимоги.....	15
2.3	Архітектура програмного забезпечення	17
2.3.1	Діаграма послідовності.....	18
2.3.2	Діаграма компонентів.....	18
2.4	Опис звітів	19
	Висновок до розділу	20
3	Технологічний розділ	21
3.1	Керівництво користувача	21
3.1.1	Опис застосунку.....	21
3.1.2	Опис реалізованих функцій.....	24
3.1.3	Інструкція для користувача	28
	Висновок до розділу	30
	ВИСНОВКИ	31
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	33
	ДОДАТОК А	34

1 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1.1 Змістова постановка задачі

Оптимізація виробництва можлива шляхом оптимізації деяких її складових, в даному дипломному проекті – це зменшення кількості простоїв для машин. Зменшувати кількість та час простоїв можливо для класу простоїв технічного обслуговування.

Реалізована модель має:

- Отримувати на вхід дані щодо стану машини;
- Давати на виході кількість виробничих циклів до поломки, з даних звичень можна розрахувати час.

1.2 Математична постановка задачі

Для побудови моделі у даній індивідуальній частині розглядаються наступні регресії:

- Множинна лінійна регресія;
- Багатовимірна поліноміальна регресія.

В загальній частині дипломного проекту описано порівняння моделей та яка з моделей була використана у застосунку. А в даній індивідуальній частині описано кожний вид регресії з її недоліками та перевагами.

1.3 Обґрунтування методу розв'язання

1.3.1 Множинна лінійна регресія

Лінійна регресія[1] допомагає побудувати лінійні залежності змінної від іншої змінної або декількох змінних факторів. Регресійна модель має вигляд:

$$y = f(x, b) + \varepsilon, \quad (1.1)$$

де b – параметр моделі, ε – випадкова помилка моделі. Модель називається лінійною, коли:

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f(x, b) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k, \quad (1.2)$$

де b_j – параметри регресії, x_j – фактори моделі, k – кількість факторів моделі.

Коефіцієнти регресії показують швидкість зміни залежності змінної для даного фактору. Параметр b_0 , при якому немає факторів, називають константою, це значення функції при нульових значеннях усіх факторів, але для аналітичних цілей вважається, що це параметр при факторі, який дорівнює 1, тоді функцію регресії можна записати в наступному виді:

$$f(x, b) = \sum_{j=1}^k b_j x_j = x^T b, \quad (1.3)$$

де $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ – вектор регресорів, $b = (b_1, b_2, \dots, b_k)^T$ – вектор-стовпчик параметрів. Лінійна модель може бути як з константою так і без, тому в цьому випадку перший фактор може дорівнювати 1 або може бути звичайним фактором відповідно.

Основною задачею лінійної регресії є: знайти лінійну функцію у просторі, яка буде описувати тренд поведінки необхідного нам об'єкта.

Для знаходження лінійної функції зазвичай використовують методом найменших квадратів. Цей математичний метод допомагає вирішувати задачі, які ґрунтуються на мінімізації суми квадратів відхилення деякої функції від даних змінних, тобто:

$$\sum_i e_i^2 = \sum_i (y_i - f_i(x))^2 \rightarrow \min_x, \quad (1.4)$$

де y_i – дані змінні, $f_i(x)$ – функція, яку треба знайти.

1.3.2 Багатовимірна поліноміальна регресія

Суть багатовимірної поліноміальної регресії[2] полягає у знаходженні поліноміальної функції, яка буде описувати тренд поведінки системи. Загальне правило для двовимірної поліноміальної регресії виглядає наступним чином:

Нехай ми маємо значення функції: $z_1 = z(x_1; y_1), \dots, z_N = z(x_N; y_N)$, тоді функція співвідношення матиме вид:

$$z(x, y) = \sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L a_{kl} x^k y^l, (K+1)(L+1) \leq N \quad (1.5)$$

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шукається таким шляхом, що є необхідним виконанням даної умови:

$$F(a_{kl}; k=0 \dots K; l=0 \dots L) = \sum_{i=1}^N (\sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L a_{kl} x_i^k y_i^l - z_i) \rightarrow \min_{a_{kl}; k=0 \dots K; l=0 \dots L} \quad (1.6)$$

Поліноміальна функція може бути знайдена методом найменших квадратів.

1.4 Опис методу розв'язання

1.4.1 Застосування регресій

Першим алгоритмом, для якого будуть проведені експерименти, була множинна лінійна регресія. Після навчання моделі необхідно перевірити, чи потрапляють значення, які були передбачені у множині відомих значень. Іншими словами, чи не отримали ми відхилення передбачених від реальних даних.



Рисунок 1.1 – Перевірка попадання тестових значень у множину навчальної вибірки

Як можна побачити на графіку, червоні точки є отриманими даними після передбачення та вони потрапляють у множину реальних, тобто можна зробити такі висновки, що наша модель є адекватною та може давати передбачення для даної задачі.

Наступним кроком буде передбачення значень на вибірці, для якої ми маємо реальні значення. Для початку нам необхідно порівняти, наскільки дана модель дає нам похибку. При аналізі таких даних нам необхідно зрозуміти якого типу помилку ми можемо отримати. Існує два типу помилок:

1. Помилка I-ого роду. Помилка, яка відповідає за такі випадки, як передбачення меншого часу до відказу машини, ніж реального. Така помилка не є критичною, при такій ситуації технічне обслуговування буде зроблено раніше, буде більше витрачено коштів, ніж при вчасному втручанні, але при такій умові машина не створить незапланований простій, що може викликати більші витрати;
2. Помилка II -ого роду. Помилка, яка відповідає за такі випадки, як передбачення більшого часу до відмови машини, ніж реального. Через таку помилку підприємство отримає незапланований простій і програма не буде вирішувати необхідну для нас задачу, тобто модель при такій поведінці буде давати некоректні значення.

Побудуємо графік для множинної лінійної регресії.



Рисунок 1.2 – Передбачення з використанням множинної лінійної регресії

При ідеальному прогнозуванні зазвичай отримують графік, де всі точки знаходяться на діагоналі графіку. За помилки I-ого роду відповідає частина графіка, що знаходиться над діагоналлю, тобто чим більше точок вище діагоналі, тим більше ми отримуємо завчасних прогнозів. Як можна побачити, ми отримали невелику кількість. За помилки II-ого роду відповідає частина графіка, що знаходиться під діагоналлю. Передбачення з запізненням є більшість при такому прогнозуванні, тобто для нас така модель погано вирішує задачу.

Розглянемо багатовимірну поліноміальну регресію та порівняння її результатів передбачення з актуальними значеннями.

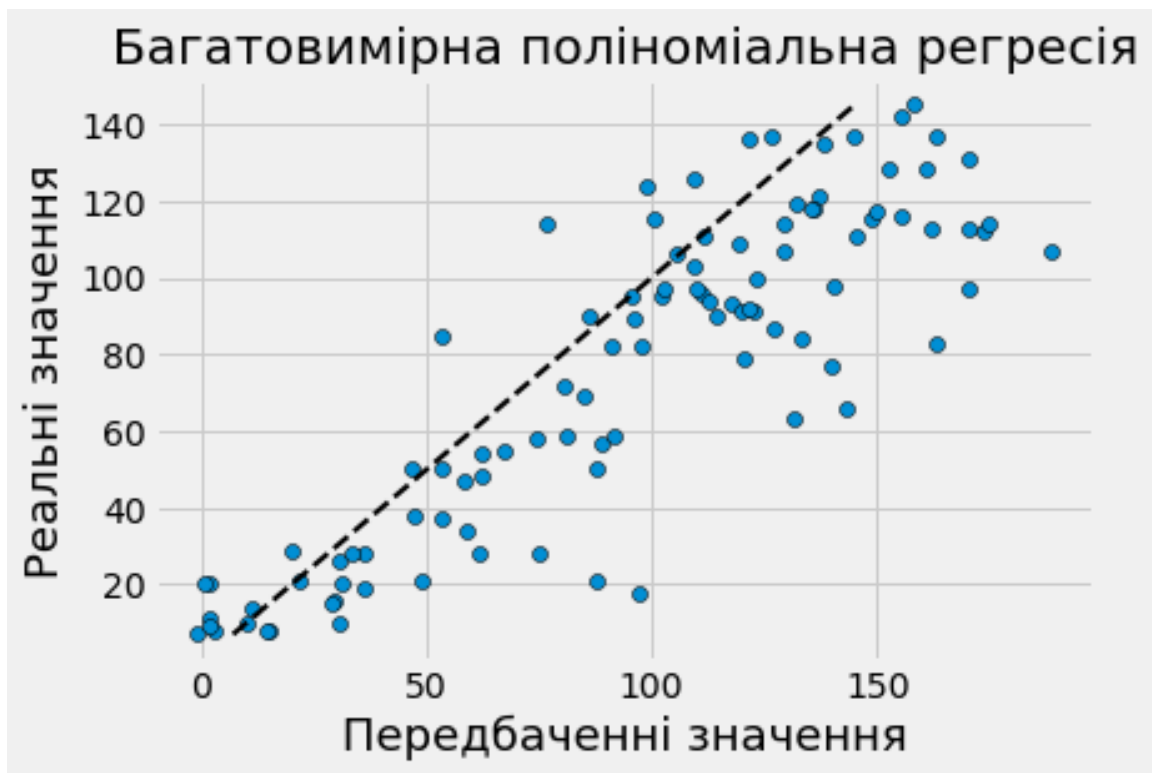


Рисунок 1.3 - Передбачення з використанням багатовимірної поліноміальної регресії

Як можна побачити, передбачення є близьким до попередніх передбачень лінійної регресії. Ми маємо дуже великий відсоток помилок II-ого роду, що є для нас недостатньо підходящою моделлю.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.4.2 Гіпероптимізація параметрів

Дані на вхід мають бути відфільтровані та проаналізовані (описано в Індивідуальній роботі №1), якщо ж достовірність моделей навіть після попереднього аналізу низька, є можливість провести так звану гіпероптимізацію параметрів[3].

Після порівняння моделей регресій, достовірність системи складає лише 45%, що є занадто малим відсотком для даного типу задач – передбачення. На даний висновок вплинули наступні характеристики:

- Коефіцієнт детермінування;
- Середньоквадратичне відхилення;
- Помилка передбачення.

Для підвищення відсотку достовірності системи, був проведений додатковий аналіз даних. Це потрібно, для того щоб прибрати ті показники, що не впливають на модель, а лише понижують достовірність роботи системи.

Попередній аналіз системи відсіяв лише так звані «примітивні» сенсори – це ті сенсори, що взагалі не впливають на машину, тобто завжди статичні або ж взагалі нулі. На даному ж етапі аналіз проводиться ширше, а саме поведінковий аналіз сенсорів:

1. Поведінка сенсорів при великій кількості машинних циклів – робота машини від початку роботи і до поломки;
2. Поведінка сенсорів для конкретного машинного циклу.

Перераховані вище поведінкові аналізи дозволять не лише відсіяти сенсори, що знижують достовірність системи, а й визначити поведінкові характеристики сенсора для вірного їх інтерпретування в оновлену модель.

Реалізуємо перший аналіз, а саме побудуємо графік поведінки сенсора відносно часу, у рамках машинного циклу. В даному графіку важливо розглядати велику кількість машинних циклів, щоб точно ідентифікувати зайві сенсори.

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Було отримано наступний графік:

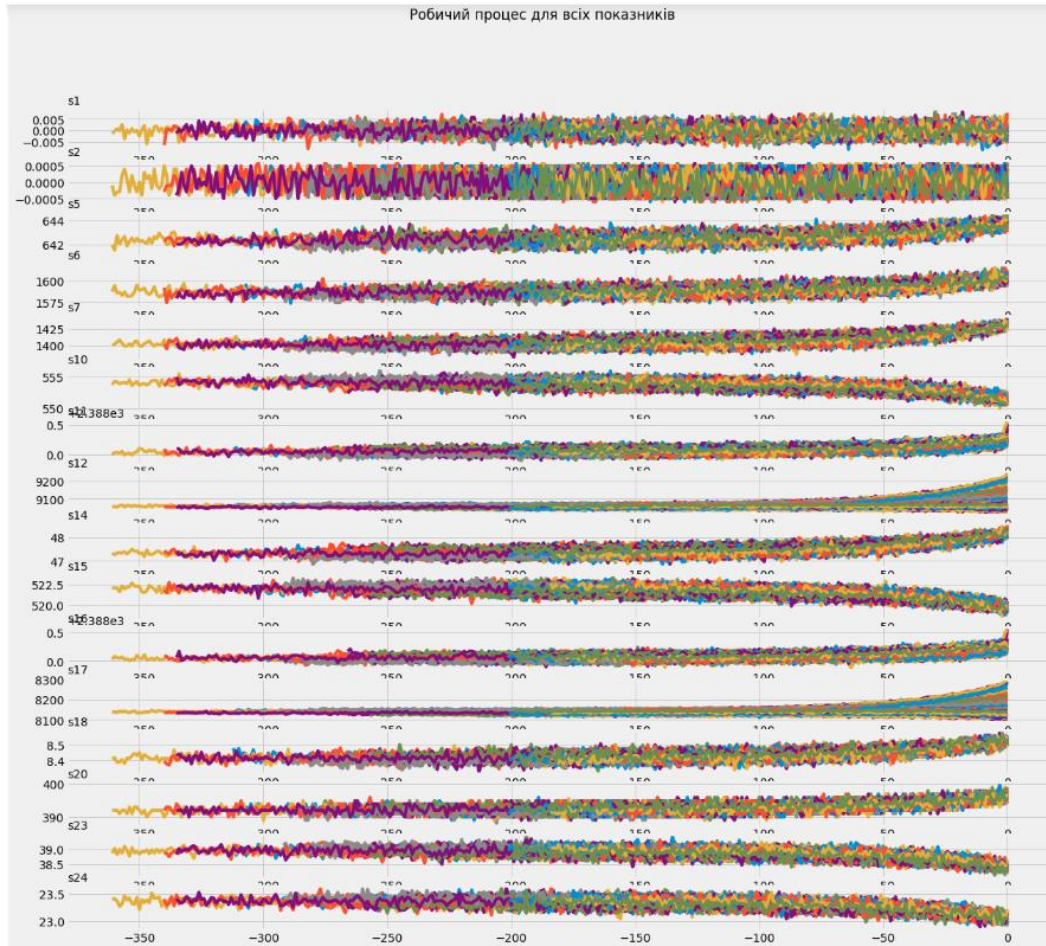


Рисунок 1.4 – Графічний аналіз поведінки

На даному графіку зображена поведінка сенсора відповідно до стану машини, а саме

- Стан машини визначається зліва направо як від початку роботи до поломки машини;
- Кожний рядок відповідає сенсору з машини. Сенсори, виключені на етапі аналізу даних, не використовуються у аналізі поведінки;
- Для одного сенсору зображено багато кривих, кожна крива відповідає за поведінку одного машинного циклу.

Дане дослідження побудовано засобами JupiterNotebook.

Як розуміти даний графік? На даному графіку можна побачити ті сенсори, що хаотично змінювали свою поведінку в залежності від часу роботи машини, тобто крива хаотично змінювала своє направлення. З даного опису можна зрозуміти, що із моделі буде виключено 1, 2, 12 та 17 сенсори.

Наступним кроком є визначення тренду поведінки сенсорів, що і можна зробити за допомогою наступного графіку:

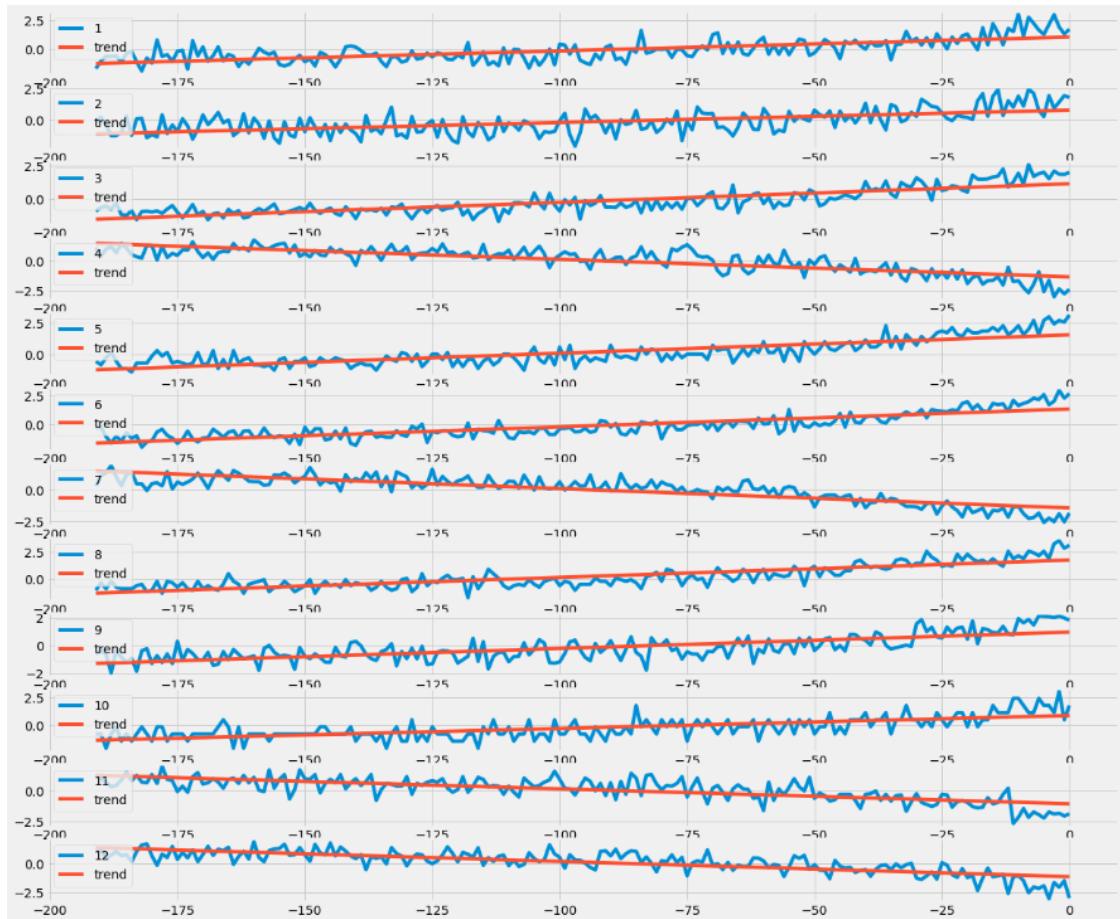


Рисунок 1.5 – Аналіз поведінки за один машинний цикл

По даному графіку можна зрозуміти поведінкову залежність роботи сенсора від стану машини, а саме:

- Стан машини визначається з ліва на право як від початку роботи машини до її поломки;
- Кожний рядок відповідає сенсору з машини. Сенсори виключені на етапі аналізу даних не використовуються у аналізі поведінки;
- Рівняння, за допомогою якого зроблена червона лінія, описує характер зміни значення сенсору відносно стану машини.

Після проведення додаткового аналізу достовірність системи була збільшена до 90 відсотків. Це значення не ідеальне, але достатньо високий

показник для нашої задачі. Дане твердження доводить наступні показники, що зображені у таблиці 1.1:

Таблиця 1.1 – Порівняння характеристик моделі до та після гіпероптимізації параметрів.

	Ім'я	R^2 Коефіцієнт детермінуванн я	Середньоквадратичн е відхилення	Помилка передбаченн я
0	Множинна лінійна регресія (до гіпероптимізації)	0.405434	32.042741	134.308
1	Множинна лінійна регресія (після гіпероптимізації)	0.935873	1.21343	0.228

Висновок до розділу

В цьому розділі було сформульовано змістову та математичну постановки задачі. Були розглянуті дві регресії для побудови моделі, а саме:

1. Лінійна регресія
2. Багатовимірна поліноміальна регресія.

Були розглянуті можливі помилки, що виникають під час передбачення поломки машини, та їх критичність відносно створення машини. Проаналізовані регресійні моделі представили прогоночні графіки, за якими можна відстежити, наскільки часто зустрічаються помилки II-ого роду, що впливає на достовірність системи.

Але навіть якщо обрати найкращу модель з розглянутих, достовірність залишалася на достатньо низькому рівні, що змусило провести додатковий аналіз. А саме була проведена гіпероптимізація параметрів. Під час гіпероптимізації параметрів був проведений поведінковий аналіз сенсорів відносно машинного циклу.

2 ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Засоби розробки

Для розробки front-end частини застосунку, в даному дипломному проєкті було використано наступний засіб розробки:

jQuery[4] - це відкрита бібліотека JavaScript, яка спрощує створення та навігацію веб-додатків. Зокрема, jQuery спрощує маніпулювання об'єктною моделлю HTML-документа (DOM), асинхронним JavaScript та XML (Ajax) та обробкою подій.

Окрім безкоштовної ліцензії, інша основна причина, завдяки якій jQuery набула такої популярності, - це сумісність між веб-браузерами. Оскільки кожен браузер рендерує HTML, CSS та JavaScript по-різному, веб-розробнику може бути важко зробити так, щоб веб-сайт виглядав однаковим у всіх браузерах. Замість того, щоб писати спеціальні функції для кожного браузера, веб-розробник може використовувати єдину функцію jQuery, яка працюватиме в Chrome, Safari, Firefox та Internet Explorer. Ця підтримка багатьох браузерів призвела до переходу багатьох розробників із стандартного JavaScript на jQuery, оскільки це значно спрощує процес кодування. jQuery - широко використовувана бібліотека JavaScript і підтримується тисячами створених користувачем плагінів.

Особливості, надані jQuery, включають:

- Легкий слід близько 30 кБ;
- Підтримує Chrome, Firefox, Safari, Internet Explorer та Edge;
- Обробка подій;
- Підтримка Ajax;
- Підтримка плагінів;
- Маніпуляція елементами DOM на основі селекторів CSS;
- JSON розбір;
- Виявлення функцій;

- Ефекти анімації.

2.2 Загальні вимоги

Вимоги до системи аналізу є наступні:

- Навчання системи проводиться лише один раз на даних, що були відібрані як тестові та прогоночні;
- Модель побудована для термопластавтомату не може бути застосована для машин іншого типу.

Важливо розуміти, що система не розпочинає технічне обслуговування, вона лише надає дані на основі яких можна запланувати його.

Наступні функціональні вимоги до інтерфейсу були виявлені з варіантів використання і таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Таблиця функціональних вимог

Актор	Функція	Опис функції	Пріоритет
Інженер	Перехід між рівнями	RQ1. Система надає можливість інженеру переходити між рівнями.	Середній
		RQ1.1. Система дає можливість переходити до верхнього рівня, шляхом натискання кнопки «Назад».	Середній
		RQ1.1. Система дає можливість переходити до нижнього рівня, шляхом натискання на потрібні машину з зображених.	Середній

	Виклик команди техобслуговування	RQ2. Система надає можливість викликати команду технічного обслуговування. RQ2.1. Система має генерувати текст повідомлення відповідно до стану машин. RQ2.2. Система має генерувати електронний лист на пошту команди технічного обслуговування зі згенерованим текстом повідомлення. RQ2.3. Система має автоматично відправляти лист до команди технічного обслуговування.	Середній Середній Середній
	Збір даних	RQ3. Система має зберігати усі дані, що потрібні для аналізу інженеру.	Високий
	Аналіз даних	RQ4. Система має відображати усі дані, що потрібні для аналізу інженеру.	Високий

Системний інтерфейс до бази даних	Надання даних для аналізу	RQ5. Система має оновлювати дані у реальному часі.	Високий
-----------------------------------	---------------------------	--	---------

Наступні нефункціональні вимоги до інтерфейсу були виявлені:

1. При зверненні до системи час очікування не має перевищувати 1 хв;
2. Час оновлення даних не має перевищувати 5 хв після того, як система отримала новий файл з даними;
3. Ймовірність безвідмовної роботи системи має перевищувати 0.95;
4. Кількість машин, що обслуговуються системою, не має перевищувати 100.

2.3 Архітектура програмного забезпечення

Архітектура даного проекту складається з наступних складових:

- ERP та Quality – це дані, що збираються з машини про її працездатність, тобто файл, що потрапляє у систему;
- Система передбачення – дані аналізуються та система видає значення, а саме коефіцієнт здоров'я системи;
- База даних – усі потрібні значення для коректного відображення інтерфейсу записуються до бази даних;
- Інтерфейс – відображає дані та дозволяє відстежувати здоров'я машини у реальному часі.



Рисунок 2.1 – Архітектура проекту

2.3.1 Діаграма послідовності

Наша система, це по суті передача та збереження відформатованих даних, що і показано у діаграмі послідовності (яка розміщена в графічному матеріалі).

Опис діаграми послідовності:

1. Дані про стан машини потрапляють до системи прогнозування, а саме до нашої моделі, там проганяються та видають прогнозовану кількість циклів до поломки;
2. Дані, що були видані з системи прогнозування потрапляють до бази даних та вже зберігаються там;
3. З бази даних потрібні дані збирає інтерфейс, що і відображає їх у відформатованому стані. Мається на увазі, у вигляді графічних компонентів як циферблат та графік;
4. Дані доступні для аналізу головним інженером.

2.3.2 Діаграма компонентів

Як можна побачити з діаграми компонентів (яка розташована в графічному матеріалі) дана система є нескладною для розуміння. Вона складається з наступних компонентів:

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- Dashboard.exe – виконавча програма для даного застосунку;
- Interface Dashboard – інтерфейс застосунку, яким і користується головний інженер на заводі;
- Database – сховище даних, де зберігаються дані, що відображаються на інтерфейсі;
- File.txt – файл, що надходить до моделі, в ній проганяється та надає дані до бази даних.

2.4 Опис звітів

В даному дипломному проєкті є два типи звітів:

1. Звіт у вигляді інтерфейсу – відображає усі показники ефективності та працездатності у реальному часі, а також дозволяє переглядати статистичні дані щодо показника здоров'я машини. Інтерфейс містить декілька компонентів, кожний з них відображає своє значення та може бути застосовна для аналізу працездатності машини;
2. Звіт технічного обслуговування – даний звіт це таблиця в базі даних, журнал виклику технічного обслуговування. Також є можливість переглядати відправленні листи з електронної пошти.

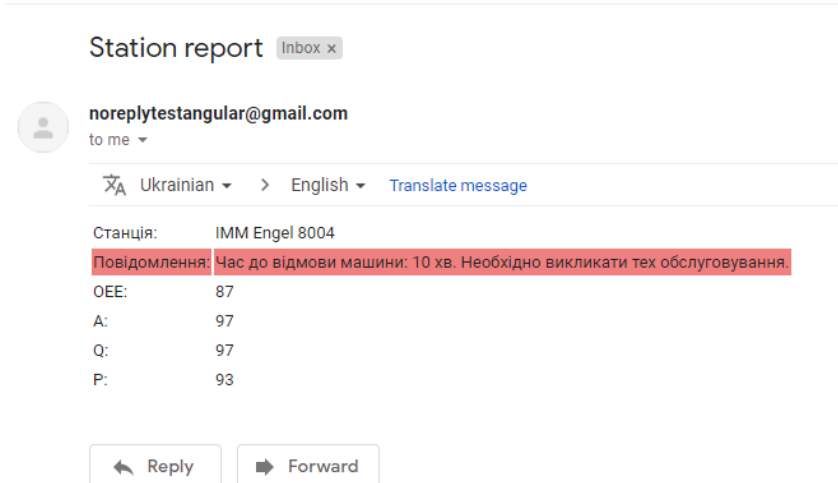


Рисунок 2.2 – Лист до команди технічного обслуговування

Висновок до розділу

В даному розділі було розглянуто засоби для розробки інтерфейсу застосунку, які засоби реалізації та чому були обрані.

Також були визначені основні вимоги до функціональності застосунку відповідно до його варіантів використання. Усі вимоги були детально описані.

Була визначена архітектура проекту, а також побудовані діаграми послідовності та компонентів.

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Керівництво користувача

3.1.1 Опис застосунку

Для даного дипломного продукту було розроблено застосунок, для інженерів на заводі. Він складається з двох рівнів.

Верхній рівень застосунку відображає інформацію про усі термопластавтомати, що входять до системи:



© 2020 - Алексиков Ігор, Дольніа Єлизавета ІС-62

Рисунок 3.1 – Верхній рівень застосунку

Кожний блок на даному рівні відповідає конкретній машині.

Як зображено на малюнку нижче, кожний блок машини складається з наступних компонентів:

- Ім'я машини, колір лінії відображає стан машини за передбаченням, щоб візуально сигналізувати про майбутню поломку машини; Границі для кольору можуть бути встановлені користувачем:
 - Червоний – машина найближчим часом зламається;
 - Жовтий – машина в не найкращому стані;
 - Зелений – машина в хорошому стані, функціонує адекватно;

2. Показник ефективності даної машини, циферблат також поділяється на кольорові ділянки, а саме:
 - а. Червоний – з машиною є деякі проблеми;
 - б. Жовтий – машина ефективна в рамках норми;
 - с. Зелений – машина працює ефективно;
3. Повідомлення про час, що залишився до поломки.

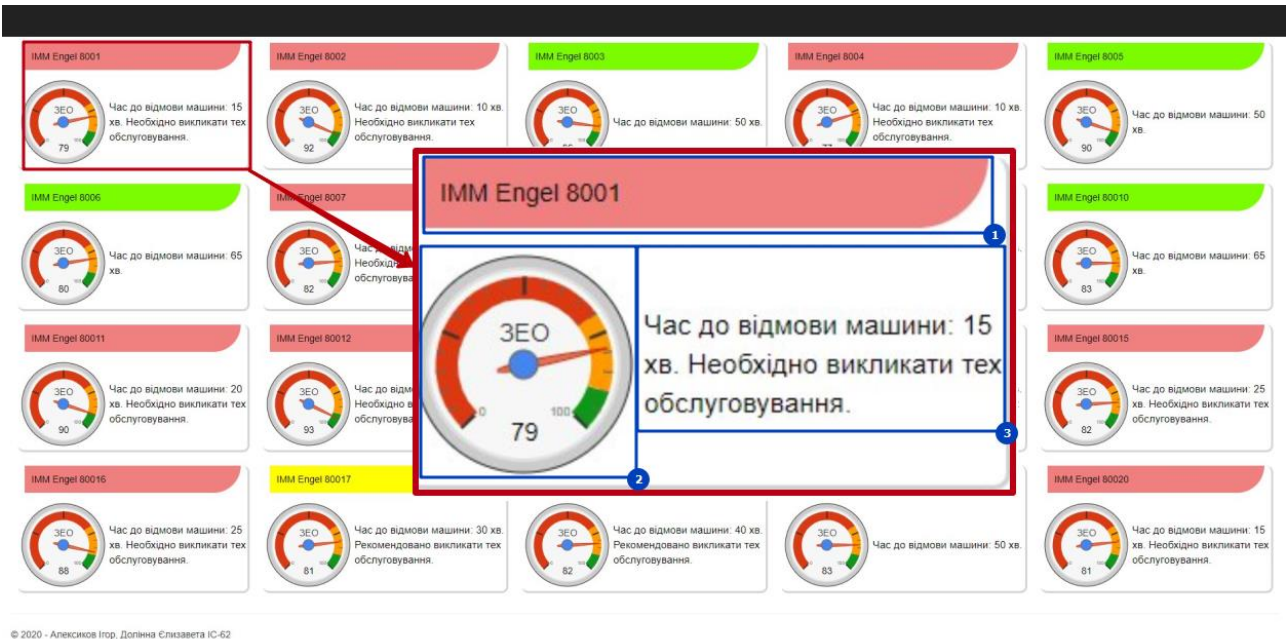


Рисунок 3.2 – Блок конкретної машини

Нижній рівень відображає інформацію про конкретну машину та її характеристики:

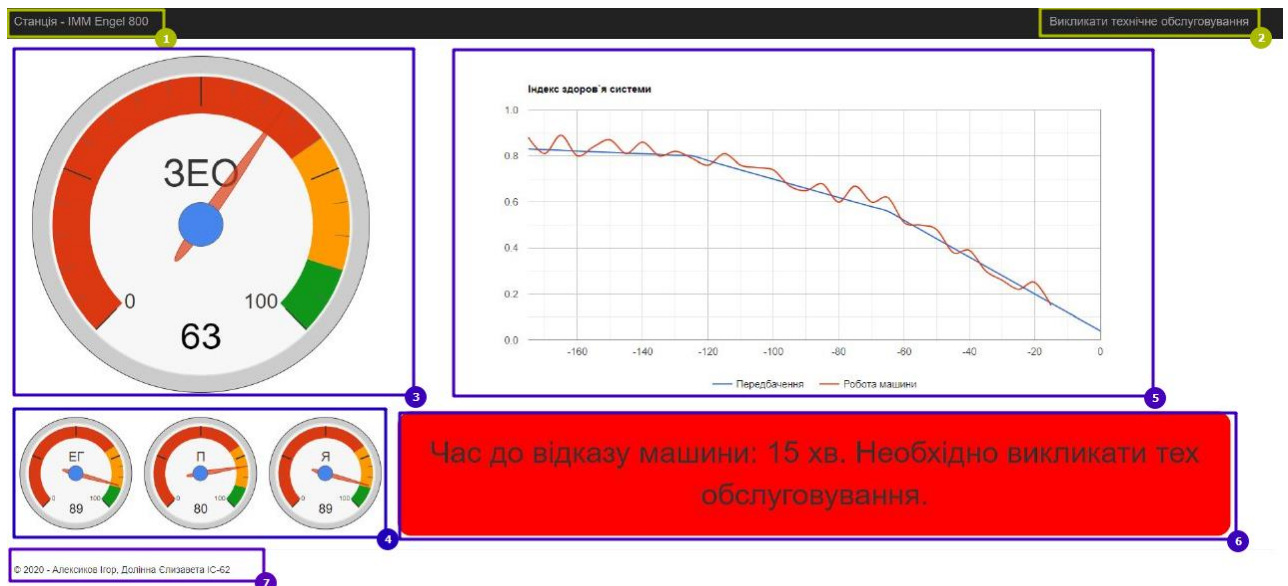


Рисунок 3.3 – Нижній рівень застосунку

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Наступні компоненти зображені на даному екрані:

1. Назва машини для якої відображаються дані;
2. Виклик технічного обслуговування. Кнопка для генерування та відправки повідомлення команді техобслуговування;
3. Показник ефективності даної машини, циферблат також поділяється на кольорові ділянки, а саме:
 - Червоний – з машиною є деякі проблеми;
 - Жовтий – машина ефективна в рамках норми;
 - Зелений – машина ефективно працює;
4. Показники наступних характеристик:
 - Продуктивність даної машини, циферблат поділяється на кольорові ділянки, а саме:
 - Червоний – з машиною є деякі проблеми;
 - Жовтий – машина продуктивна в рамках норми;
 - Зелений – машина працює продуктивно;
 - Якість виробництва даної машини, гайка поділяється на кольорові ділянки, а саме:
 - Червоний – з машиною є деякі проблеми;
 - Жовтий – машина виробляє якісну продукцію в рамках норми;
 - Зелений – машина виробляє якісну продукцію;
 - Доступність даної машини, гайка поділяється на кольорові ділянки, а саме:
 - Червоний – з машиною є деякі проблеми;
 - Жовтий – машина доступна в рамках норми;
 - Зелений – машина доступна;
5. Графік індексів здоров'я, на ньому зображено:
 - Синім кольором – криву передбачуваних індексів здоров'я відповідно до номеру виробничого циклу;

- Червоним кольором – криву реальних індексів здоров'я відповідно до номеру виробничого циклу;
- 6. Повідомлення про час, що залишився до поломки машини. Кольором лінії відображає стан машини за передбаченням, щоб візуально сигналізувати про майбутню поломку машини;
- 7. Відомості про розробників.

Важливо розуміти, що увесь набір даних та їх відображення, може бути сконфігуровано відповідно до вимог на реальному заводі, так само і кольори та вміст листа для команди технічного обслуговування.

3.1.2 Опис реалізованих функцій

Оцінимо реалізацію потрібних функцій, зі сторони front-end:

1. Виклик команди технічного обслуговування, шляхом відправлення електронного листа поштою:

Виконано:

- Створена кнопка для виклику команди технічного обслуговування;
- Зміна блоку повідомлення.

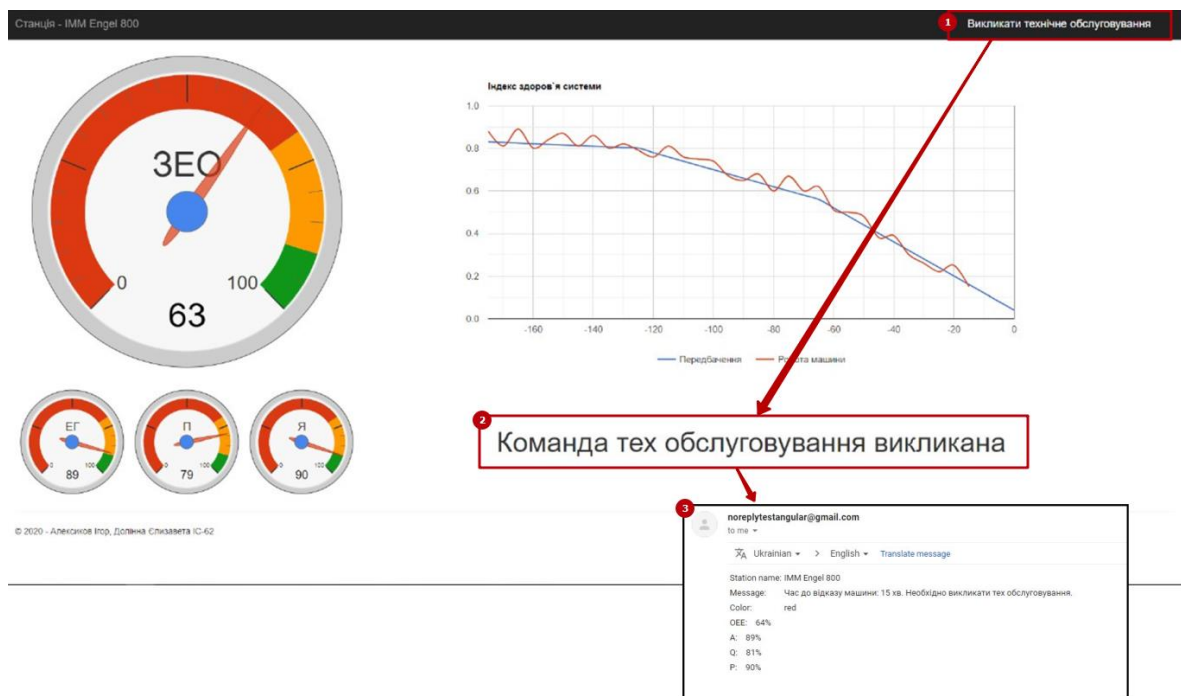


Рисунок 3.4 – Функція виклику команди технічного обслуговування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2. Збір даних з інтерфейсу, щодо поточного стану і простоїв машини.

Дані можуть бути візуально проаналізовані відповідно до стану машини та статистики індексу здоров'я. Історичні дані передбачень зберігаються у базі даних:

Виконано:

- Відображення візуальних компонентів;

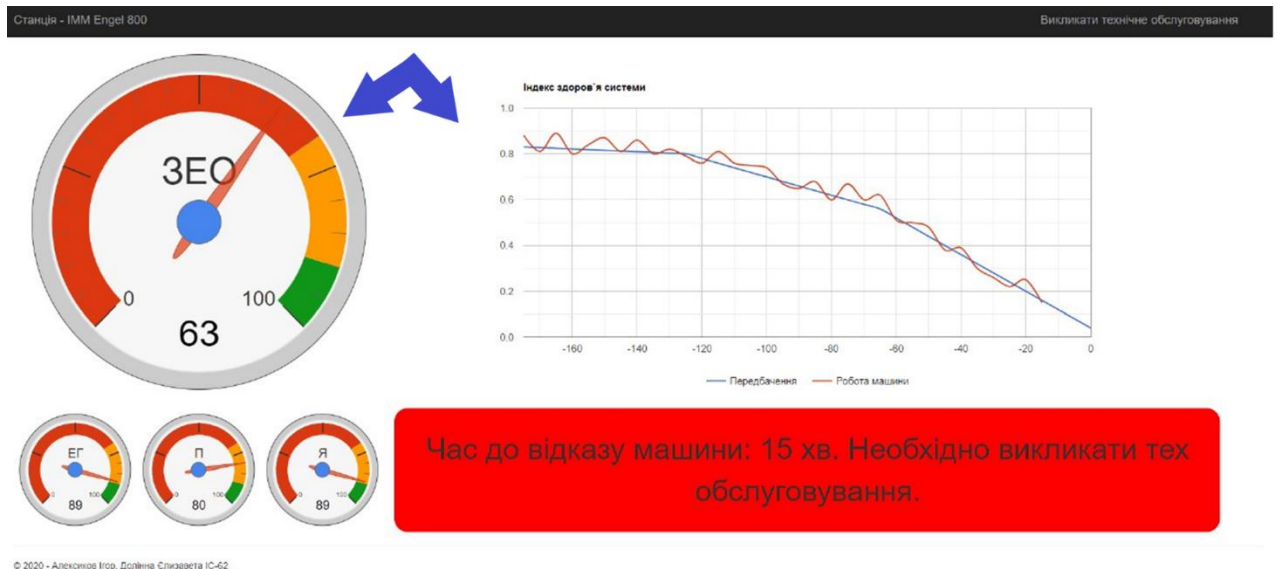


Рисунок 3.5 – Функція відображення потрібних даних для їх збору

3. Прийняття рішення про фізичну зупинку машини для технічного обслуговування, на підставі значень показників інтерфейсу.

Дана функція виконується головним інженером на основі зібраних даних, але застосунок вказує орієнтований час до поломки машини. Тобто в нього є дані, від яких слід відштовхуватись, він лише приймає рішення на основі також і фінансових та якихось інших факторів впливу:

Виконано:

- Відображення повідомлення про час, що залишився до відмови машини;

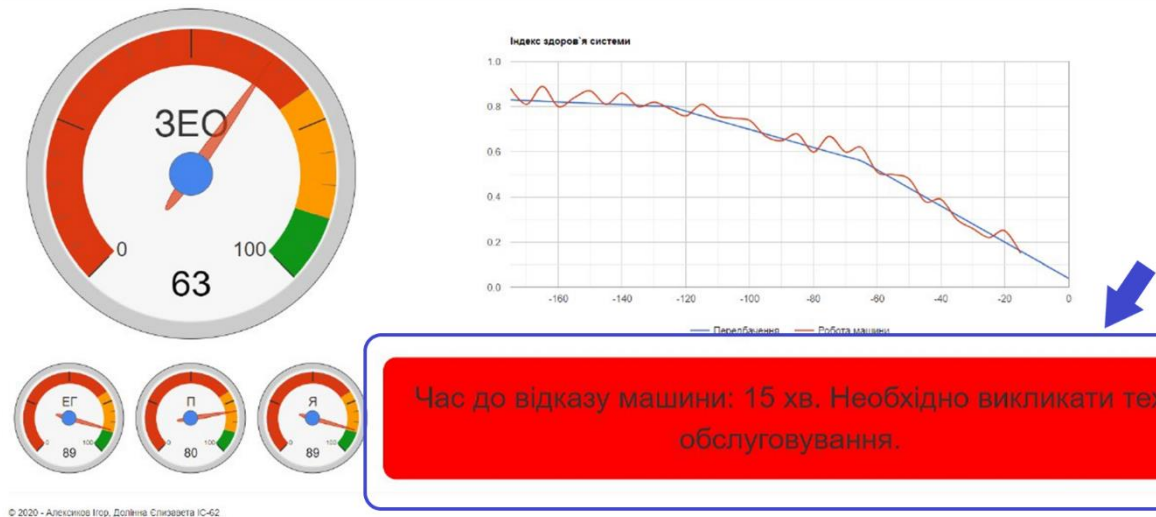


Рисунок 3.6 – Відображення повідомлення про майбутню зупинку машини

4. Відображення в інтерфейсі статистики передбачень, щодо поломки машини:

Виконано:

- Відображення графіку з даними від початку роботи машини до поломки;

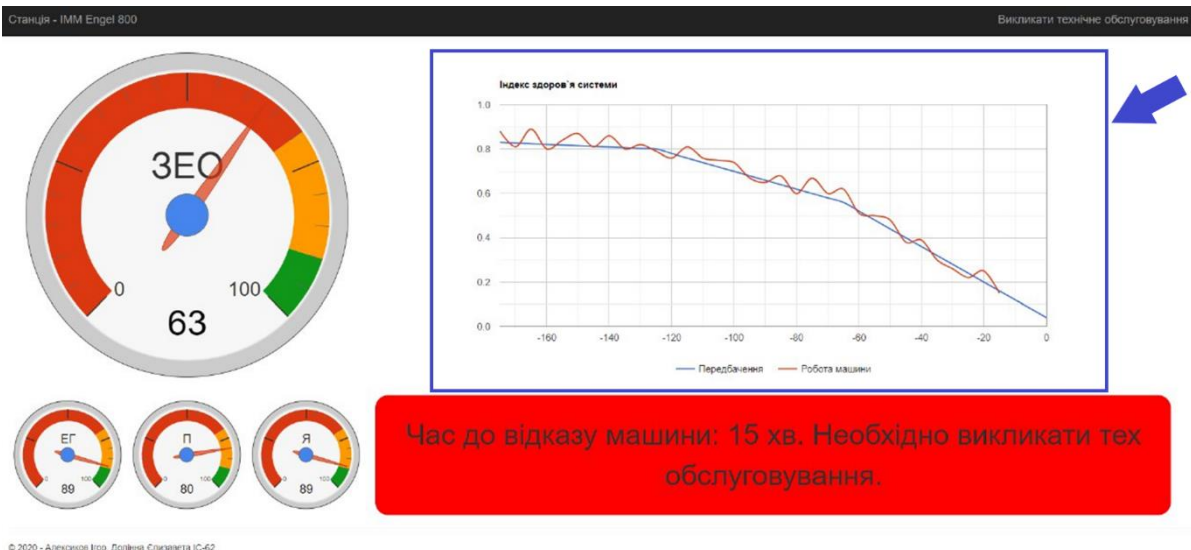


Рисунок 3.7 – Відображення статистичних даних

5. Вибір потрібної машини для аналізу з верхнього рівня системи.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Натиснути на потрібну машину на верхньому рівні. Перехід на інший рівень;

6. Повернення з нижнього рівня системи до верхнього:

Натиснути на ім'я машини на нижньому рівні. Перехід на інший рівень.

Виконано:

- Додано верхній рівень, що розбитий по блокам, кожний блок – кнопка переходу на нижній рівень;
- Додана кнопка переходу на верхній рівень у вигляді назви машини.



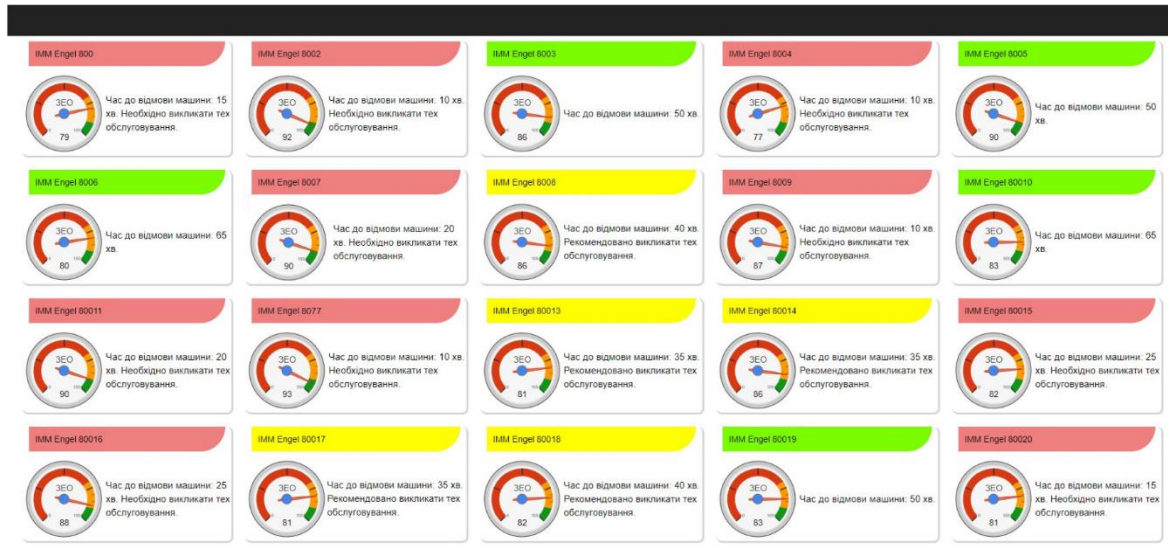
Рисунок 3.8 – Функції зміни рівнів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

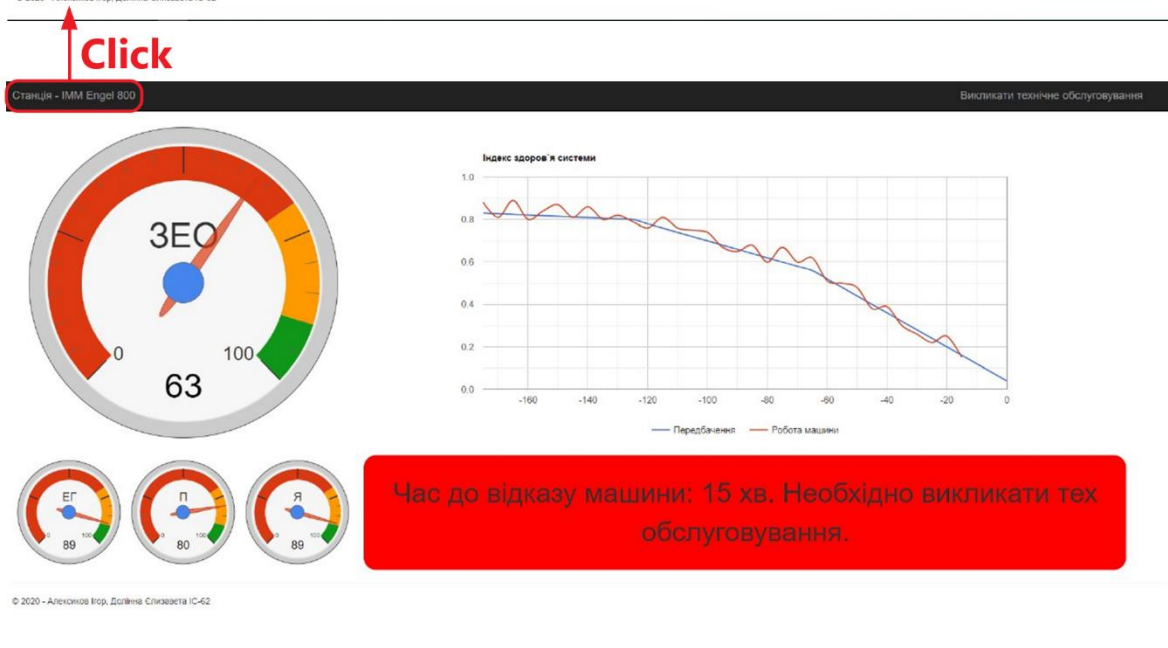
3.1.3 Інструкція для користувача

В даному розділі буде описана інструкція для користувача, а саме як покрокова виконати ту чи іншу функцію застосунку.

Для того, щоб перейти на верхній рівень застосунку, користувач повинен натиснути на назву машини, у верхньому лівому кутку.



© 2020 - Алексієв Ігор, Догіна Єлизавета ІС-62



© 2020 - Алексієв Ігор, Догіна Єлизавета ІС-62

Рисунок 3.9 – Перехід з нижнього рівня на верхній

Для того, щоб перейти на нижній рівень застосунку, користувач повинен виконувати наступні дії:

1. Оберіть потрібну вам машину;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

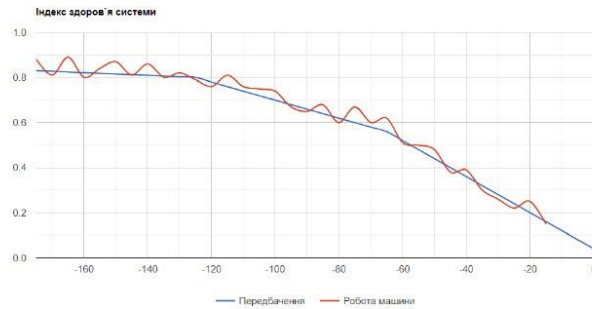
Візуально машини виділяються кольоровими лініями, що дозволить користувачу швидше знайти машини в екстренному стані.

2. Натисніть на потрібний блок машини;
3. Нижній рівень для конкретної машини буде відображено.



Рисунок 3.10 – Перехід з верхнього рівня на нижній

Після натискання на кнопку виклику технічного обслуговування, повідомлення на екрані буде змінено, як зображено нижче. А також буде викликана команда технічного обслуговування, а саме буде відправлено лист.



Команда тех обслуговування викликана

© 2020 - Алексієв Ігор, Довічна Спілкавця ІС-62

Рисунок 3.11 – Екран після виклику команди технічного обслуговування

Висновок до розділу

В даному розділі був описано застосунок до системи моделювання якості роботи термопластавтомату. Були описані усі компоненти, що в комплексі створюють інтерфейс застосунку.

Користувачу була запропонована інструкція з використання застосунку. В інструкції були описані усі функції, доступні користувачу, та як їх виконувати за допомогою інтерфейсу.

ВИСНОВКИ

В Індивідуальній частині №2 описано виконання наступних складових дипломного проекту:

- Побудова регресійних моделей на основі множинної лінійної та багатовимірної поліноміальної;
- Реалізація гіпероптимізації параметрів;
- Планування системи за допомогою побудування діаграм та формлювання фимог;
- Реалізація інтерфейсу з його детальним описом.

В розділі «Математичне забезпечення» було сформульовано змістову та математичну постановку задачі. Були розглянуті дві регресії для побудови моделі. Також, були розглянуті можливі помилки, що виникають під час передбачення поломки машини, та їх критичність відносно створення машини. Проаналізовані регресійні моделі представили прогоночні графіки, за якими можна відстежити наскільки часто зустрічаються помилки II-ого роду, що впливає на достовірність системи.

Але навіть обравши найкращу модель з розглянутих, достовірність залишалася на достатньо низькому рівні, що змусило провести додатковий аналіз. А саме була проведена гіпероптимізація параметрів. Під час гіпероптимізації параметрів був проведений поведінковий аналіз сенсорів відносно машинного циклу.

В розділі «Програмне та технічне забезпечення» було розглянуто засоби для розробки інтерфейсузастосунка. Які засоби реалізації та чому були обрані.

Також були сформульовані основні вимоги до функціональності застосунку відповідно до його варіантів використання. А саме, до кожного з варіантів використання були описані вимоги, що реалізуватимуть коректну роботу тієї чи іншої функціональної частини.

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Була визначена архітектура проекту, а також побудовані діаграми послідовності та компонентів.

В «Технологічному» розділі було описано інтерфейс застосунку. Були описані усі компоненти, та як вони можуть змінюватися в залежності від вхідних даних.

Користувачу була запропонована інструкція з використання застосунку. В інструкції були описані усі функції доступні користувачу та як їх виконувати.

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Множинна регресія [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://stud.com.ua/72639/ekonomika/mnozhinna_regresiya
2. Полиномиальная регрессия [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.machinelearningmastery.ru/polynomial-regression-bbe8b9d97491/>
3. Гипероптимизация, когда она бывает нужна?[Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://ocshop.info/giperoptimizaciya-kogda-ona-byvaet-nuzhna/>
4. jQuery[Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://techterms.com/definition/jquery>

ДОДАТОК А

Тексти програмного коду

Front-end частина застосунку системи передбачень
(Найменування програми (документа))

DVD-R

(Вид носія даних)

8 арк, 1024 Кб

(Обсяг програми (документа), арк., Кб)

Київ – 2020 року

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні коди front-endчастини застосунку:

Генерація розмітки:

Index.cshtml:

```
@if (ViewBag.StationId != 0)
{
<tablestyle="height:80%">
<tr>
<td>
<divid="chart_oe"></div>
</td>
<td>
<divid="curve_chart"></div>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
<divid="chart_div"></div>
</td>
<td>
<divid="message_div"style="font-size:3.2em;text-align:center;display:table-
cell;vertical-align:middle;border-radius:20px;"></div>
</td>
</tr>
</table>
}
else
{
<tableid="stations"></table>
}
```

_Layout.cshtml

```
<!DOCTYPEhtml>
<html>
<head>
<metcharset="utf-8"/>
<metaname="viewport"content="width=device-width"/>
@Scripts.Render("~/bundles/jquery")
@Scripts.Render("~/bundles/bootstrap")
<scripttype="text/javascript"src="https://www.gstatic.com/charts/loader.js"></scri
pt>
<script>
var Id = @ViewBag.StationId;
</script>
<title>@ViewBag.Title</title>
```

```

@Styles.Render("~/Content/css")
@Scripts.Render("~/bundles/modernizr")
</head>
<body>
<divclass="navbar navbar-inverse navbar-fixed-top">
<divclass="container"style="margin:0px;">
<divclass="navbar-header">
<buttontype="button"class="navbar-toggle"data-toggle="collapse"data-
target=".navbar-collapse">
<spanclass="icon-bar"></span>
<spanclass="icon-bar"></span>
<spanclass="icon-bar"></span>
</button>
@Html.ActionLink("Dashboard - Station name", "Index", "Home", new { area =
"" }, new { @class = "navbar-brand", @id = "title" })
</div>
<divclass="navbar-header"style="right:2%;position:absolute;">
<buttontype="button"class="navbar-toggle"data-toggle="collapse"data-
target=".navbar-collapse">
<spanclass="icon-bar"></span>
<spanclass="icon-bar"></span>
<spanclass="icon-bar"></span>
</button>
@Html.ActionLink("Викликати технічне обслуговування", "Index", "Home",
new { area = "" }, new { @class = "navbar-brand", @id = "callSupport" })
</div>
</div>
</div>
<divclass="container body-content"style="margin:0px;width:100%;">
@RenderBody()
<hr/>
<footer>
<p>&copy;@DateTime.Now.Year - Алексиков Ігор, Долінна Єлизавета ІС-
62</p>
</footer>
</div>

@RenderSection("scripts", required: false)
</body>
</html>

<scripttype="text/javascript"src="@Url.Content("~/Scripts/Charts.js")"></script>

```

Фронт-енд частина:

var A, Q, P, OEE;

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

```

var StationName;
var chartData = [[0, 0, 0]];
var Stations = [];
var d = [];
var c = [];

function INIT() {
if(Id == 0) GetStations()
    google.charts.load('current', { 'packages': ['corechart', 'gauge'] });
if (Id != 0)
    google.charts.setOnLoadCallback(draw);
else {;
    google.charts.setOnLoadCallback(drawChart3_d);
}

}

function CallSupport() {
$.ajax({
    type: "GET",
    url: "Values/CallSupport?Id=" + Id,
    data: "{}",
    contentType: "application/json; charset=utf-8",
    dataType: "json",
    success: function (result) {
if (result.ErrorMessage == "") console.log("Support was called");
else console.log(result.ErrorMessage);
    },
    error: function (result) {
        console.log(result);
    }
});
}

function GetStations() {
$.ajax({
    type: "GET",
    url: "Values/Get",
    data: "{}",
    contentType: "application/json; charset=utf-8",
    dataType: "json",
    async: false,
    success: function (result) {
        Stations = result.Station;
if ($('#stations').html() == "") FillStations(result.Station);

```

					ДП 6205.00.002 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    },
    error: function (result) {
        console.log(result);
    }
});

$('#callSupport').attr("href", "#");
}

function FillStations(stations) {
    var html = "";
    for (var i = 0; i < 4; i++) {
        html += "<tr>";
        for (var j = 0; j < 5; j++) {
            html += "<td><a style='text-decoration: none;color: black;'
href='http://localhost:61814?StationId=" + stations[i * 5 + j].Id + "'><div
class='block-div'><div class='tr_station' style='background-color:" + stations[i * 5
+ j].Color + "'>" + stations[i * 5 + j].StationName + "</div><table><tr><td><div
id='chart_oe' + (i * 5 + j + 1) + "'></div></td><td style='font-size: 1.1em;'>" +
stations[i * 5 + j].Message + "</td></tr></table></div></a></td>";
        }
        html += "</tr>";
    }
    $('#stations').html(html);
    $('#callSupport').attr("href", "#");
    $('#callSupport').html("");
    $('#title').html("");
}

function UploadData() {
    $.ajax({
        type: "GET",
        url: "Values/Get?Id=" + Id,
        data: "{}",
        contentType: "application/json; charset=utf-8",
        dataType: "json",
        success: function (result) {
            A = result.Station[0].A;
            P = result.Station[0].P;
            Q = result.Station[0].Q;
            OEE = result.Station[0].OEE;
            $('#title').html("Станція - " + result.Station[0].StationName);
            $('#message_div').html(result.Station[0].Message);
            $('#message_div').css("background-color", result.Station[0].Color);
            chartData = result.Matrix;
        }
    });
}

```

```

    },
    error: function (result) {
        console.log(result);
    }
});

$('#callSupport').attr("href", "#");
$('#callSupport').attr("onclick", "CallSupport()");
}

function draw() {
    calc();
    drawChart1();
    drawChart2();
    drawChart3();
}

function calc() {
    $('#curve_chart').width($(window).width() * 0.65);
    $('#curve_chart').height($(window).height() * 0.6);

    $('#chart_div').width($(window).width() * 0.3);
    $('#chart_div').height($(window).height() * 0.2);

    $('#message_div').width($(window).width() * 0.65);
    $('#message_div').height($(window).height() * 0.2);

    $('#chart_oe').width($(window).width() * 0.3);
    $('#chart_oe').height($(window).height() * 0.6);
}

function drawChart1() {
    var h = [['RUL', 'Передбачення', 'Роботамашини']];
    var t = h.concat(chartData);
    var data = google.visualization.arrayToDataTable(t);

    var options = {
        title: "Індекс здоров`я системи",
        curveType: 'function',
        legend: { position: 'bottom' }
    };

    var chart =
    new google.visualization.LineChart(document.getElementById('curve_chart'));

```

```

chart.draw(data, options);

setInterval(function () {
var h = [['RUL', 'Передбачення', 'Робота машини']];
var t = h.concat(chartData);
var data = google.visualization.arrayToDataTable(t);
    chart.draw(data, options);
    UploadData(Id);
}, 5000);
}

function drawChart2() {

var data = google.visualization.arrayToDataTable([
    ['Label', 'Value'],
    ['ЕГ', 100],
    ['П', 100],
    ['Я', 100]
]);

var options = {
    width: $(window).width() * 0.3, height: $(window).height()*0.2,
    redFrom: 0, redTo: 70,
    yellowFrom: 70, yellowTo: 90,
    greenFrom: 90, greenTo: 100,
    minorTicks: 5
};

var chart =
new google.visualization.Gauge(document.getElementById('chart_div'));

chart.draw(data, options);

setInterval(function () {
    data.setValue(0, 1, A);
    chart.draw(data, options);
    data.setValue(1, 1, Q);
    chart.draw(data, options);
    data.setValue(2, 1, P);
    chart.draw(data, options);
}, 500);
}

function drawChart3() {

```

```

var data = google.visualization.arrayToDataTable([
    ['Label', 'Value'],
    ['3EO', 100]
]);

var options = {
    width: $(window).width() * 0.3, height: $(window).height() * 0.6,
    redFrom: 0, redTo: 70,
    yellowFrom: 70, yellowTo: 90,
    greenFrom: 90, greenTo: 100,
    minorTicks: 5
};

var chart =
new google.visualization.Gauge(document.getElementById('chart_oe'));

chart.draw(data, options);

setInterval(function () {
    data.setValue(0, 1, OEE);
    chart.draw(data, options);
}, 5000);
}
function drawChart3_d() {
var options = {
    width: $(window).width() * 0.14, height: $(window).height() * 0.14,
    redFrom: 0, redTo: 70,
    yellowFrom: 70, yellowTo: 90,
    greenFrom: 90, greenTo: 100,
    minorTicks: 5
};

for (var i = 1; i <= 20; i++) {
    d.push(google.visualization.arrayToDataTable([
        ['Label', 'Value'],
        ['3EO', 100]
    ]));
    c.push(new google.visualization.Gauge(document.getElementById('chart_oe'
+ i)));
    c[i-1].draw(d[i-1], options);
}

setInterval(function () {
    GetStations()
    for (var i = 0; i < Stations.length; i++) {

```

```
        d[i].setValue(0, 1, Stations[i].OEE);
        c[i].draw(d[i], options);
    }
}, 5000);
}
```

```
INIT();
```

Стили:

```
body {
padding-top: 50px;
padding-bottom: 20px;
}
```

```
.body-content {
padding-left: 15px;
padding-right: 15px;
}
```

```
input,
select,
textarea {
max-width: 280px;
}
```

```
#stations {
width: 100%;
}
```

```
.tr_station {
background-color: red;
border-bottom-right-radius: 40px;
padding: 10px;
margin: 10px;
}
```

```
.block-div {
border-bottom: solidlightgray3px;
border-right: solidlightgray3px;
border-radius: 10px;
margin: 10px;
}
```

Власник документу:
Попенко Володимир Дмитрович

ID перевірки:
1003882087

Дата перевірки:
08.06.2020 18:24:23 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
08.06.2020 18:53:33 EEST

ID користувача:
77149

Назва документу: Dolinna_bachelor_ind_is62

ID файлу: 1003896943 Кількість сторінок: 20 Кількість слів: 3448 Кількість символів: 25059 Розмір файлу: 638.71 KB

6.29% Схожість

Найбільша схожість: 2.09% з джерело <http://5fan.ru/wievjob.php?id=46402>

2.7% Схожість з Інтернет джерелами

48

Page 22

6.29% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту

136

Page 22

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Не знайдено заміненних символів

Графічний матеріал до дипломного проєкту

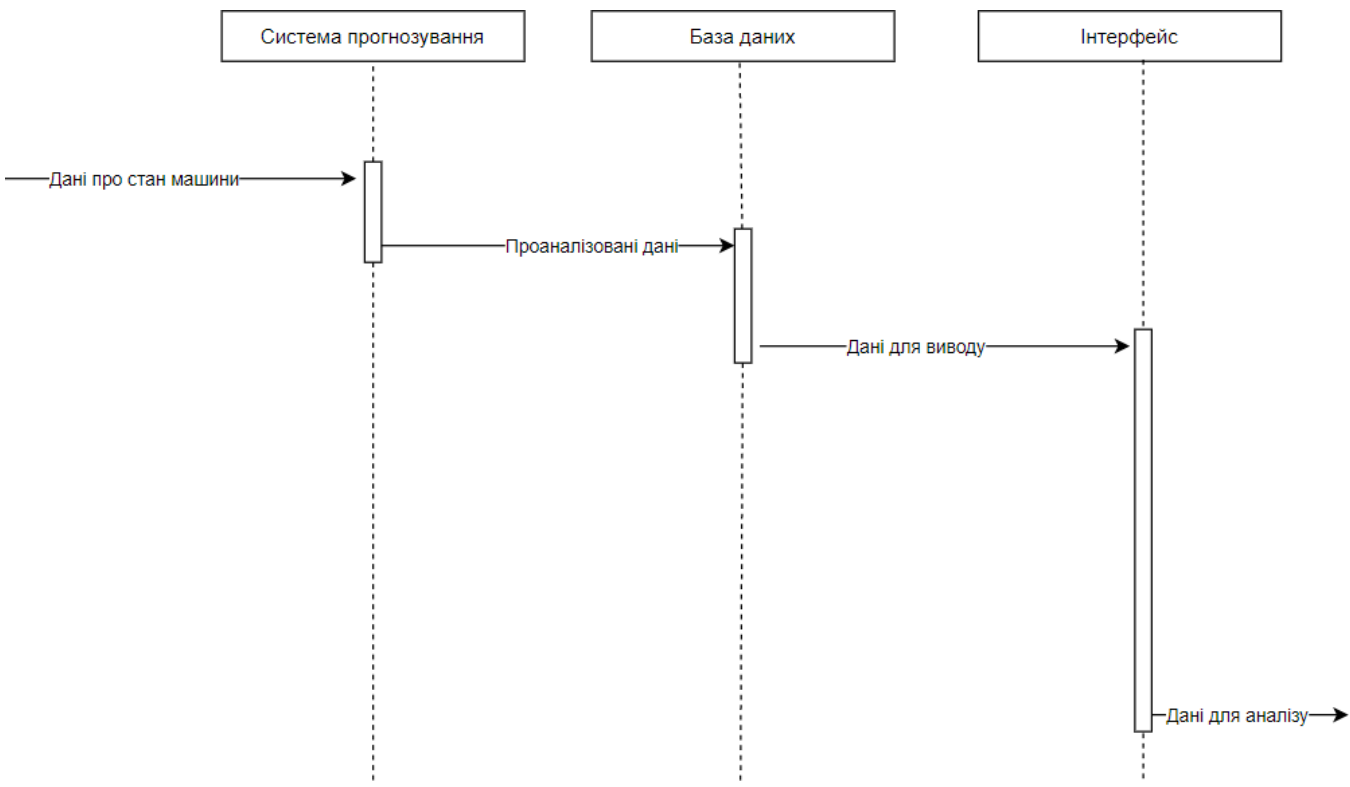
на тему: «Система моделювання якості роботи термопластавтомату»

(комплексний)

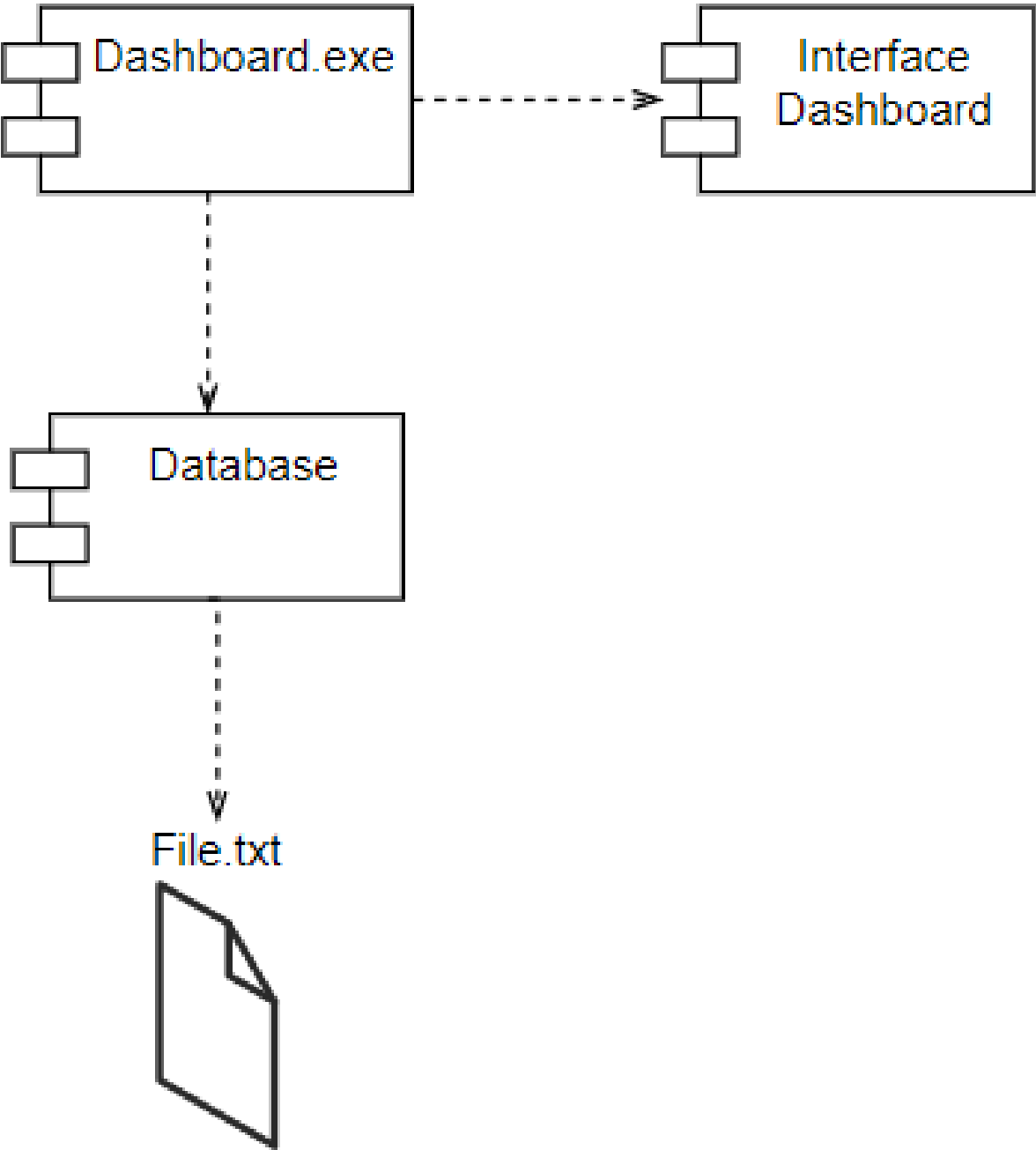
Лінійна та поліноміальна регресії

Індивідуальна частина №2

Київ – 2020 року



					ДП 6205.06.000 ССП							
					Схема структурна послідовності	Літера			Маса		Масштаб	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата								
Розробив		Долінна Є. О.										
Перевірив		Попенко В. Д.										
Т. кон.					Система моделювання якості роботи термопластавтомату. Лінійна та поліноміанльна регресії.	Аркуш 1			Аркушів 1			
Н. кон.		Новінський В.П.				КПІ ім. Ігоря Сікорського кафедра АСОІУ гр. ІС-62						
Затвердив		Попенко В. Д.										



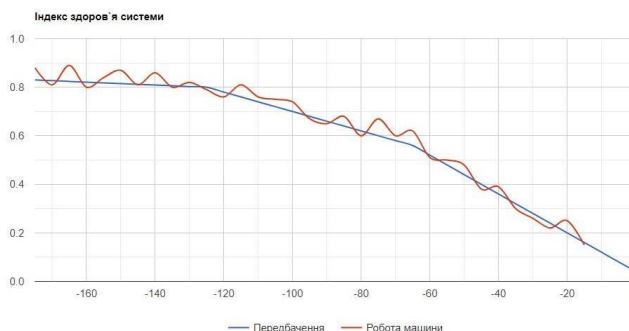
					ДП 6205.07.000 ССК						
					Схема структурна компонентів	Літера		Маса		Масштаб	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							
Розробив	Долінна Є. О.										
Перевірив	Попенко В. Д.					Аркуш 1		Аркушів 1			
Т. кон.					Система моделювання якості роботи термопластавтомату. Лінійна та поліноміальна регресії.	КПІ ім. Ігоря Сікорського кафедра АСОІУ гр. ІС-62					
Н. кон.	Новінський В.П.										
Затвердив	Попенко В. Д.										



© 2020 - Алексиков Ігор, Долінна Єлизавета ІС-62

Станція - IMM Engel 800

Викликати технічне обслуговування



Час до відказу машини: 15 хв. Необхідно викликати тех. обслуговування.

© 2020 - Алексиков Ігор, Долінна Єлизавета ІС-62

					ДП 6205.08.000 КЕ				
					Креслення вигляду екранних форм	Літера		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					
Розробив	Долінна Є. О.								
Перевірив	Попенко В. Д.					Аркуш 1		Аркушів 1	
Т. кон.					Система моделювання якості роботи термопластавтомату. Лінійна та поліноміанльна регресії.		КПІ ім. Ігоря Сікорського кафедра АСОІУ гр. ІС-62		
Н. кон.		Новінський В.П.							
Затвердив	Попенко В. Д.								