

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції»

за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,  
освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

Виконавець роботи: студент групи ІТ-81 Бельдієв Андрій Сергійович

Кваліфікаційна робота бакалавра  
захищена на засіданні ЕК  
з оцінкою

\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Науковий керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф., Лавров Є.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає  
запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Суми-2022

Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра інформаційних технологій  
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри ІТ

\_\_\_\_\_ В. В. Шендрик

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

## **З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

Бельдієв Андрій Сергійович

**1 Тема роботи** Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції

**керівник роботи** Ващенко Світлана Михайлівна, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_,

затверджені наказом по університету від «27» квітня \_\_\_\_\_ 2022 р. №0301 VI

**2 Строк подання студентом роботи** «14» червня \_\_\_\_\_ 2022 р.

**3 Вхідні дані до роботи** Літературні джерела з питань лиття сталі та аналізу властивостей металів, інструкції, щодо діяльності працівників центральної заводської лабораторії ДП «Завод ОБ та ВТ).

**4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** 1 Аналіз предметної області

2 Моделювання та проектування

3 Розробка інформаційної технології

**5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** Аналіз проблеми, аналіз програм-аналогів, постановка задачі, моделювання

інформаційної технології, демонстрація використання інформаційної технології,  
ВИСНОВКИ

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області	До 23.03.2022 р.	
2	Визначення мети та задач дослідження	До 29.03.2022 р.	
3	Моделювання інформаційної технології	До 12.04.2022 р.	
4	Розробка інформаційної технології	До 24.05.2022 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	До 14.06.2022 р.	
6	Створення презентації	До 12.06.2022 р.	
7	Захист дипломного проекту	20.06.2022 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Бельдієв А.С.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

д.т.н., проф. Лавров Є.А.

## РЕФЕРАТ

Тема роботи «Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції»

Метою роботи є розробка інформаційної технології підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції.

Під час роботи над дипломним проектом було досліджено предметну область, актуальність та проблеми, які існують у предметній області при моделюванні системи, визначено мету та задачі, проведено аналіз існуючих програмних продуктів, існуючих моделей, методів, технологій та виявлена необхідність у створенні додатку. Виконано аналіз і проектування інформаційної технології, вибір засобів реалізації.

Результатом роботи є програма «Flare» для підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції.

Результати доповідались на міжнародній конференції. Опубліковано тези доповіді.

Пояснювальна записка містить 78 сторінок, 42 рисунків, 29 літературних джерел, 9 таблиць, 5 додатків.

Ключові слова: Інформаційна технологія, автоматизація, моделювання, дані, Java, оператор, лабораторія, підтримка діяльності, складна система, ливарна продукція.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ І ПРОБЛЕМ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ АНАЛІЗУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЗРАЗКІВ ЛИВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ	8
1.1 Аналіз виробничого процесу виготовлення ливарної продукції в сучасному машинобудівному підприємству	8
1.2 Огляд принципів побудови систем прийняття рішень операторів складних систем	12
1.3 Аналіз програмних продуктів-аналогів для підтримки діяльності операторів аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції	14
1.4 Аналіз проблем підтримки прийняття рішень операторів металургійного виробництва та постановка задач дослідження	19
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	21
2.1 Моделювання інформаційної технології	21
2.2 Проектування інформаційної технології	25
3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	36
3.1 Архітектура інформаційної технології	36
3.2 Програмна реалізація інформаційної технології	36
3.3 Використання інформаційної технології	41
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТОК А. Технічне завдання	53
ДОДАТОК Б. Повний список робіт проекту	62
ДОДАТОК В. Копія акту впровадження	76
ДОДАТОК Г. Копії публікацій	77
ДОДАТОК Д. Лістинг програми	79

## ВСТУП

**Актуальність.** Система управління якістю металургійної продукції передбачає, як правило, аналіз і контроль хімічного складу ливарних зразків. Великий обсяг інформації та проблеми швидкого аналізу і класифікації зразків спонукають до розробки спеціальних систем підтримки прийняття рішень. Не дивлячись на наявність деяких моделей та інформаційних технологій, орієнтованих на операторів аналізу хімічного складу сталі, задача не є вирішеною до кінця, оскільки технології класифікації залишаються досить складними і не враховують так званий «людський фактор». Замовником роботи є центральна заводська лабораторія ДП «ОБ та ВТ» ( м. Суми) .

**Об'єкт дослідження.** Діяльність оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції.

**Предмет дослідження.** Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції.

**Мета дослідження.** Розробити інформаційну технологію підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

1. визначити актуальність роботи, дослідити предметну область та провести аналіз аналогів додатків;
2. спроектувати та розробити програмний додаток;
3. провести тестування програмного додатку.

**Апробація.** Матеріали дослідження доповідались на міжнародній конференції ІМА 2022 (Суми, Астана)

**Публікації.** За матеріалами дослідження опубліковано одні тези доповіді (копія публікації наведена в додатку Г).

**Впровадження.** Результати впровадження в виробничий процес центральної заводської лабораторії ДП «ОБ та ВТ» (м. Суми), про що є відповідний акт (Додаток В).

# **1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ І ПРОБЛЕМ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ АНАЛІЗУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЗРАЗКІВ ЛИВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

## **1.1 Аналіз виробничого процесу виготовлення ливарної продукції в сучасному машинобудівному підприємству**

Оскільки робота виконується на замовлення на замовлення центральній заводській лабораторії ДП «Завод ОБ та ВТ» (м. Суми), розглянемо виробничий процес виготовлення ливарної продукції та проблеми забезпечення якості на даному підприємстві.

Виготовлення ливарної продукції є складним процесом в багато кроків. Завод по виробництву даного напрямку металургії має чітку структуру з відділами, де кожен виконує свою вузько направлену роботу.

В даному випадку зосередимо увагу на головних етапах, які стосуються цієї наукової роботи, коли відбувається безпосередньо лиття заготовок та визначення їх властивостей. Ці етапи є умовним розділом суцільного процесу для покращення сприйняття.

Першим етапом є завезення металобрухту. Випадкові металеві частини потрапляють до котла сталеливарного цеху, в якому вони розплавляються за допомогою графітових стержнів, на які подається струм.

Другим етапом є вимірювання хімічного складу отриманої сировини. З котла береться зразок, який відправляється до відділу спектрального аналізу центральній заводській лабораторії пневматичною поштою. Відділ, за допомогою спектрального аналізу на приладі, який називається спектрометр, визначає точний хімічний склад, і повідомляє його до сталеливарного цеху.





Рисунок 1.1 – Маркувальний зразок

Процес полягає в додаванні хімічних добавок до сировини, які коригують хімічний склад, повторного взяття проби та відправки до лабораторії знову. Процес повторюється доти, доки не буде отримано хімічний склад, який задовольняє визначені допуски для замовленої марки сталі.

На третьому етапі сталь розливається та ріжеться на заготівки, які називаються блюмами. Блюм має прямокутну форму в розрізі. При розлитті береться остання – маркувальна проба, яка є представником даної плавки. Тобто всі блюми повинні мати хімічний склад маркувального зразка. В цей же час з блюму вирізається розривний зразок – зразок, який буде перевірятися на механічні властивості.

Машина, яка розливає сталь та ріже її на блюми, працює в безперервному режимі, якщо мова йде про серію (2 та більше плавок за раз). Через це існують випадки, коли блюм буває «перехідним», тобто його хімічний склад змішався між попередньою та поточною плавкою. Взнявши розривний зразок з такого блюма,

виникають труднощі при його класифікації до конкретної плавки. Також, існують елементи, які можуть розподілятися нерівномірно при литті сталі і розривний зразок, взятий з такого місця в блюмі, знову ж таки, матиме хибний хімічний склад та потребуватиме прийняти рішення, до якої ж плавки його віднести[1].

Четвертий етап включає в себе відправку розривного зразка в механічний відділ центральної заводської лабораторії. Там його тестують на пружність, твердість, текучість, пропорційність, межу витривалості [1]. Після цього його відправляють до спектрального відділу, щоб упевнитись в тому, що даний зразок дійсно належить поточній плавці. В цей час можлива помилка при записуванні номера даного зразка перед відправкою, яка залежить від людського фактору, що призводить до затримок в спектральному відділі через з'ясування, якій саме плавці належить розривний зразок.



Рисунок 1.2 – Розривний зразок

Якщо механічні властивості не задовольняють допустимі стандарти, то бляом відправляється на додаткову термічну обробку, з нього знову береться розривний зразок та четвертий етап повторюється [1].

На рисунку 1.1 можна побачити діаграму виробничого процесу, описаного вище.

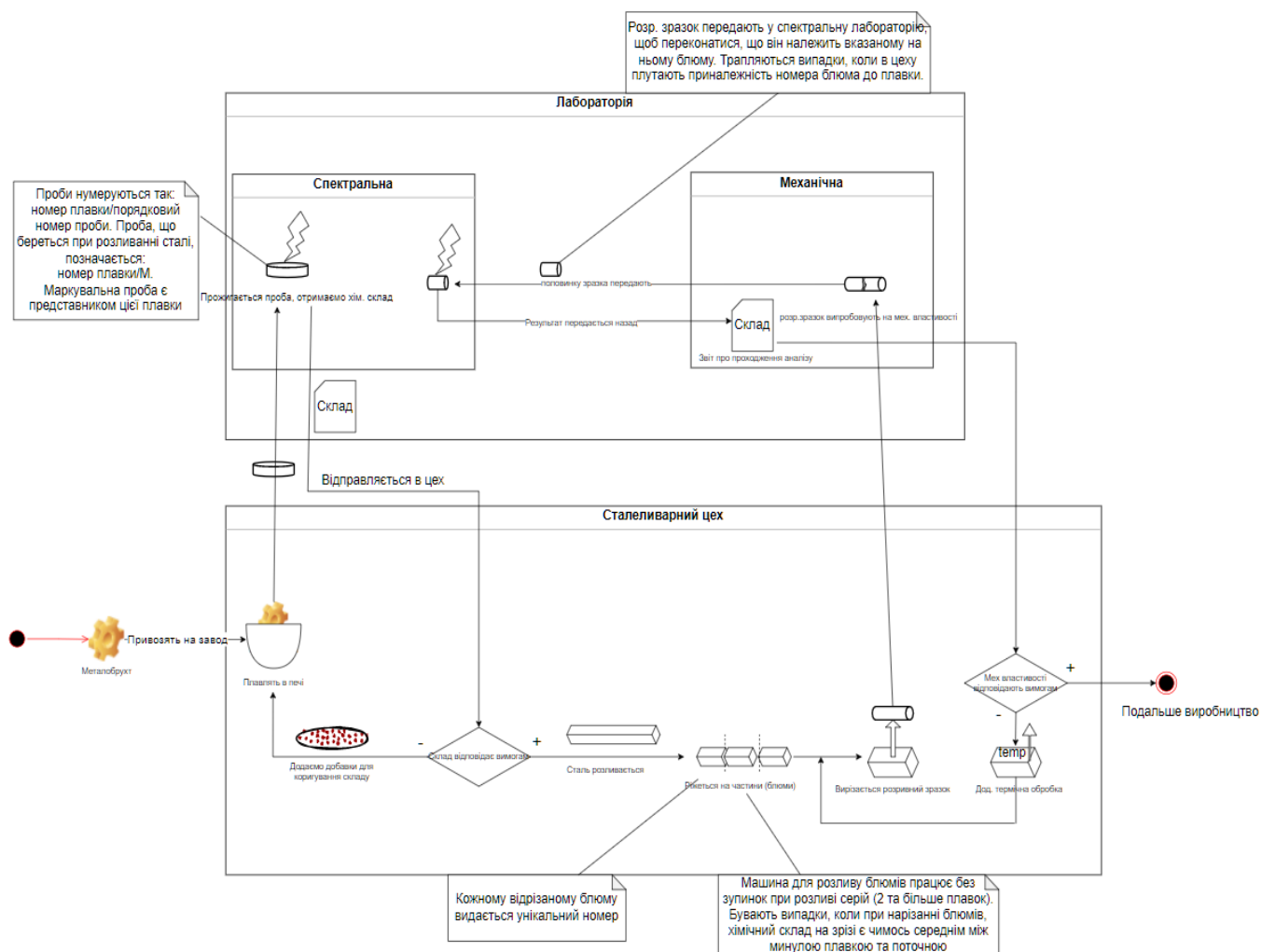


Рисунок 1.3 – Виробничий процес виготовлення ливарної продукції

Наступне виробництво розглядати не будемо, оскільки воно виходить за межі цього дослідження.

Підприємство намагається автоматизувати своє виробництво, оскільки час є такою ж валютою, як і гроші. Навіть крихітні затримки в роботі відіграють велику роль, якщо брати до уваги великий відрізок часу. Впровадивши автоматизацію роботи з даними аналізу ливарної продукції на підприємстві, можна уникнути додаткових

часових витрат на співвіднесення результатів та виключити можливість помилки через перевірку за даними хімічного складу.

Експертний аналіз вказує на те, що більшість проблем пов'язаних з якістю продукції є причиною помилкового або несвоєчасного виконання задач операторів центральної заводської лабораторії. Для унеможливлення таких проблем підприємство ставить задачу вдосконалення процесів підтримки операторської діяльності.

## **1.2 Огляд принципів побудови систем прийняття рішень операторів складних систем**

Принципи побудови систем підтримки прийняття рішень розроблені в ряді наукових досліджень з проблем автоматизованого управління [2-11 ]:

- формування моделі моніторингу процесу або виробу;
- орієнтація на комплексний аналіз параметрів процесів і виробів;
- орієнтація на процесний підхід до управління якістю;
- використання моделей статистичного контролю якості;
- оперативне інструктування операторів щодо алгоритмів діяльності;
- наявність пояснюючої компоненти;
- наявність прогнозуючої компоненти;
- адаптація системи до рівня підготовки оператора.

Загальна структура системи підтримки прийняття рішень для операторів описана в роботах [2,3,9-11] – рисунок 1.3.

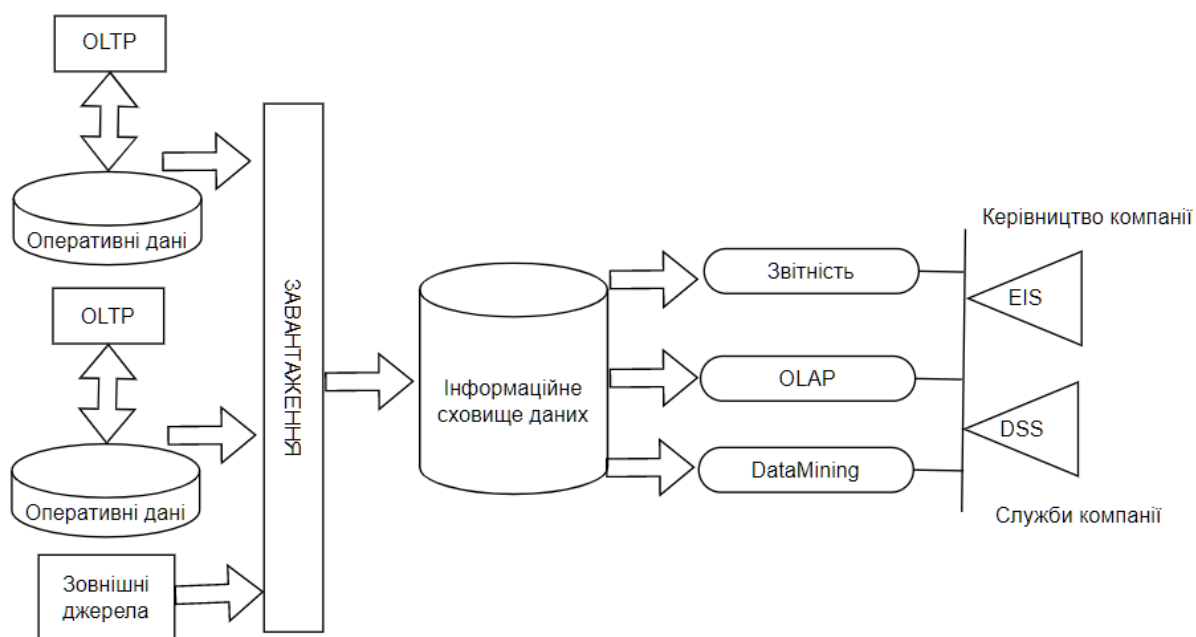


Рисунок 1.3 – Загальна структура систем прийняття рішень виробничих компаній

Дослідниками запропоновані [2,3,12,13] принципова схема (рис. 1.4) та основні компоненти систем підтримки прийняття рішень – рисунок 1.5.

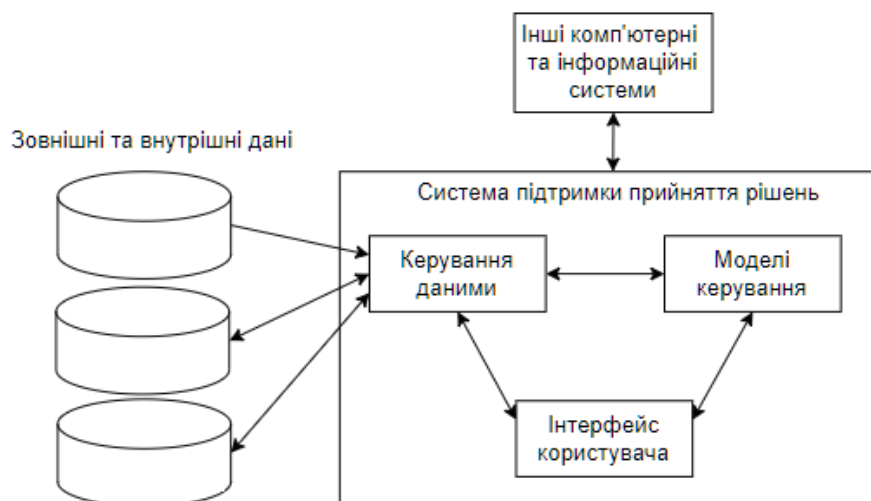


Рисунок 1.4 – Типова принципова схема системи підтримки прийняття рішень.

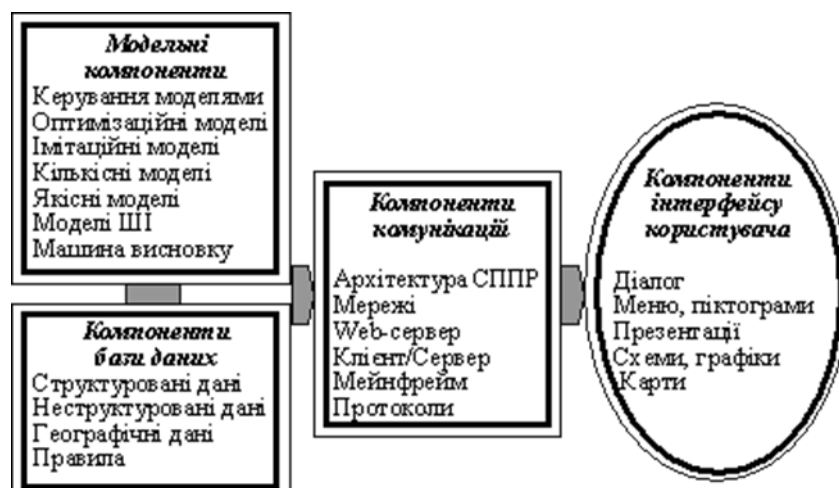


Рисунок 1.5 – Основні компоненти систем підтримки прийняття рішень.

Відповідно до основних принципів побудови систем підтримки прийняття рішень побудовано ряд моделей і систем [14-20] для забезпечення зручної роботи операторів різноманітних інформаційних систем і виробництв

- телекомунікації;
- управління банківською діяльністю;
- магістральним газопроводом;
- електронне навчання, тощо.

На жаль, конкретні розробки для підтримки діяльності операторів управління якістю металургійного виробництва обмежені незначною кількістю систем [21,22].

### **1.3 Аналіз програмних продуктів-аналогів для підтримки діяльності операторів аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції**

Наразі існує декілька варіантів аналогів, які можна використовувати для вирішення поставленої задачі.

Першим аналогом є DIA2000SE (рис. 1.1). Це система управління аналізами, що забезпечує обсяг функцій від зв'язку з приладами до архівування результатів та експорту в Microsoft Excel. Є дійсною програмою на підприємстві для зберігання зразків і, власне, призначена для роботи з даними в спектральних лабораторіях.

Основою додатку є база даних, яка зберігає в собі результати аналізів спектрометру[23]. Перевагами продукту є те, що він тісно співпрацює з програмою Spark Analyser, яка йде в комплекті поставки зі спектрометром SPECTROLAB[24]. Через це дозволяє переносити дані аналізу одразу після його виконання. Не має можливості шукати подібність зразків за складом, тому це виконується в ручному режимі.

На даний момент програма вийшла з підтримки, не отримує оновлень та більше не може бути придбана. Залишається доступною в комплекті за старими спектрометрами. Її заміною став додаток FP-LIMS[25].

Datum	Zeit	Probe-Nr.	Qualität	Programm	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	C
08.07.1997	20:14:07	34467	RG-Mischerprobe	FE-21	4,24	0,331	0,245	0,0806	0,0461	0,0203	0,0175	0,00284	0,0188	<
08.07.1997	20:14:00	34467	RG-Mischerprobe	FE-21	4,22	0,330	0,245	0,0815	0,0474	0,0204	0,0174	0,00284	0,0189	
08.07.1997	20:14:00	34467	RG-Mischerprobe	FE-21	4,26	0,331	0,244	0,0797	0,0448	0,0202	0,0176	0,00284	0,0187	
08.07.1997	20:11:35	34466	11-568.2	FE-21	3,62	1,76	0,307	0,0737	0,00486	0,0504	0,0231	0,00784	0,0160	
08.07.1997	20:11:35	34466	11-568.2	FE-21	3,62	1,76	0,307	0,0737	0,00486	0,0504	0,0231	0,00784	0,0160	
08.07.1997	20:11:28	34466	11-568.2	FE-21	3,59	1,76	0,307	0,0650	0,00430	0,0501	0,0226	0,00762	0,0156	
08.07.1997	20:11:28	34466	11-568.2	FE-21	3,65	1,76	0,307	0,0824	0,00542	0,0508	0,0236	0,00907	0,0163	
08.07.1997	20:11:28	34466	11-568.2	FE-21	3,59	1,76	0,307	0,0650	0,00430	0,0501	0,0226	0,00762	0,0156	
08.07.1997	20:11:28	34466	11-568.2	FE-21	3,65	1,76	0,307	0,0824	0,00542	0,0508	0,0236	0,00907	0,0163	
08.07.1997	19:55:29	34465	RG-Rinnenprobe	FE-21	4,22	0,234	0,248	0,0862	0,0389	0,0198	0,0177	0,00281	0,0192	<
08.07.1997	19:55:21	34465	RG-Rinnenprobe	FE-21	4,18	0,240	0,251	0,0817	0,0392	0,0199	0,0185	0,00288	0,0194	
08.07.1997	19:55:21	34465	RG-Rinnenprobe	FE-21	4,25	0,228	0,245	0,0908	0,0387	0,0197	0,0168	0,00274	0,0190	
08.07.1997	19:31:28	34464	11-568.2	FE-21	3,61	1,94	0,318	0,0761	0,00825	0,0530	0,0235	0,00918	0,0177	
08.07.1997	19:31:28	34464	11-568.2	FE-21	3,61	1,94	0,318	0,0761	0,00825	0,0530	0,0235	0,00918	0,0177	
08.07.1997	19:31:21	34464	11-568.2	FE-21	3,61	1,94	0,318	0,0761	0,00825	0,0530	0,0235	0,00918	0,0177	
08.07.1997	19:31:21	34464	11-568.2	FE-21	3,61	1,94	0,318	0,0761	0,00825	0,0530	0,0235	0,00918	0,0177	
08.07.1997	19:31:15	34464	11-568.2	FE-21	3,59	1,95	0,317	0,0730	0,00898	0,0530	0,0236	0,00908	0,0175	
08.07.1997	19:31:15	34464	11-568.2	FE-21	3,63	1,93	0,319	0,0791	0,00752	0,0530	0,0233	0,00929	0,0178	
08.07.1997	19:31:15	34464	11-568.2	FE-21	3,59	1,95	0,317	0,0730	0,00898	0,0530	0,0236	0,00908	0,0175	
08.07.1997	19:31:15	34464	11-568.2	FE-21	3,63	1,93	0,319	0,0791	0,00752	0,0530	0,0233	0,00929	0,0178	
08.07.1997	19:05:20	34463	11-568.2	FE-21	3,70	1,79	0,321	0,0661	0,00500	0,0689	0,0263	0,0101	0,0167	

Рисунок 1.1 – Головне вікно ПП DIA2000SE [26]

Другим аналогом є ПП FP-LIMS, який є наступним поколінням додатку DIA2000SE. Має той самий функціонал з минулого покоління та нові функції, такі, як:

1. Підтримка Windows 10/11;
2. Перероблений інтерфейс;



3. Сучасні технології роботи з даними;
4. Сумісність зі старими спектрометрами;
5. Модульна реалізація.

Додаток передбачає в собі можливість працювати з офіційними пакетами розширення, які можна придбати з різними версіями продукту [26]. До функціоналу додана широка можливість роботи з графіками (рис.1.2), автоматичне будовання спрощених таблиць, передача результатів у внутрішній мережі підприємства та багато візуальних покращень для ліпшого сприйняття інформації.

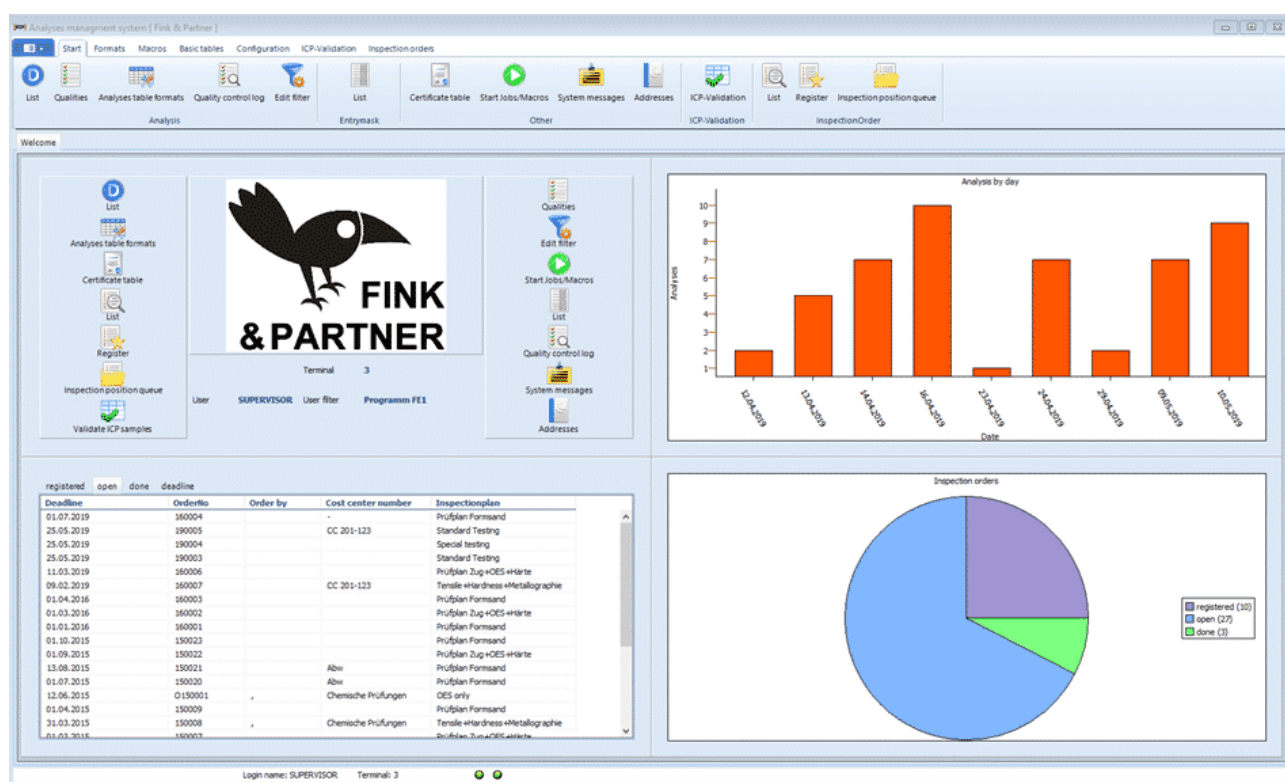


Рисунок 1.2 – Головна сторінка з графіками в ППІ FP-LIMS[30]

Існує три версії продукту (Light, Standard, Professional), при чому можна оновитися до кращої версії в будь-який час за доплату. Ціна на версію Light починається з 3000\$ у формі одноразового платежу. Наступні версії коштують 5000\$ та 12800\$ відповідно.[27]

На рисунку 1.3 можна побачити оновлене представлення інтерфейсу роботи з таблицями:



Datum	Zeit	Typ	Gerät	Bemerk1	Qualitäts-Nr.	Probe Nr	Qu	Kohlen	Silizium	Mangan	Schwefel	Magnesium	Nickel	Molybd	Kupfer	Zinn	Be
01.10.2019	13:16:00	Einzelan	O1		2222	180002	1,50	2,4556000	0,0250	0	0,0454	0,00100	0,0250	0,00500	0,00500		
01.10.2019	12:44:44	Einzelan	O1		2222	180003	1,50	2,4402000	0,0250	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:31:44	Einzelan	O1		2222	180004	1,50	2,4570000	0,0300	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:25:44	Einzelan	O1		2222	180005	1,50	2,4400000	0,0250	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:25:44	Einzelan	O1		2222	180004	1,50	2,5000000	0,0500	0,00110	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:22:44	Einzelan	O1		2222	180057	1,66	3,3900000	0,0230	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:19:44	Einzelan	O1	Kommentare - bis zu 256 Z	2222	180012	1,50	2,2700000	0,0270	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:11:44	Einzelan	O1		2222	180019	1,50	2,4600000	0,00024	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:07:44	Einzelan	O1		2222	1800017	1,50	2,3460000	0,00200	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		
01.10.2019	12:00:00	Einzelan	O1	Bitte berücksichtigen!	2222	180010	1,50	2,2035000	0,0250	0,00100	0,0500	0,160	0,00100	0,0250	0,00500		

Рисунок 1.3 – Відображення таблиць в ПП FP-LIMS[31]

Альтернативною додатком вище може бути Microsoft Excel. Цей продукт має широкі можливості аналізу даних будь-якого напрямку. Перевагами даного рішення є:

1. Можливість створити формули та скрипти, зокрема, для вирішення проблеми співвідношення зразків та перевірка наявності помилок;
2. Гнучкість створення таблиць та їх форматування;
3. Представлення даних графічним способом в зручній формі [28];
4. Відносно невелика ціна. За версію для одного ПК заявлена вартість 5099 гривень, або за підпискою Office 365 вартістю 189 гривень на місяць, де в комплекті присутні інші додатки (Word, PowerPoint, Outlook, OneDrive) [29].

В даному випадку, треба створити лист – назва робочого простору в програмі, де буде необхідно вручну прописати формули аналізу даних. На цей лист треба буде переносити дані з програми DIA2000SE, оскільки остання, як було описано раніше, легко експортує їх.

Складність полягає у великій кількості дій для перенесення та аналізу даних, ознайомлення з функціоналом та інтерфейсом що потребує додаткової підготовки оператора.

На рисунку нижче (рис. 1.4) представлене типове відображення інформації в табличному вигляді.

Date	Time	Sample	N	Quality	Program	Bloom	Cod_1	Cod_2	Cod_3	Cod_4	Kristal	Serial	Product	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	As	V	W	Ti	Nb	AB
31.12.2020	4:51:49	9402/10	20X13	01FE-31		23377	3*6.5t							0.22	0.365	0.307	0.042	0.016	12.01	0.611	0.136	0.175	0.007	0.002	0.019	0.026	0.016	0.00	
30.12.2020	13:40:18	9401/M		SAE4145H-004FE-10		23371	5*4400*1	1*2800*1						0.439	0.232	0.984	0.013	0.018	1.066	0.526	0.223	0.273	0.003	0.008	0.003	0.009	0.009	<0.002	
4.10.2020	13:38:38	9400/M		SAE4145H-004FE-10		23366	5*3800*1							0.419	0.291	0.981	0.014	0.021	1.054	0.509	0.249	0.265	0.004	0.008	0.002	0.011	0.011	<0.002	
30.12.2020	5:13:40	9399/9		18XGT 004FE-10		23363	6.5x3*1							0.184	0.313	0.865	0.017	0.025	1.153	0.191	0.054	0.247	0.008	0.009	0.019	<0.005	0.141	<0.002	
29.12.2020	23:08:15	9398/M		SAE4145H-004FE-10		23350	10*2500							0.426	0.279	1.018	0.014	0.018	1.097	0.505	0.221	0.255	0.019	0.008	0.002	0.012	0.002	<0.002	
29.12.2020	23:06:16	9397/M		SAE4145H-004FE-10		23336	14*2500							0.44	0.299	0.986	0.012	0.016	1.051	0.481	0.242	0.231	0.013	0.008	0.002	0.011	0.002	<0.002	
29.12.2020	10:21:51	9396/M		SAE4145H-004FE-10		23320	10*2100*1	6*2500*1						0.421	0.269	1.045	0.016	0.02	1.086	0.462	0.225	0.314	0.02	0.008	0.002	0.011	0.002	<0.002	
29.12.2020	10:19:33	9395/M		SAE4145H-004FE-10		23305	15*2100*1							0.432	0.259	1.034	0.019	0.017	1.033	0.544	0.231	0.262	0.005	0.008	0.002	0.011	<0.001	<0.002	
28.12.2020	19:38:11	9394/5		09G2C 004FE-10		23302	3*6.5*1							0.084	0.558	1.362	0.031	0.017	0.143	0.296	0.095	0.304	0.214	0.011	<0.001	0.012	0.004	<0.002	
23.12.2020	8:11:17	9393/5		2IGL 004FE-10		23301	1*Norma							0.147	0.262	1.29	0.027	0.027	0.14	0.486	0.1	0.453	0.005	0.005	<0.001	0.012	0.001	<0.002	
23.12.2020	2:13:55	9392/4		09G2C 004FE-10		23298	3*6.5t							0.077	0.59	1.453	0.018	0.016	1.117	0.216	0.046	0.19	0.023	0.01	<0.001	0.011	0.002	<0.002	
22.12.2020	15:34:55	9391/M		17G1C 004FE-10		23291	6*3000	1*2400						0.202	0.316	1.204	0.017	0.014	0.143	0.26	0.039	0.259	0.017	0.009	<0.001	0.013	0.002	<0.002	
22.12.2020	2:46:47	9390/5		09G2C 004FE-10		23288	3*6.5t							0.088	0.516	1.388	0.021	0.02	0.139	0.288	0.038	0.221	0.022	0.01	<0.001	0.013	0.002	<0.002	
21.12.2020	14:42:18	9388/M		17G1C 004FE-10		23279	6*3000*1							0.193	0.356	1.345	0.016	0.011	0.185	0.138	0.022	0.211	0.063	0.01	<0.001	0.013	0.002	<0.002	
19.12.2020	9:44:13	9389/4		S3S5J2 + 1004FE-10		23285	3*6.5t							0.196	0.385	1.311	0.014	0.009	0.143	0.137	0.021	0.269	0.02	0.01	<0.001	0.009	0.004	<0.002	
18.12.2020	23:25:11	9387/M		C135 004FE-10		23271	1*2100	1*2900						0.346	0.308	0.552	0.007	0.017	0.186	0.151	0.031	0.304	0.016	0.009	<0.001	0.01	0.002	<0.002	
18.12.2020	23:18:14	9386/M		C135 004FE-10		23274	3*3300							0.344	0.419	0.557	0.01	0.008	0.211	0.145	0.033	0.176	0.036	0.01	0.002	0.013	0.003	<0.002	
19.12.2020	22:57:20	9385/M		21C1M6V5 004FE-10		23271	3*2600							0.204	0.38	0.371	0.022	0.019	1.26	0.466	1.14	0.189	0.014	0.008	0.275	0.016	0.002	<0.002	
20.12.2020	22:55:14	9384/M		21C1M6V5 004FE-10		23267	4*2600							0.22	0.345	0.36	0.021	0.015	1.288	0.425	1	0.172	0.015	0.007	0.27	0.017	0.002	<0.002	
17.12.2020	22:17:23	9383/M		34C1M6 004FE-10		23264	2*3300*1	1*200*1						0.308	0.262	0.585	0.012	0.016	1.363	1.546	0.284	0.179	0.024	0.007	0.004	0.014	0.002	<0.002	
22.12.2020	22:14:31	9382/M		34C1M6 004FE-10		23261	3*3300*1							0.317	0.226	0.546	0.014	0.013	1.336	1.478	0.197	0.174	0.026	0.007	0.002	0.015	0.003	<0.002	
23.12.2020	22:50:14	9381/M		SAE4145H-004FE-10		23248	10*2500*1							0.422	0.239	1.022	0.016	0.019	1.239	0.72	0.233	0.267	0.005	0.007	0.004	0.014	0.001	<0.002	
24.12.2020	22:48:35	9380/M		SAE4145H-004FE-10		23238	10*2500*1							0.43	0.283	1.015	0.017	0.015	1.06	0.547	0.248	0.267	0.005	0.007	0.003	0.015	0.002	<0.002	
25.12.2020	11:19:01	9372/8		40X 004FE-10		23205	3*6.5t							0.371	0.249	0.553	0.009	0.011	0.881	0.292	0.069	0.195	0.012	0.007	<0.001	0.016	0.002	<0.002	
26.12.2020	23:06:29	9377/M		55NiCrMo 004FE-10		23230	1*3000	1*3200	1*2600					0.542	0.277	0.749	0.019	0.01	1.126	1.572	0.432	0.201	0.014	0.007	0.005	0.015	0.005	<0.002	
27.12.2020	22:49:23	9379/M		34C1M6 004FE-10		23236	2*3300							0.308	0.238	0.554	0.011	0.011	1.358	1.58	0.269	0.21	0.023	0.007	0.003	0.016	0.003	<0.002	
28.12.2020	22:43:13	9378/M		34C1M6 004FE-10		23233	3*3300							0.316	0.228	0.591	0.015	0.013	1.392	1.54	0.253	0.204	0.007	0.006	0.004	0.015	0.003	<0.002	
29.12.2020	22:40:43	9377/M		SAE4145H-004FE-10		23230	6*3000							0.414	0.263	0.47	0.015	0.015	0.840	1.403	0.500	0.300	0.052	0.003	0.004	0.015	0.003	<0.002	

Рисунок 1.4 – Лист Microsoft Excel з даними та їх аналізом

Після детального аналізу аналогів програмних продуктів, було визначено їх переваги та недоліки. Результати представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльна таблиця характеристик аналогів

ПП	DIA2000SE	FP-LIMS	Excel
Вартість	Не продається. Йде в комплекті поставки зі спектрометром	Починається з 3000\$ (приблизно 81000 гривень)	5100 гривень
Дружність інтерфейсу	Інтерфейс дружній до користувача (англійською мовою)	Сучасний інтерфейс, дружній до користувача (англійською мовою)	Інтуїтивно незрозумілий інтерфейс (є українська мова)

Графічне відображення даних	-	+	+
Можливість аналізувати результати	-	+	+
Сумісність зі спектрометром	+	+	-
Мінімальна версія ОС	Windows 2000	Windows 7	Windows 10

За результатами порівняльної характеристики кожен програмний продукт має ряд недоліків: DIA2000SE є зручним сховищем даних та працює з програмою спектрометра, але не має можливості аналізувати дані і не отримує оновлень. FP-LIMS має сучасний дизайн, проте коштує дорого та присутній широкий функціонал, який не потрібний на даному виробництві. Як і Excel, потребує встановлення більш нової версії операційної системи. На виробництві наразі використовується Windows XP. Excel потребує підготовки оператора, оскільки має функціонал, інтуїтивно незрозумілий. Зважаючи на недоліки, створення програмного продукту з базою даних, який буде зберігати дані аналізів, перевіряти їх коректність та відповідність, дійсно має необхідність на виробництві.

#### **1.4 Аналіз проблем підтримки прийняття рішень операторів металургійного виробництва та постановка задач дослідження**

Технологічний процес виготовлення ливарної продукції включає етапи отримання сировини, аналіз та коригування хімічного складу, формування заготовок (блумів), дослідження механічних властивостей сталі.

Особливо важливим етапом є аналіз хімічного складу та віднесення продукції до відповідних плавок на основі даних аналізу зразків.

На жаль, велика кількість помилок зв'язана з проблемами підтримки діяльності операторів аналізу хімічного складу ливарної продукції.

Проаналізовані системи, що використовуються в металургічній промисловості, на жаль, не задовольняють сучасним вимогам до систем підтримки прийняття рішень (вартість, функціональні можливості, тощо). Виходячи з цього, підприємством поставлено задачу розробки власної системи для операторів центральної заводської лабораторії.

Таким чином, метою даної роботи є розробка інформаційної технології підтримки роботи оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції.

Користувач, використовуючи програму, має можливість переглядати хімічний склад маркувальних та розривних зразків, шукати їх приналежність до однієї плавки за схожістю хімічного складу та визначати помилку при маркуванні розривного зразку через невідповідність назви та, знову ж таки, складу. У результаті, оператор зменшує кількість часу, необхідну на виконання роботи через автоматизацію співвіднесення даних.

Основні вимоги до створюваного програмного продукту є наступними:

1. Інтерфейс має бути інтуїтивно зрозумілим, щоб не була необхідність в підготовці робітників до роботи з додатком;
2. Додаток повинен мати можливість окрім ручного введення даних можливість імпорту з листа Excel;
3. Додаток повинен підтримуватися ОС Windows XP;
4. Додаток повинен стабільно працювати на ПК з низькою потужністю;

Вимоги до проекту в цілому, структури додатку, видів забезпечення та функціонування системи описані у технічному завданні на розробку проекту (додаток А).

## 2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

### 2.1 Моделювання інформаційної технології

#### 3.1.1 Форматування вхідних даних

Дані, які будуть надаватись в програму матимуть наступний вигляд (рис. 2.1-

2.2):

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC			
1	Date	Time	Sample_N	Quality	Program	Bloom	Cod_1	Cod_2	Cod_3	Cod_4	Kristal	Senia	Product	C	Si	0.22	0.365	0.307	0.042	0.016	12.01	0.611	0.136	0.175	0.007	0.002	0.019	0.026	0.016	0.002	B
2	31.12.2020	4:51:49	9402/10	20X13	01FE-31	23377	3*6.5*								0.439	0.232	0.984	0.013	0.018	1.066	0.526	0.223	0.273	0.003	0.008	0.003	0.009	0.009	-0.002	-0.000	
3	30.12.2020	13:40:19	9401/M	SAE4145-	004FE-10	23371	5*4000*1	1*2800*1							350	2*2															
4	30.12.2020	13:38:38	9400/M	SAE4145-	004FE-10	23366	5*9000*1								350																
5	30.12.2020	5:13:40	9399/M	18XGT	004FE-10	23363	6.5i-3*1								0.184	0.291	0.981	0.014	0.021	1.054	0.509	0.249	0.265	0.004	0.008	0.002	0.011	0.002	-0.002	-0.000	
6	29.12.2020	23:08:15	9398/M	SAE4145-	004FE-10	23350	13*2500								280	2*2															
7	25.12.2020	23:06:16	9397/M	SAE4145-	004FE-10	23336	14*2500								0.44	0.299	0.986	0.012	0.016	1.051	0.481	0.242	0.231	0.013	0.008	0.002	0.011	0.002	-0.002	-0.000	
8	29.12.2020	10:21:51	9396/M	SAE4145-	004FE-10	23320	10*2100*1	6*2500*1							0.421	0.269	1.045	0.016	0.02	1.086	0.462	0.225	0.314	0.02	0.008	0.003	0.011	0.002	-0.002	-0.000	
9	29.12.2020	10:19:33	9395/M	SAE4145-	004FE-10	23305	15*2100*1								280	1*2															
10	28.12.2020	19:38:11	9394/S	09G2C	004FE-10	23302	3*6.5i*1								0.094	0.588	1.362	0.031	0.017	1.043	0.296	0.095	0.304	0.214	0.011	-0.001	0.012	0.004	-0.002	-0.000	
11	23.12.2020	8:11:17	9393/S	20GL	004FE-10	23301	1*norma								0.147	0.262	1.129	0.027	0.027	1.14	0.486	0.1	0.453	0.009	0.009	-0.001	0.012	0.001	-0.002	-0.000	
12	23.12.2020	2:13:55	9392/4	09G2C	004FE-10	23298	3*6.5*								0.077	0.59	1.453	0.018	0.016	1.117	0.216	0.046	0.19	0.023	0.01	-0.001	0.011	0.002	-0.002	-0.000	
13	22.12.2020	15:34:55	9391/M	17G1C	004FE-10	23291	6*3000	1*2400							0.202	0.316	1.204	0.017	0.014	1.043	0.26	0.039	0.259	0.017	0.009	-0.001	0.013	0.002	-0.002	-0.000	
14	22.12.2020	2:46:47	9390/S	09G2C	004FE-10	23288	3*6.5*								0.088	0.576	1.388	0.021	0.02	1.139	0.288	0.038	0.221	0.022	0.01	-0.001	0.013	0.002	-0.002	-0.000	
15	21.12.2020	14:42:18	9388/M	17G1C	004FE-10	23279	6*3000*1								0.193	0.356	1.345	0.016	0.011	1.051	0.185	0.338	0.022	0.211	0.063	0.01	-0.001	0.013	0.002	-0.002	-0.000
16	19.12.2020	9:44:13	9389/4	SAE4145-	004FE-10	23262	3*6.5*								0.196	0.365	1.311	0.014	0.009	1.043	0.137	0.021	0.269	0.02	0.01	-0.001	0.009	0.004	-0.002	-0.000	
17	18.12.2020	23:25:11	9387/M	Cl35	004FE-10	23277	1*3100	1*2900							0.346	0.308	0.552	0.007	0.017	1.061	0.151	0.031	0.304	0.016	0.009	-0.001	0.01	0.002	-0.002	-0.000	
18	18.12.2020	23:18:14	9386/M	Cl35	004FE-10	23274	1*3300								0.344	0.419	0.557	0.01	0.008	1.043	0.211	0.145	0.033	0.176	0.036	0.01	0.002	0.013	0.003	-0.002	-0.000
19	17.12.2020	22:27:20	9385/M	21CnMoV5	004FE-10	23271	3*2600								0.204	0.38	0.371	0.022	0.019	1.26	0.466	1.14	0.189	0.014	0.008	0.275	0.016	0.002	-0.002	-0.000	
20	17.12.2020	22:55:14	9384/M	21CnMoV5	004FE-10	23267	4*2600								0.22	0.345	0.36	0.021	0.015	1.288	0.425	1	0.172	0.015	0.007	0.27	0.017	0.002	-0.002	-0.000	
21	16.12.2020	22:17:23	9383/M	34CnMnMg	004FE-10	23254	2*3300*1	1*200*1							0.308	0.262	0.585	0.012	0.016	1.363	1.546	0.284	0.179	0.024	0.007	0.004	0.014	0.002	-0.002	-0.000	
22	16.12.2020	22:14:31	9382/M	34CnMnMg	004FE-10	23261	3*3300*1								0.317	0.226	0.546	0.014	0.013	1.336	1.478	0.197	0.174	0.026	0.007	0.002	0.015	0.003	-0.002	-0.000	
23	15.12.2020	22:40:35	9380/M	SAE4145-	004FE-10	23248	13*2500*1								0.422	0.239	1.022	0.016	0.019	1.239	0.72	0.233	0.267	0.005	0.007	0.004	0.014	0.001	-0.002	-0.000	
24	15.12.2020	22:40:35	9380/M	SAE4145-	004FE-10	23238	10*2500*1								280	1*2															
25	15.12.2020	11:19:01	9372/B	40X	004FE-10	23205	3*6.5*								0.371	0.249	0.553	0.009	0.011	0.881	0.292	0.069	0.195	0.012	0.007	-0.001	0.016	0.002	-0.002	-0.000	
26	14.12.2020	23:06:29	9377/M	56NiCoMo	004FE-10	23230	1*3000	1*3200	1*2600						0.542	0.277	0.749	0.019	0.011	1.126	1.572	0.422	0.201	0.014	0.007	0.005	0.015	0.005	-0.002	-0.000	
27	14.12.2020	22:49:23	9379/M	34CnMnMg	004FE-10	23236	2*3300								0.308	0.238	0.554	0.011	0.011	1.358	1.58	0.269	0.211	0.023	0.007	0.003	0.016	0.003	-0.002	-0.000	
28	14.12.2020	22:43:13	9378/M	34CnMnMg	004FE-10	23233	3*3300								0.316	0.228	0.591	0.015	0.013	1.362	1.54	0.253	0.204	0.007	0.006	0.004	0.015	0.002	-0.002	-0.000	
29	13.12.2020	22:49:03	9375/M	SAE4145-	004FE-10	23220	6*2800	1*2200							0.441	0.297	1.17	0.015	0.018	1.107	0.502	0.226	0.255	0.007	0.008	0.004	0.015	0.002	-0.002	-0.000	
30	13.12.2020	22:44:32	9374/M	SAE4145-	004FE-10	23213	7*2800								0.426	0.226	1.019	0.022	0.012	1.09	0.458	0.215	0.234	0.004	0.007	0.003	0.016	0.002	-0.002	-0.000	
31	13.12.2020	9:44:36	9376/S	SAE4145-	004FE-10	23227	3*6.5*								0.431	0.247	0.997	0.017	0.015	1.093	0.466	0.219	0.223	0.016	0.007	0.004	0.017	0.003	-0.002	-0.000	
32	11.12.2020	10:09:44	9373/M	SAE4145-	004FE-10	23208	5*3000*1								0.445	0.273	1.022	0.018	0.02	1.051	0.398	0.218	0.242	0.023	0.008	0.004	0.019	0.004	-0.002	-0.000	
33	11.12.2020	2:01:44	9372/4	40X	004FE-10	23205	3*6.5*								0.376	0.278	0.636	0.02	0.028	1.005	0.219	0.045	0.194	0.033	0.007	0.002	0.017	0.003	-0.002	-0.000	
34	10.12.2020	9:15:55	9370/M	SAE4145-	004FE-10	23193	9*2800*1								0.426	0.368	1.283	0.015	0.023	1.115	0.417	0.22	0.232	0.063	0.007	0.006	0.019	0.005	-0.002	-0.000	
35	10.12.2020	9:12:39	9369/M	SAE4145-	004FE-10	23188	3*4500*1	2*3300*1							0.433	0.256	1.075	0.013	0.019	1.097	0.513	0.255	0.255	0.023	0.008	0.005	0.018	0.003	-0.002	-0.000	
36	10.12.2020	7:27:20	9371/S	Cl45	004FE-10	23202	3*6.5i*1								0.438	0.232	0.62	0.01	0.024	1.021	0.221	0.051	0.183	0.01	0.009	-0.001	0.017	0.002	-0.002	-0.000	
37	09.12.2020	20:24:40	9367/M	SAE4145-	004FE-10	23173	8*2800*3								0.444	0.368	1.018	0.017	0.01	1.05	0.425	0.234	0.315	0.017	0.005	0.005	0.005	0.021	0.004	-0.002	-0.000
38	09.12.2020	20:20:10	9368/M	SAE4145-	004FE-10	23181	7*2800*3								0.438	0.344	1.007	0.016	0.022	1.121	0.394	0.228	0.258	0.009	0.006	0.005	0.019	0.003	-0.002	-0.000	
39	04.12.2020	14:24:47	9364/M	40Xn2Mg	004FE-10	23156	2*3400*2	1*3000*2							0.396	0.197	0.605	0.009	0.02	0.686	1.255	0.228	0.256	0.005	0.008	0.002	0.017	0.002	-0.002	-0.000	
40	04.12.2020	14:06:19	9366/M	SAE4145-	004FE-10	23168	7*3200*3								0.452	0.315	1.012	0.014	0.02	1.166	0.541	0.231	0.256	0.006	0.006	0.005	0.014	0.003	-0.002	-0.000	
41	04.12.2020	14:04:11	9365/M	SAE4145-	004FE-10	23159	5*2800*3	2*3700*3							0.426	0.283	0.982	0.015	0.019	1.027	0.519	0.242	0.242	0.007	0.006	0.005	0.015	0.002	-0.002	-0.000	
42	03.12.2020	15:04:57	9363/M	40CnMnMg	004FE-10	23148	2*2500*3	5*2800*3	1*3200*3						0.357	0.434	1.412	0.021	0.077	2.062	0.286	0.192	0.24	0.057	0.006	0.008	0.014	0.004	0.002	-0.000	
43	03.12.2020	15:00:51	9362/M	40CnMnMg	004FE-10	23132	16*2500*3								0.367	0.317	1.411	0.02	0.064	1.858	0.326	0.194	0.23								

З цих даних, шляхом імпорту до програми, залишаються тільки потрібні колонки колонки: Дата (Date), Час(Time) , Номер зразку(Sample\_NO), Марка сталі (Quality), Блюм (Bloom), Кількість блюмів, Серія (Seria), хімічні елементи за винятком As,Nb,V.

Як можна побачити, колонки з написами типу «Cod» зникли, але з'явилася колонка кількість блюмів. Справа в тому, що з цих колонок можна отримати, власне, кількість блюмів в плавці, до якої належить маркувальний зразок. Значення в колонках типу «Cod» розшифровується як «кількість блюмів\*довжина блюмів\*номер бригади сталеварів», але з цього нам потрібне лише перше значення перед зірочкою в кожній колонці кодів. Таким чином, кількість блюмів в плавці дорівнюватиме сумі перших значень колонок типу Cod. Значення хімічних елементів, де є знак «<» або «>» для спрощення будемо виключати з даних.

Існує проблема переносу даних, яка полягає в тому, що лист Excel форматує комірки типу «Seria», як дата, якщо серія записана у вигляді, наприклад 1/2 або 2/2, у напис 01.фев та 02.фев. Ще є варіант запису через зірочку: 1\*2 або 2\*2. Обидва варіанти запису використовуються, але для нашого випадку будемо використовувати запис через зірочку та формувати помилкові записи типу дата в правильний формат де число буде значенням до зірочки, а місяць – значенням після зірочки.

### 3.1.2 Наявні проблеми та моделювання методів їх вирішення

Для вирішення задач, потрібно виділити основні проблеми, які має вирішити предмет дослідження:

- Невідповідність розривного зразка та маркувального за хімічним складом
- Відповідний маркувальний зразок не знайдений.

В першому випадку, оскільки розривний зразок в назві має номер блюма, звідки він взятий, то за цим номером можна знайти відповідний йому маркувальний. При порівнянні задаються певні допуски для кожного хімічного елемента, і якщо хоча б один елемент обох зразків відрізняється один від одного на значення більше, ніж допуск, то вважається, що хімічний склад не співпадає. Оскільки зразки не співпали за хімічним складом з припущенням, що допуски виставлені вірно, то можна зробити

висновок, що допущена помилка через людський фактор та розривний зразок названий невірно або існують хімічні елементи, які в певних марках сталі розподіляються нерівномірно в складі сталі. Для пошуку відповідного правильного маркувального зразка можна використати наступний покроковий алгоритм збільшення відхилення (рис. 2.3):

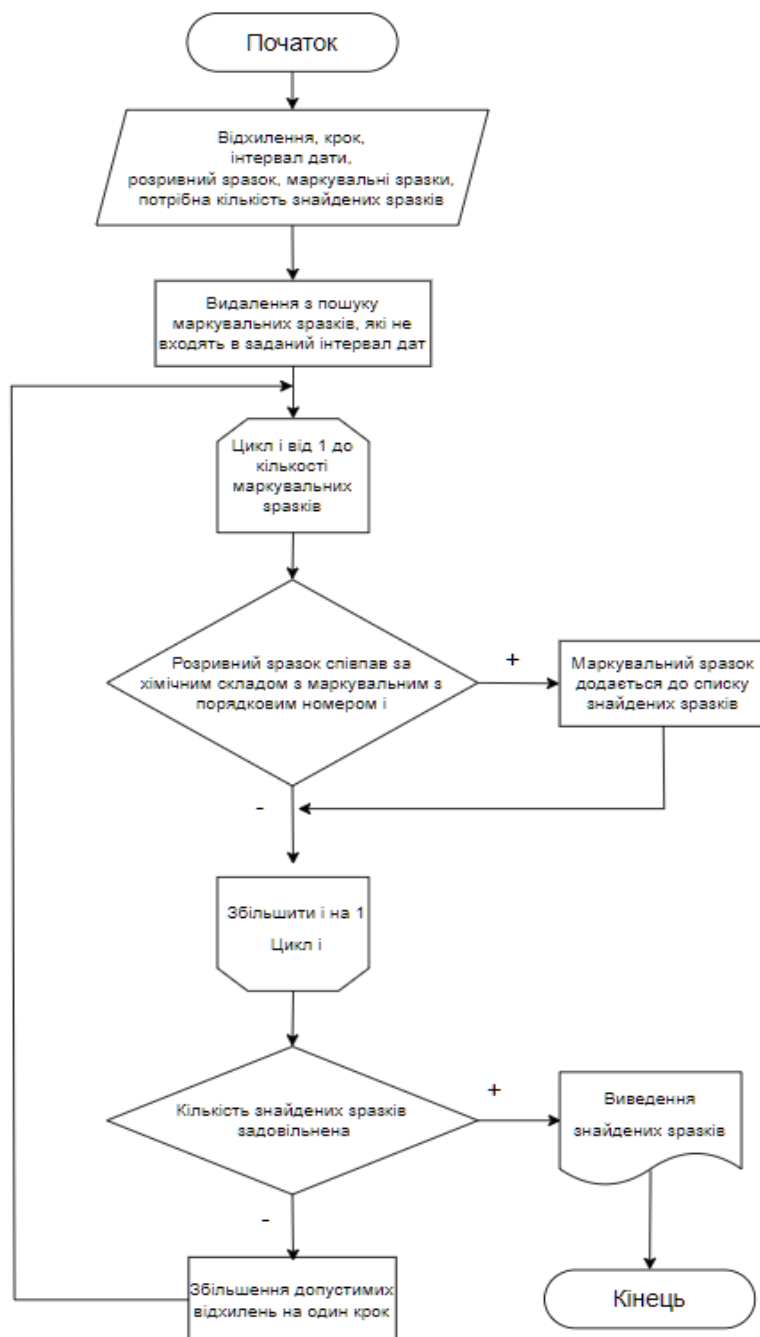


Рисунок 2.3 – Покроковий алгоритм збільшення відхилення

В другому випадку, якщо за номером блюма маркувальний зразок не знайдений, то для його пошуку треба знайти можливий інтервал блюмів, в який входить розривний зразок. Для цього знаходимо початковий блюм інтервалу та відповідний маркувальний зразок, який повинен бути меншим за блюм розривного зразка. Якщо такого блюма немає то розривний зразок не може належати жодній плавці, оскільки в сховищі, ймовірно, немає потрібної плавки. Кінцевий блюм даної плавки можна отримати наступним чином:

Кінцевий блюм = початковий блюм + кількість блюмів в плавці - 1.

І, якщо кінцевий блюм плавки більше або дорівнює блюму розривного зразка, то маркувальний зразок даної плавки можна вважати відповідним розривному та перевірити його за хімічним складом з заданими відхиленнями. Якщо хімічний склад не співпав, то знову використовуємо покроковий алгоритм збільшення відхилення для пошуку правильного зразка. У випадку, коли кінцевий блюм плавки менше блюму розривного зразка то, то можна зробити висновок, що в сховищі допущено помилки та треба шукати, задаючи доступні програмою фільтри або порівнюючи з попередніми плавками.

Повний алгоритм пошуку відповідного маркувального зразка можна побачити нижче (рис. 2.4).

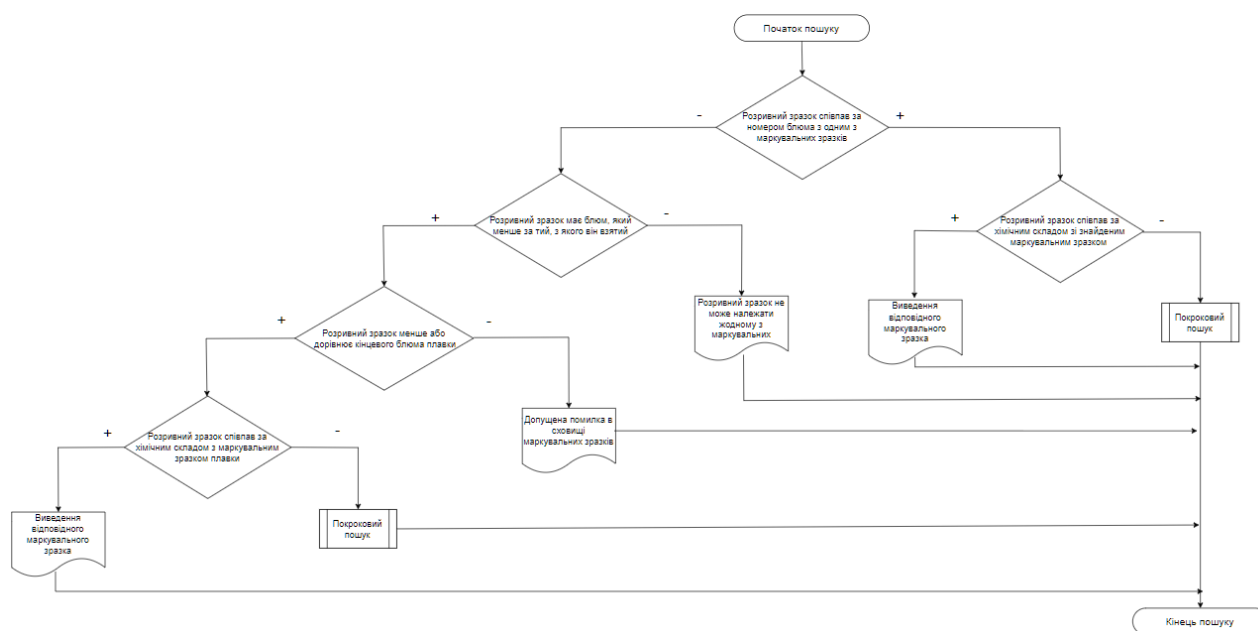


Рисунок 2.4 – Повний алгоритм пошуку відповідного маркувального зразка



## 2.2 Проектування інформаційної технології

### 2.2.1 Функціональне моделювання інформаційної технології в IDEF0

IDEF0 – це методологія функціонального моделювання та графічна нотація для формалізації та опису бізнес-процесів. В даній нотації розглядаються логічні відносини між роботами, а не їх часова послідовність. Стандарт представляє організацію як набір модулів.

Функціональне моделювання інформаційної технології в нотації IDEF0 представлене на рисунку 2.5.

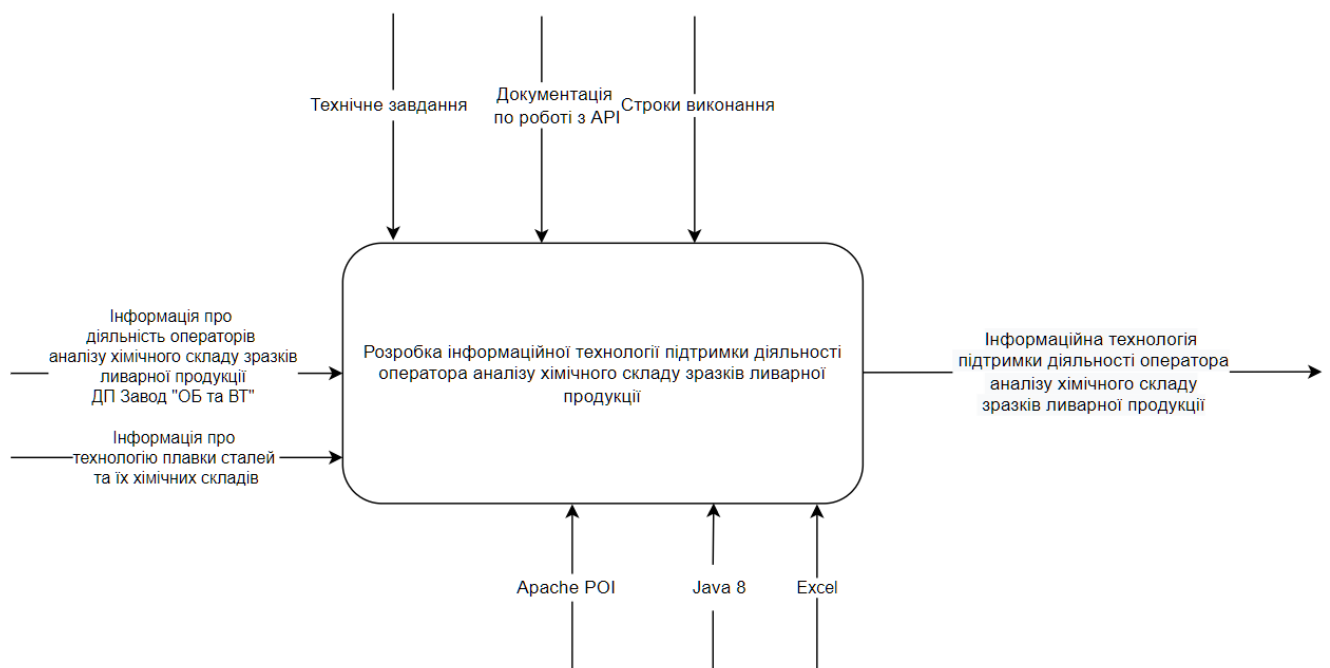


Рисунок 2.5 – Контекстна діаграма IDEF0

Вхідними даними будуть інформація про діяльність заводу, тобто в чому полягає робота працівників спектральної лабораторії та знання щодо плавки металів. Вихідним елементом буде робочий програмний додаток. Виконавцями в процесу будуть:

- API Apache POI, який потрібен для зчитування інформації з листа Excel;
- Java 8. Версія пакету Java, яка підтримується Windows XP. Необхідна для написання додатку, успішної компіляції та запуску;
- Excel. Програма, через яку буде здійснюватися імпорт даних до цільового додатку.

Керівники:

- Технічне завдання. Документація, де описано вимоги замовника до продукту та інші уточнення.
- Документація по роботі з API. Інструкція по роботі з інструментами розробки, такими як Apache POI. Має опис функцій та алгоритмів, використаних в пакеті.

### 2.2.2 Декомпозиція інформаційної технології за допомогою IDEF0

Контекстна діаграма не дає повного представлення процесів, а лише загальний погляд. Для того щоб продивитися послідовність виконання процесу, треба декомпонувати діаграму, тобто надати більш детальний опис процесу. Задачі можуть бути як послідовними, так і паралельними за часом їх виконання. Можна декомпонувати кожен з вказаних невеликих функцій до досягнення необхідної ступені деталізації.

Декомпозиція функціональної моделі інформаційної технології представлена на рисунку 2.6.

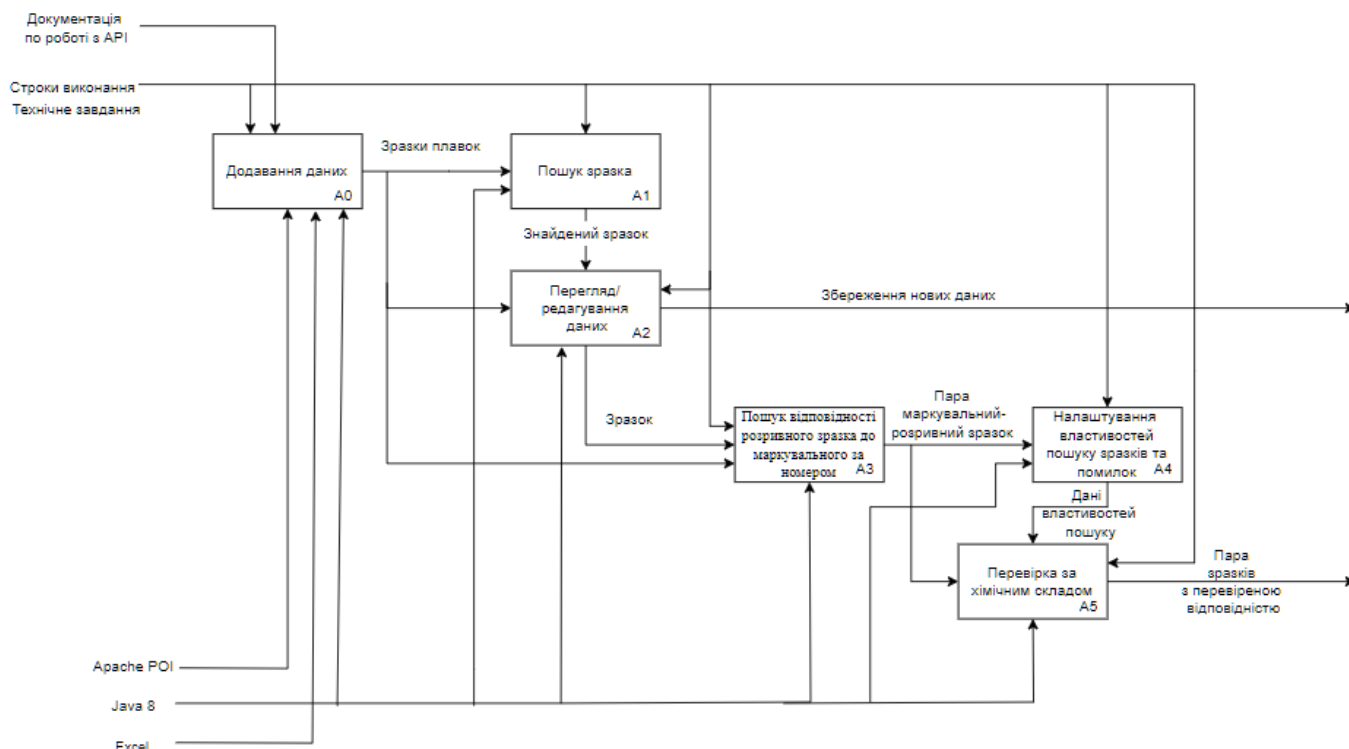


Рисунок 2.6 – Перший рівень декомпозиції інформаційної технології в нотації IDEF0

На діаграмі можна виокремити наступні блоки:

- Початком роботи є імпорт даних через середовище Excel за допомогою API Apache POI, або вручну;
- Далі йде необов'язковий ручний пошук конкретного зразка за назвою, хімічним складом або іншими фільтрами, який може бути потрібен для редагування даних в наступному блоці;
- Перегляд та редагування даних відбувається у вікні таблиці, де можуть знаходитися усі дані, або лише тільки ті, які відібрано системою пошуку за фільтрами. У разі зміни даних, вони оновлюються в сховищі;
- Пошук відповідності розривного зразка до маркувального за номером. Відбувається пошук відповідності за спільним номером зразка. У будь-якому випадку відбудеться перевірка за хімічним складом, оскільки це гарантує правильність відповідності;

- Налаштування властивостей пошуку зразків та помилок. Передає дані про налаштування пошуку для зразка самій системі пошуку помилок відповідності. За бажанням можна змінити деякі налаштування;
- Перевірка за хімічним складом. Процес перевірки відповідності пари маркувальний-розривний зразок. Йде порівняння за кількістю хімічних добавок. У разі невідповідності йде пошук правильної пари для розривного зразка серед маркувальних за схожістю хімічного складу. В результаті отримуємо дійсну пару зразків або повідомлення про некоректність даних.

### 2.2.3 Моделювання варіантів використання інформаційної технології

Для досягнення цілей функціонування спочатку будується модель у формі діаграми варіантів використання (use-case diagram), яка описує функціональне призначення системи. Діаграма варіантів використання є вихідною концептуальною моделлю системи в процесі її проектування та розробки.

Діаграма варіантів використання в нотації UML представлена на рисунку 2.7.

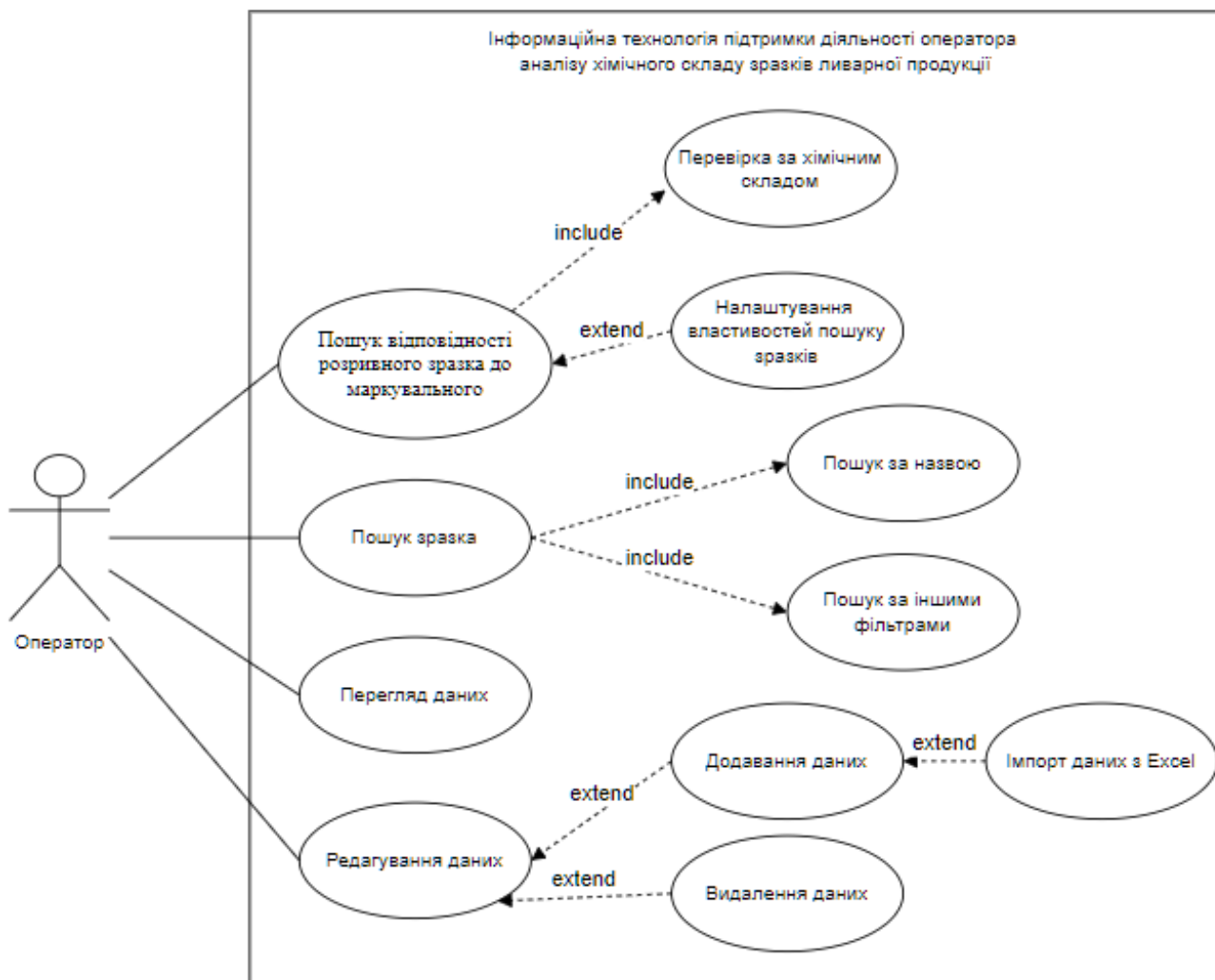


Рисунок 2.7 – UML діаграма варіантів використання  
інформаційної технології

Оператор може використовувати усі функції. Пошук відповідності розривного зразка до маркувального розширюється Налаштуванням властивостей пошуку зразків, оскільки дане налаштування не є обов'язковим та може бути потрібним у випадку невдалого пошуку, але передбачає перевірку за хімічним складом. Пошук зразків може відбуватися за назвою або за іншими фільтрами. Перегляд даних передбачається як окремий варіант використання та не потребує розширень. Редагування даних передбачає в собі можливості видалення та додавання окремих зразків в ручному форматі. В свою чергу, додавання даних можна здійснити імпортом даних з Excel.

#### 2.2.4 Діаграма класів аналізу інформаційної технології

Фундаментальними поняттями об'єктно-орієнтованого підходу є поняття об'єкта та класу, які є абстракціями реальної або уявної сутності (набору сутностей). Клас аналізу - ще абстрактніша сутність, ніж просто клас, являє собою набір з одного або більше класів. Таким чином, клас аналізу – це укрупнена абстракція, яка на концептуальному рівні (без точного визначення атрибутів та операцій) описує певний фрагмент системи

Діаграма класів аналізу є прообразом класичної діаграми класів. Елементами, що відображаються на діаграмі, є класи та відносини між ними. При цьому для відображення класів можна скористатися стандартним позначенням класу (прямокутник) із зазначенням усередині нього відповідного стереотипу або значком-стереотипом.

Діаграма класів аналізу інформаційної технології представлена на рисунку 2.8.

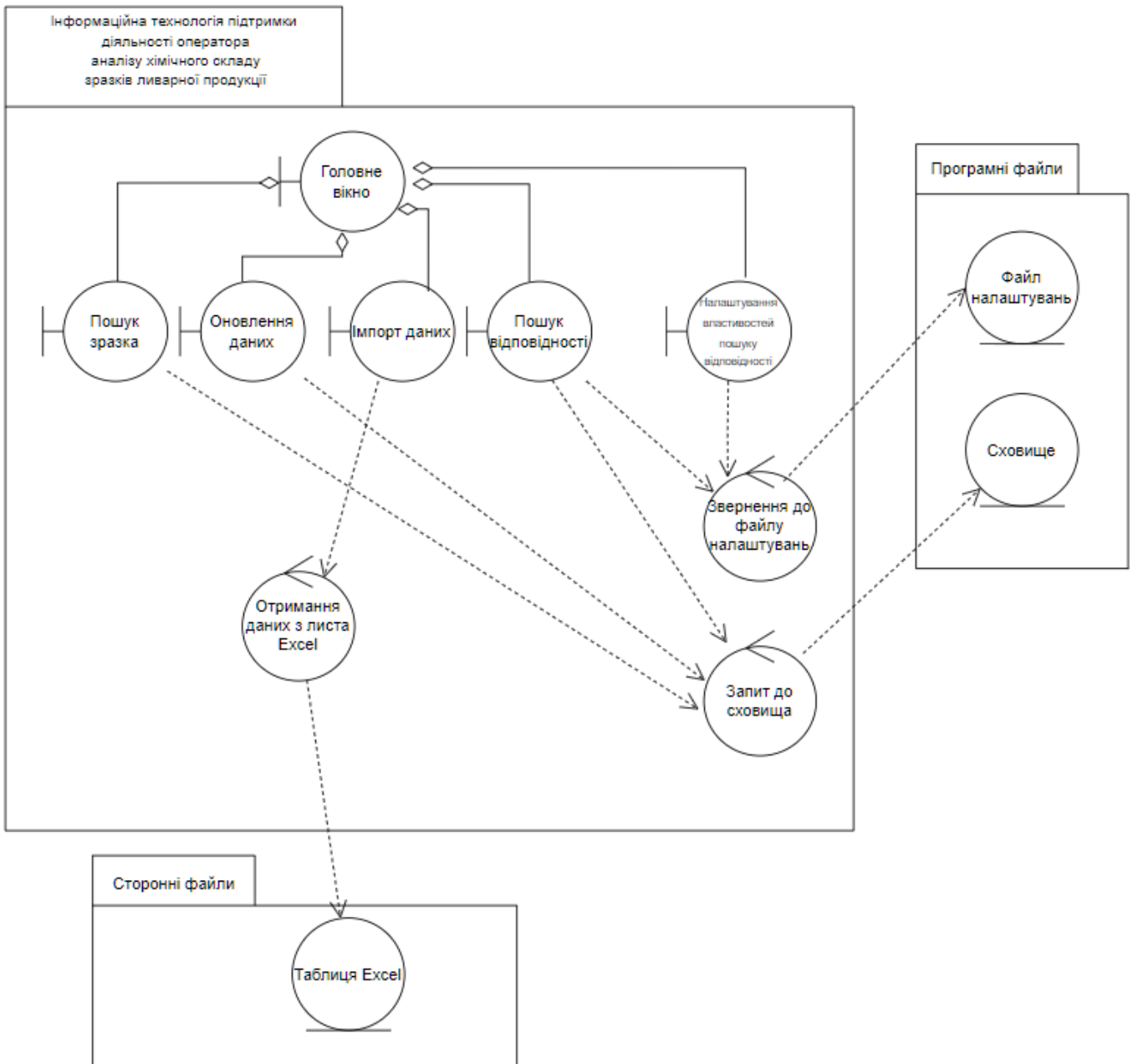


Рисунок 2.8 – Діаграма класів аналізу інформаційної технології

Основним граничним класом є програмний додаток, до якого приєднано всі інші граничні класи відношенням композиції. Граничними класами, які надають запит до сховища виступають:

- Пошук зразка;
- Оновлення даних (додавання, редагування, видалення);
- Пошук відповідності. Граничний клас, який поєднаний відношенням залежності і з керуючим класом звернення до файлу налаштувань для

отримання налаштувань пошуку. Цей клас в свою чергу звертається до файлу налаштувань, який є класом сутністю.

Граничний клас імпорт даних надає дані з листа Excel через керуючий клас отримання даних з листа Excel.

### 2.2.5 Діаграми послідовності інформаційної технології.

Діаграми послідовностей використовуються для уточнення діаграм прецедентів більш детального опису логіки сценаріїв використання. Це чудовий засіб документування проекту з погляду сценаріїв використання!

Діаграми послідовностей зазвичай містять об'єкти, які взаємодіють у рамках сценарію, повідомлення, якими вони обмінюються, і результати, пов'язані з повідомленнями, що повертаються. Втім, результати, що часто повертаються, позначають лише в тому випадку, якщо це не очевидно з контексту.

Об'єкти позначаються прямокутниками з підкресленими іменами (щоб відрізнити їхню відмінність від класів).

Повідомлення (виклики методів) – лініями зі стрілками.

Результати, що повертаються - пунктирними лініями зі стрілками.

Прямокутники на вертикальних лініях під кожним об'єктом показують “час життя” (фокус) об'єктів. Втім, часто їх не зображують на діаграмі, все це залежить від індивідуального стилю проектування. На рисунку 3.6 представлена діаграма послідовності інформаційної технології.



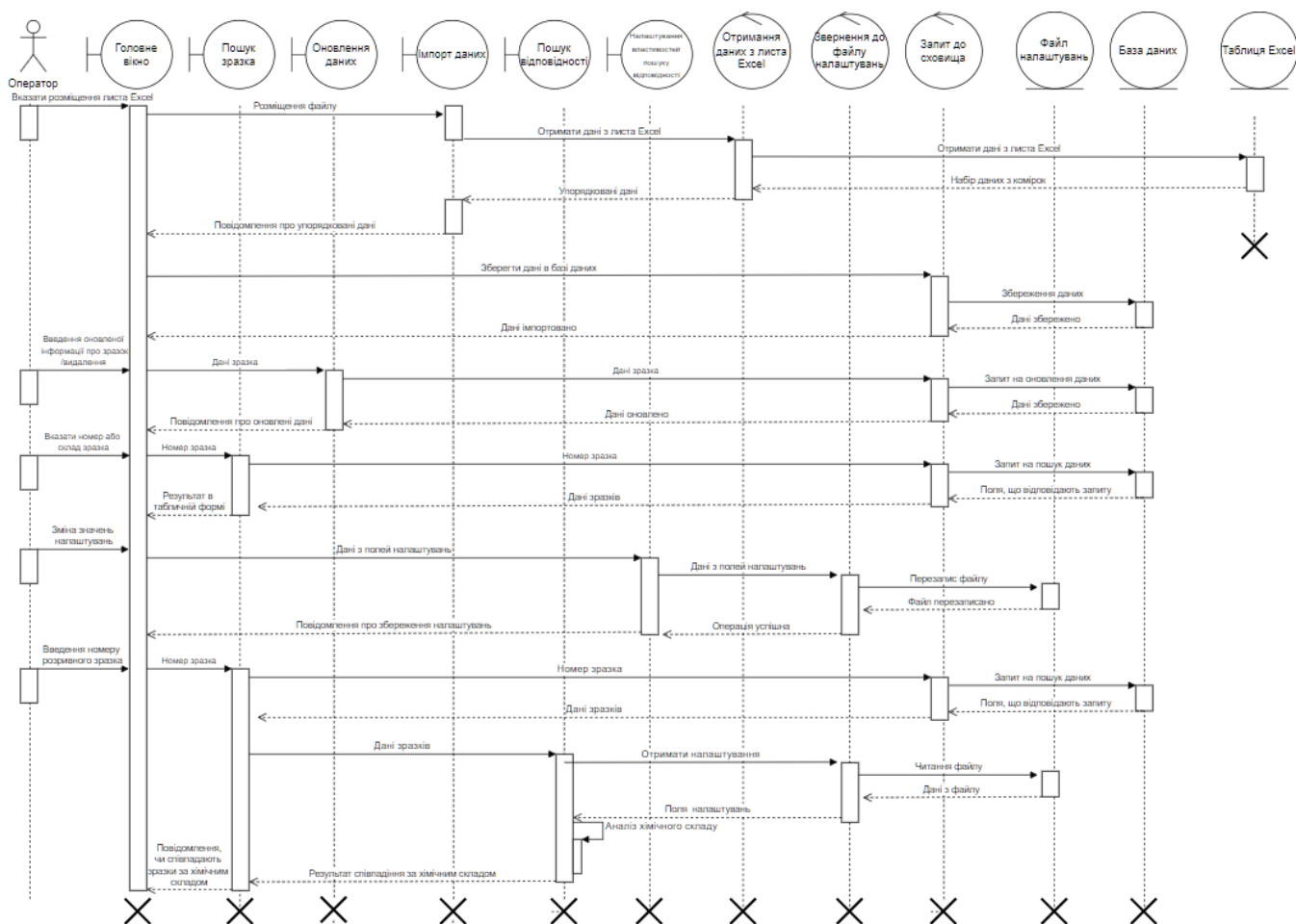


Рисунок 2.9 – Діаграма послідовності інформаційної технології

## 2.2.6 Діаграма комунікацій інформаційної технології.

Діаграма комунікацій (communication diagrams) – це особливий вид діаграм взаємодії, акцентований на обміні даними між різними учасниками взаємодії. Замість того, щоб малювати кожного учасника у вигляді лінії життя та показувати послідовність повідомлень, розташовуючи їх по вертикалі, як це робиться в діаграмах послідовності, комунікаційні діаграми допускають довільне розміщення учасників, дозволяючи малювати зв'язки, що показують відносини учасників, та використовувати нумерацію для представлення послідовності повідомлень. У UML 1.x ці діаграми називалися діаграмами кооперації (collaboration diagrams). Між цим поняттям та кооперацією є відмінність; звідси зміна назви. З допомогою комунікаційної діаграми можна побачити, як учасники пов'язані один з одним. Крім

відображення зв'язків, які є екземплярами асоціацій, можна також показати тимчасові зв'язки, що виникають тільки в контексті.

На основі наведених аргументів на рисунку 2.10 представлена діаграма комунікацій продукту, де можна побачити класи сутності, та як вони взаємодіють з програмним забезпеченням.

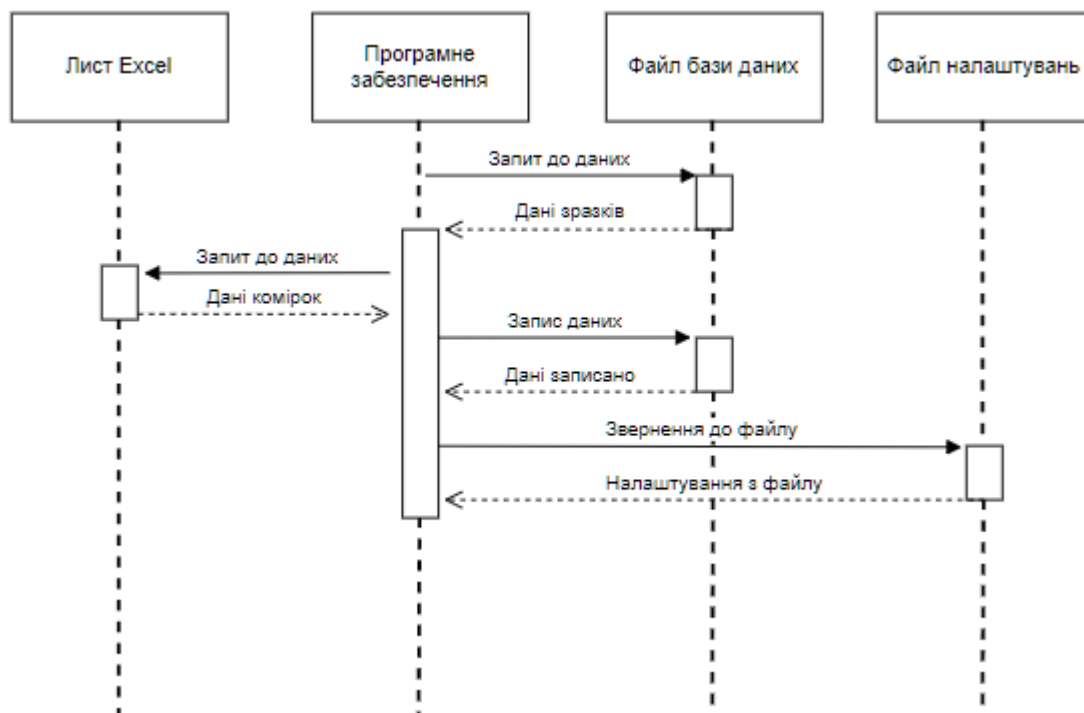


Рисунок 2.10 – Діаграма комунікації інформаційної технології

### 2.2.7 Діаграма компонентів інформаційної технології .

Для створення конкретної фізичної системи необхідно реалізувати всі елементи логічного опису в конкретних матеріальних елементах. Для опису таких реальних елементів призначене фізичне подання моделі. У мові UML це означає сукупність зв'язаних елементів, включаючи програмне і апаратне забезпечення, а також персонал, для виконання спеціальних завдань. Для фізичного подання моделей систем використовуються діаграми реалізації. Діаграма компонентів дозволяє визначити архітектуру системи, що розробляється. Основними графічними елементами діаграми компонентів є компоненти, інтерфейси і залежності між ними.

На рисунку 2.11 представлена діаграма компонентів інформаційної технології .

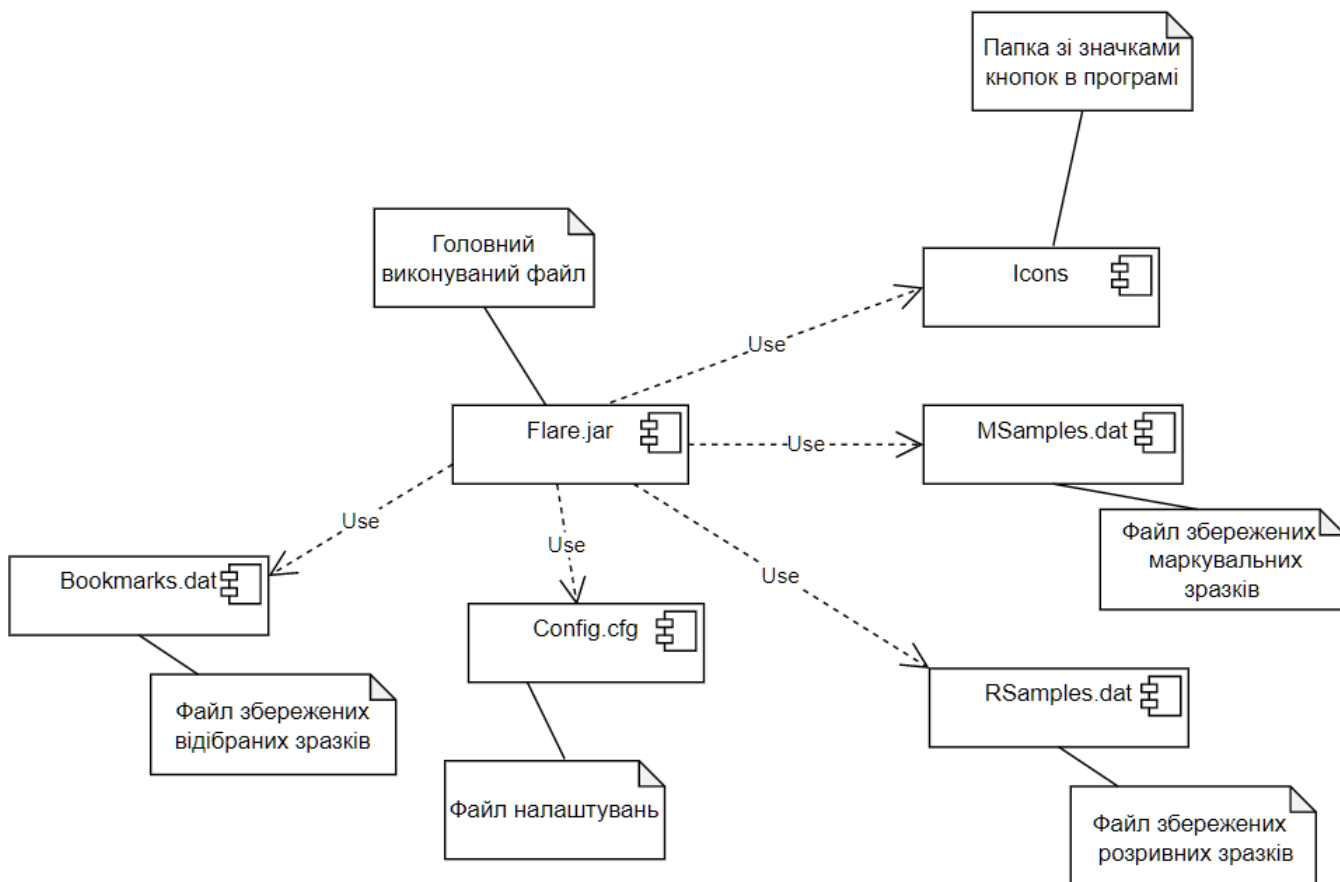


Рисунок 2.11 – Діаграма компонентів інформаційної технології

## 3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

### 3.1 Архітектура інформаційної технології

За основу взята MVC (Model-View-Controller) архітектура програми, яка забезпечує повторне використання коду в різних представленнях програми. Даний підхід зменшує необхідність створювати нові класи та методи для нового функціоналу та підтримки існуючого. Архітектуру можна побачити на рисунку 3.1.

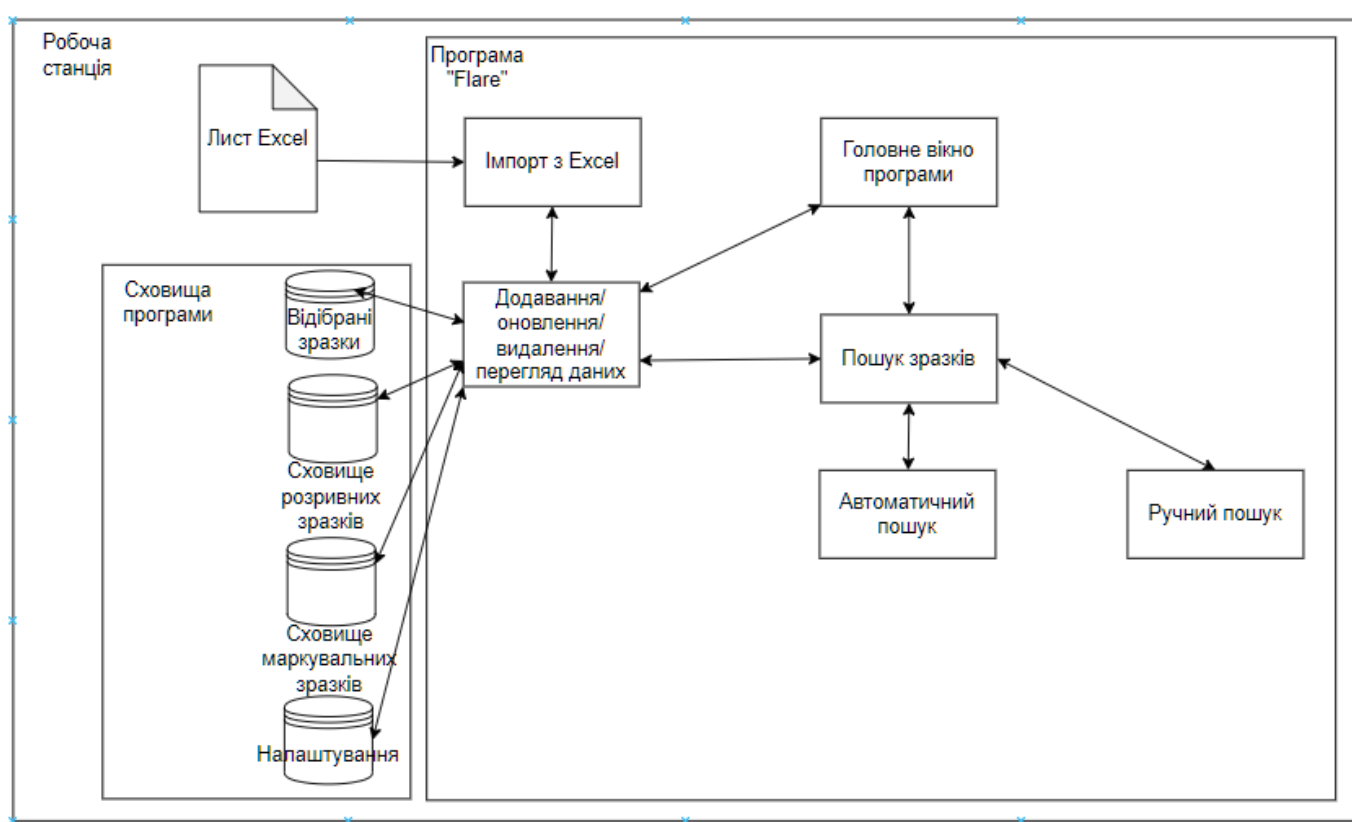


Рисунок 3.1 – Архітектура інформаційної технології

### 3.2 Програмна реалізація інформаційної технології

Для реалізації інформаційної технології підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу ливарної продукції було вирішено використати інтерактивне середовище розробки IntelliJ IDEA. Даний вибір дозволяє швидко працювати з файлами коду, встановлювати фреймворки та виконувати рефакторинг коду.

В проєкті був використаний фреймворк Apache Maven, який дозволяє включати різні API та бібліотеки, щоб розширити можливості програми та спростити написання коду.

Бібліотека Lombok дозволяє зменшити кількість написаного коду за рахунок автоматичного включення в класи програми гетерів та сетерів, білдера, що прибирає необхідність написання конструкторів та методів роботи з полями класів.

Назва програми – Flare [спалах. – *англ.*], що підходить за специфікою проєкту.

Інтерфейс користувача усіх вікон реалізований за допомогою бібліотеки Java Swing. Дана бібліотека має потужні інструменти для створення елементів вікна та має готові шаблони. В першу чергу було створено головне вікно в початковому класі програми Program з таблицею та елементами керування даними. Кнопки подані з текстовими написами на них для кращого сприйняття та виділення їх приналежності до таблиці і зміни даних. В наступний етап були створені елементи керування пошуком та організацією інформації. В головне вікно винесений пошук за номером зразка, оскільки він буде використовуватися найчастіше. Всі кнопки мають графічні іконки з певними кольоровими тонами в залежності від призначення. Неактивні на даний момент кнопки мають сіре відображення, що сприяє інтуїтивній зрозумілості інтерфейсу. При наведенні на елементи вікна з'являються підказки по їх використанню. Головне вікно зображене на рисунку нижче (рис. 3.2):

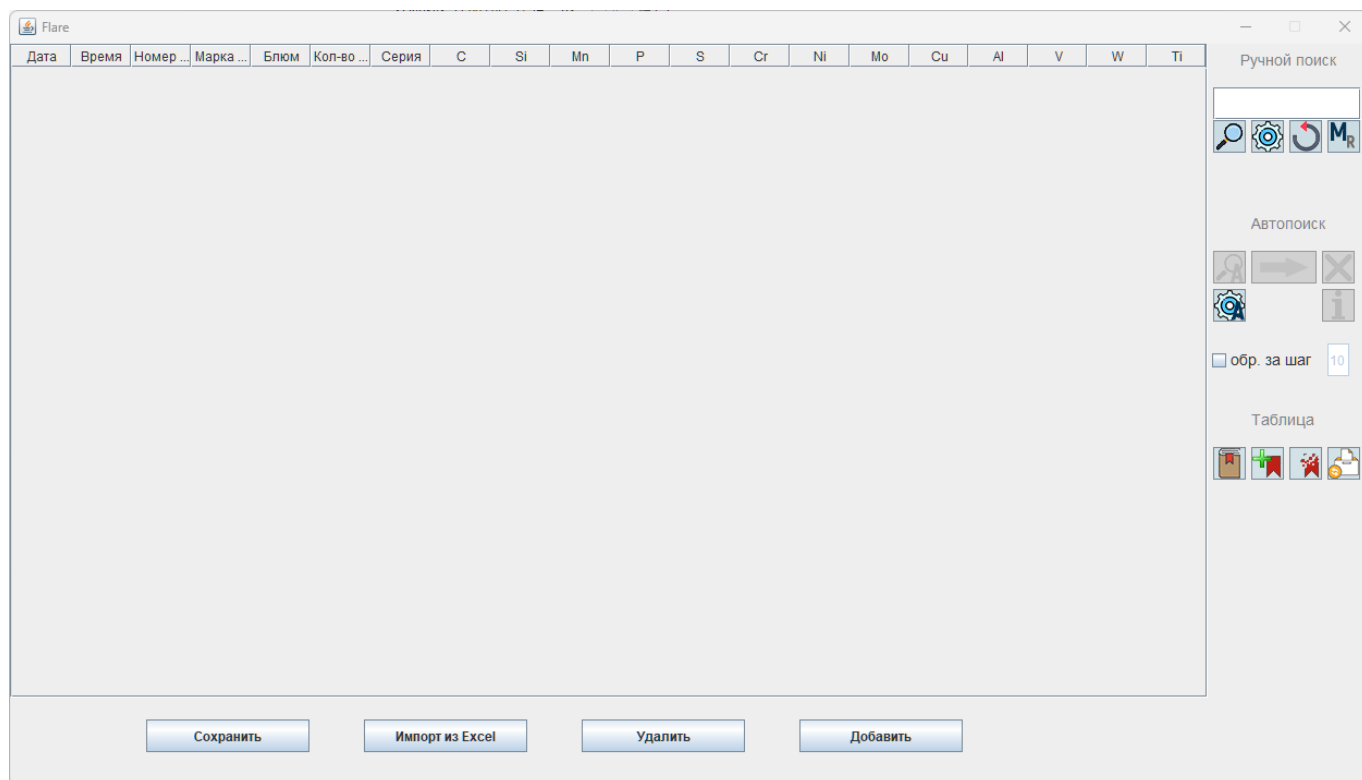


Рисунок 3.2 – Головне вікно програми «Flare»

Особливістю програми є отримання даних з листа Excel. Отже, був створений клас `ImportFromExcel`, який передбачає імпорт даних таким чином. В класі була використана API Apache POI, яка дозволяє працювати з документами програм серії Microsoft Office. Даний набір інструментів є безкоштовним та легко під'єднується до проекту за допомогою фреймворку Maven. Це дало можливість швидко додавати велику кількість зразків до програми всього за декілька кліків. Кнопка «Импорт из Excel» тепер відкриває вікно вибору файлу з розширенням `.xls` (рис.3.3). Також, додана можливість вручну ввести зразок через форму, яка відкривається натисканням на кнопку «Добавить» (рис. 3.4). Клас імпорту автоматично сортує зразки залежно від того, розривний зразок, чи маркувальний.

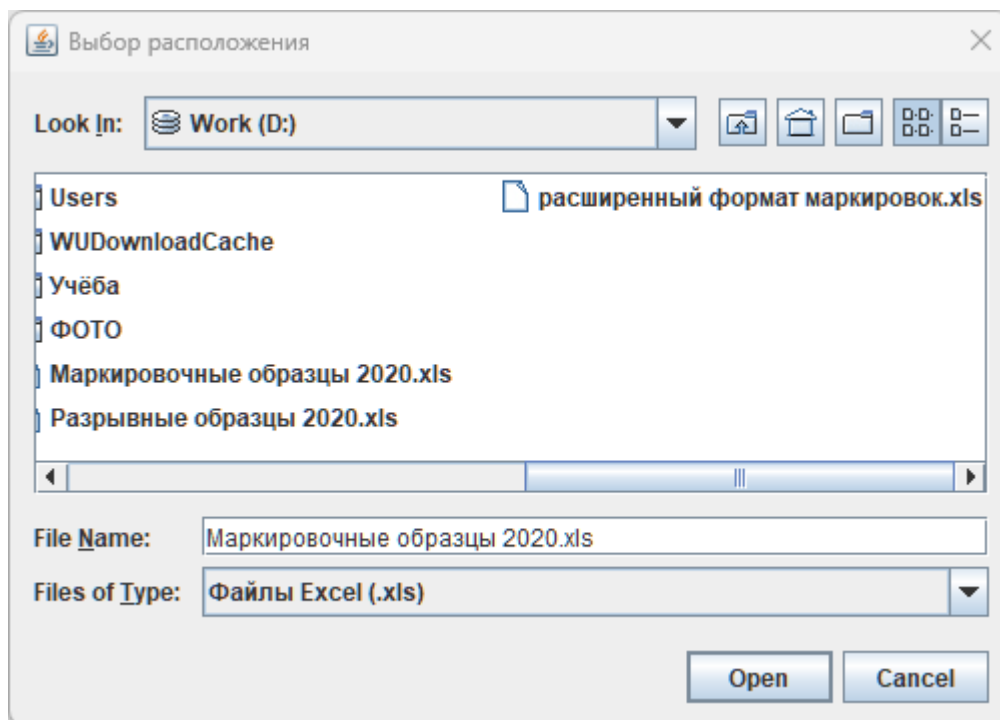


Рисунок 3.3 – Вікно вибору файла .xls програми «Flare»

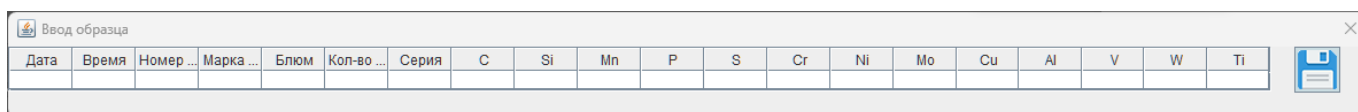


Рисунок 3.4 – Вікно ручного додавання зразка в програму «Flare»

Щоб працювати з усіма даними, які поступають в програму, був створений клас Controller, де описані такі методи, як додавання, видалення, редагування, відображення даних та файлу налаштувань. Основні його функції викликаються натисканням кнопок під таблицею. Функціонал закладок, зміни сховища для зразка, та відображення сховищ реалізується тими ж методами класу, що й зміна даних таблиці. Так або інакше, він опрацьовує всі дії користувача та викликає методи інших класів. Програма зберігає зразки в двох сховищах-бінарних файлах за допомогою серіалізації: MSamples.dat та RSamples.dat. Налаштування зберігаються в Config.cfg. Для того щоб серіалізувати дані, було створено класи MSample, який описує зразок та Config, в якому знаходяться поля налаштувань.

Реалізація функціоналу пошуку представляється класом ComplexSearch. Він містить усі методи обробки даних, а саме, ручний пошук за різними критеріями,

алгоритм покрокового пошуку та автопошуку. Клас налаштувань Config призначений для роботи цього класу. В Config записані відхилення за хімічними елементами, кроки збільшення відхилень, обрані фільтри пошуку.

Для вікна ручного пошуку (рис. 3.5) та налаштувань автоматичного пошуку (рис. 3.6) відхилення та інтервали дат задаються окремо і зберігаються в окремих полях класу Config. Це зроблене для того, щоб було можливе коригування параметрів безпосередньо під час процесу покрокового пошуку (який є елементом автопошуку) та це не впливало на задані параметри ручного пошуку, що буде більш комфортним для оператора.

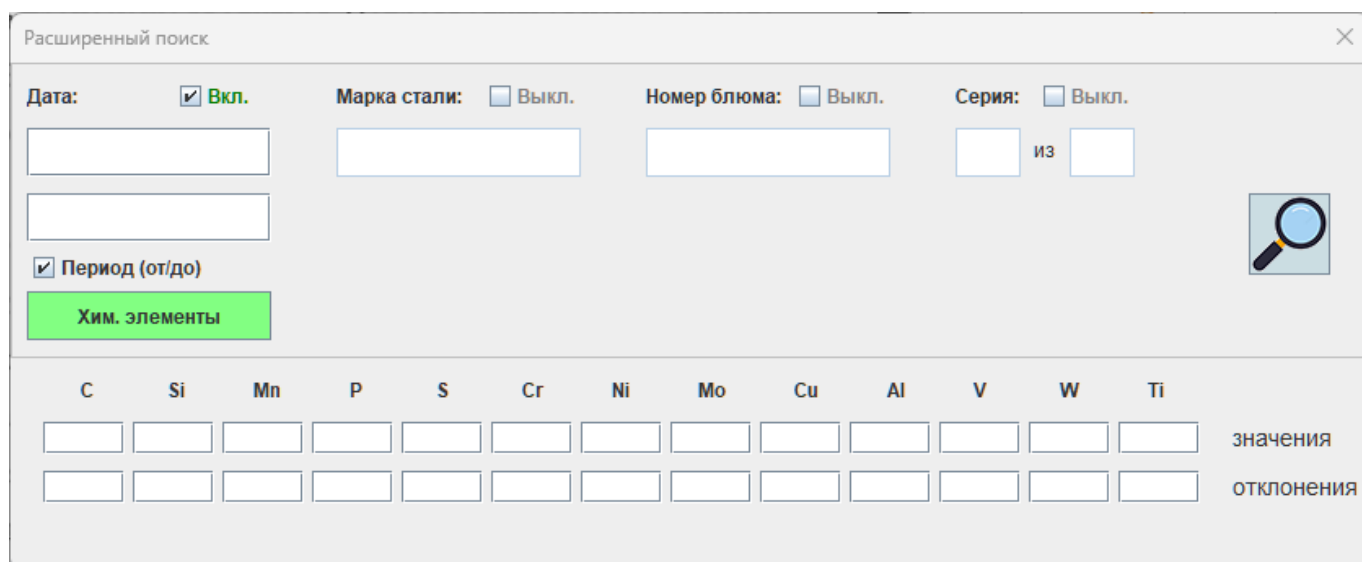


Рисунок 3.5 – Вікно ручного пошуку програми «Flare»

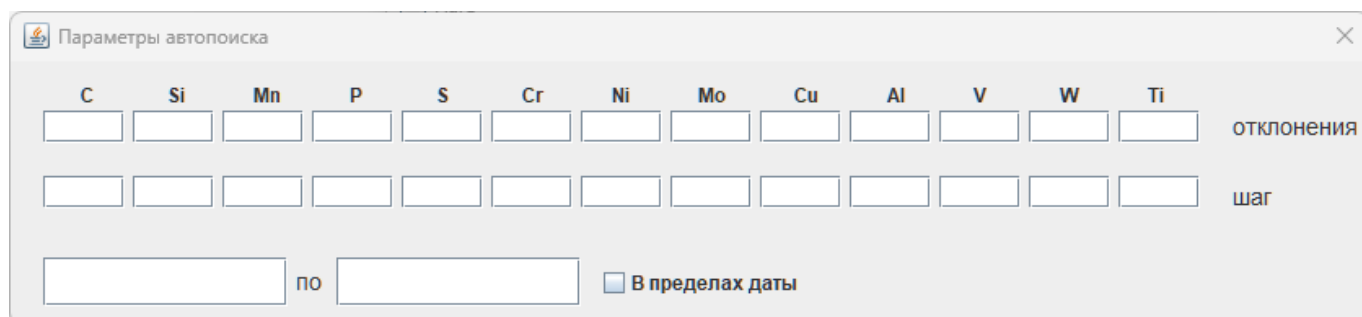


Рисунок 3.6 – Налаштування автопошуку програми «Flare»



### 3.3 Використання інформаційної технології

Після розпакування, папка програми міститиме виконуваний файл «Flare.jar», папку «icons» з іконками та папку з додатковим софтом «Redist», в якому знаходиться версія Java для Windows XP та програма для налаштування запуску .jar файлів по кліку миші «jarfix.exe» (рис. 3.7).

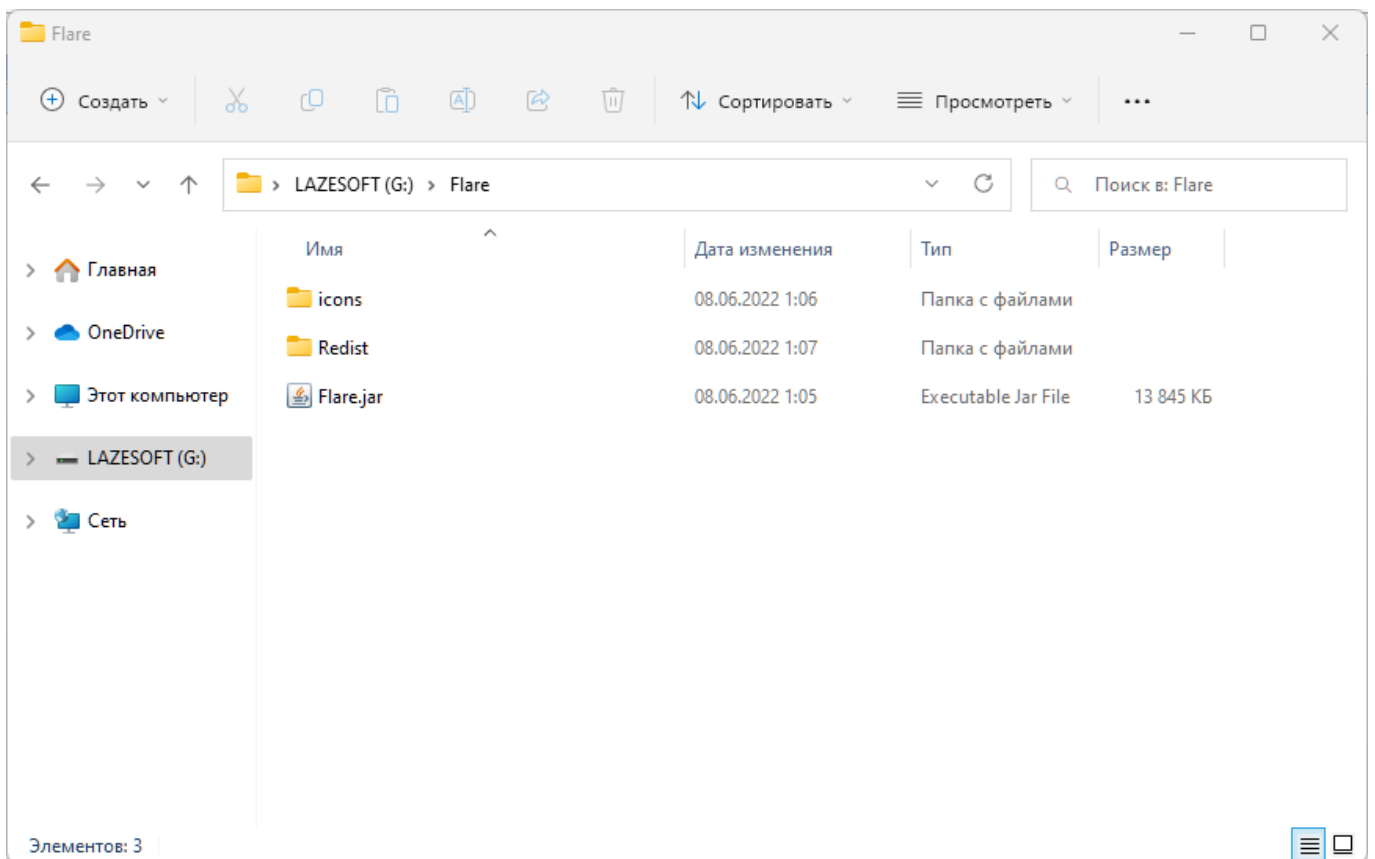


Рисунок 3.7 – Початкові файли програми «Flare»

Після запуску можна бачити головне вікно з елементами керування. Обравши потрібний лист Excel у вікні вибору після натискання «Импорт из Excel», всі зразки з нього додадуться до сховищ. Нижче (рис. 3.8) наведено пояснення елементів вікна.

Головна таблиця. Зразки в ній можна редагувати, виділивши потрібну комірку, змінивши її значення та натиснувши кнопку «Сохранить»

1.5 Кнопка пошуку за номером зразка

2.1 Поле вводу номера зразка для пошуку

1.6 Розширений пошук за фільтрами

1.7 Повторно відобразити дані зі сховища

1.8 Змінити сховище зразків для відображення. Перемикає сховища між розривними та маркувальними зразками. Змінює зовнішній вигляд в залежності від обраного сховища  $M_R$   $R_M$

1.9 Провести автопошук відповідності виділеного розривного зразка до маркувального

1.10 Почати/збільшити крок відхилення покрового пошуку. Працює у разі невіддаленого автопошуку

1.11 Завершити покрововий пошук

1.12 Показати звіт системи автопошуку

1.13 Налаштування автопошуку

2.2 Поле мінімальної кількості відображення зразків за крок пошуку

3.1 Вмикає поле 2.2. Якщо поле вимкнене, то за крок пошуку відобразиться мінімум один зразок

1.1 Зберегти зміни в таблиці

1.2 Імпортувати дані з листа Excel

1.3 Видалити виділений зразок

1.4 Додати зразок вручну

1.14 Показати відібрані зразки

1.15 Відібрати виділений в таблиці

1.16 Видалити виділений зразок з відібраного

1.17 Перемістити виділений зразок в інше сховище

Дата	Время	Номер	Марка	Блюм	Кол-во	Серия	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	W	Ti
31.12.2020	04:51:49	940210	SAE41	23377	3		0.22	0.365	0.307	0.042	0.016	12.01	0.611	0.136	0.175	0.007	0.019	0.026	0.016
30.12.2020	13:40:18	9401M	SAE41	23371	6	2*2	0.439	0.232	0.984	0.013	0.018	1.066	0.526	0.223	0.273	0.003	0.003	0.005	0.009
30.12.2020	13:38:38	9400M	SAE41	23366	5		0.419	0.291	0.981	0.014	0.021	1.054	0.509	0.249	0.265	0.004	0.002	0.011	0.008
30.12.2020	05:13:40	9399R	181GT	23363	0		0.184	0.313	0.895	0.017	0.025	1.153	0.191	0.054	0.247	0.008	0.019	0.005	0.141
29.12.2020	23:08:15	9398M	SAE41	23358	13	2*2	0.426	0.279	1.018	0.014	0.018	1.097	0.505	0.221	0.255	0.019	0.002	0.012	0.002
29.12.2020	23:06:16	9397M	SAE41	23356	14	1*2	0.44	0.299	0.986	0.012	0.016	1.051	0.481	0.242	0.231	0.013	0.002	0.011	0.002
29.12.2020	10:21:51	9396M	SAE41	23320	18	2*2	0.421	0.269	1.045	0.016	0.02	1.086	0.462	0.225	0.314	0.02	0.003	0.011	0.002
29.12.2020	10:19:23	9395M	SAE41	23305	15	1*2	0.432	0.259	1.034	0.019	0.017	1.033	0.544	0.231	0.262	0.005	0.002	0.015	0.001
28.12.2020	19:38:11	9394S	09G2C	23302	3		0.094	0.558	1.392	0.031	0.017	0.143	0.296	0.095	0.304	0.214	0.001	0.012	0.004
23.12.2020	08:11:17	9393S	20GL	23301	1		0.147	0.262	1.29	0.027	0.027	0.14	0.486	0.1	0.453	0.009	0.001	0.012	0.001
23.12.2020	02:13:55	9392A	09G2C	23298	3		0.077	0.59	1.453	0.018	0.016	0.117	0.216	0.046	0.19	0.023	0.001	0.011	0.002
22.12.2020	15:34:55	9391M	17G1C	23291	7	1*1	0.202	0.316	1.204	0.017	0.014	0.143	0.26	0.039	0.259	0.017	0.001	0.013	0.002
22.12.2020	02:46:47	9390S	09G2C	23288	3		0.088	0.576	1.388	0.021	0.02	0.139	0.288	0.038	0.221	0.022	0.001	0.013	0.002
21.12.2020	14:42:18	9389M	17G1C	23279	6	1*1	0.193	0.356	1.345	0.016	0.011	0.165	0.138	0.022	0.211	0.063	0.001	0.013	0.002
19.12.2020	09:44:13	9389A	S35EJ	23285	3		0.196	0.385	1.311	0.014	0.009	0.143	0.137	0.021	0.269	0.02	0.001	0.009	0.004
18.12.2020	23:25:11	9387M	C3S	23277	2	2*2	0.346	0.308	0.552	0.007	0.017	0.186	0.151	0.031	0.304	0.016	0.001	0.01	0.002
18.12.2020	23:18:14	9386M	C3S	23274	3	1*2	0.344	0.419	0.557	0.01	0.008	0.211	0.145	0.033	0.176	0.036	0.002	0.013	0.003
17.12.2020	22:57:20	9385M	21C3M	23271	3	2*2	0.204	0.38	0.371	0.022	0.019	1.28	0.466	1.14	0.189	0.014	0.275	0.015	0.002
17.12.2020	22:55:14	9384M	21C3M	23267	4	1*2	0.22	0.345	0.36	0.021	0.015	1.288	0.425	1.0	0.172	0.015	0.27	0.017	0.002
16.12.2020	22:17:23	9383M	34C3M	23254	3	2*2	0.308	0.262	0.585	0.012	0.016	1.363	1.546	0.284	0.179	0.024	0.004	0.014	0.002
16.12.2020	22:14:31	9382M	34C3M	23261	3	1*2	0.317	0.226	0.546	0.014	0.013	1.336	1.478	0.197	0.174	0.026	0.002	0.015	0.003
16.12.2020	22:50:14	9381M	SAE41	23248	13	2*2	0.422	0.239	1.022	0.016	0.019	1.239	0.72	0.233	0.267	0.005	0.004	0.014	0.001
15.12.2020	22:48:35	9380M	SAE41	23238	10	1*2	0.43	0.283	1.015	0.017	0.015	1.06	0.547	0.248	0.267	0.005	0.003	0.015	0.002
15.12.2020	11:19:01	9379M	40X	23205	3		0.371	0.249	0.553	0.009	0.011	0.881	0.292	0.069	0.195	0.012	0.001	0.016	0.002
14.12.2020	23:06:29	9377M	55N3C	23230	3	1*1	0.542	0.277	0.749	0.019	0.01	1.126	1.572	0.432	0.201	0.014	0.005	0.015	0.005
14.12.2020	22:49:23	9376M	34C3M	23236	2	2*2	0.308	0.238	0.554	0.011	0.011	1.358	1.58	0.269	0.21	0.023	0.003	0.016	0.003
14.12.2020	22:43:13	9378M	34C3M	23233	3	1*2	0.316	0.228	0.591	0.015	0.013	1.392	1.54	0.253	0.204	0.007	0.004	0.018	0.003
13.12.2020	22:49:03	9375M	SAE41	23220	7	2*2	0.441	0.297	1.17	0.015	0.018	1.107	0.502	0.226	0.255	0.007	0.004	0.015	0.002
13.12.2020	22:44:32	9374M	SAE41	23213	7	1*2	0.426	0.226	1.019	0.022	0.012	1.09	0.458	0.215	0.234	0.004	0.003	0.016	0.002
13.12.2020	09:44:36	9376S	SAE41	23227	3		0.431	0.347	0.997	0.017	0.015	1.093	0.466	0.219	0.223	0.016	0.004	0.017	0.003
11.12.2020	10:09:44	9373M	SAE41	23208	5	1*1	0.449	0.273	1.022	0.018	0.02	1.051	0.398	0.218	0.242	0.023	0.004	0.019	0.004
11.12.2020	02:01:44	9372A	40X	23205	3		0.376	0.278	0.635	0.02	0.028	1.005	0.219	0.045	0.194	0.033	0.002	0.017	0.003
10.12.2020	09:15:55	9370M	SAE41	23193	9	2*2	0.426	0.368	1.283	0.015	0.023	1.115	0.417	0.22	0.232	0.063	0.006	0.019	0.005
10.12.2020	09:12:39	9369M	SAE41	23188	5	1*2	0.433	0.256	1.075	0.013	0.019	1.097	0.513	0.255	0.255	0.023	0.005	0.018	0.003
10.12.2020	07:27:20	9371S	C4S	23202	3		0.438	0.232	0.62	0.01	0.024	0.201	0.221	0.051	0.183	0.01	0.001	0.017	0.002
09.12.2020	20:24:40	9367M	SAE41	23173	8	2*2	0.44	0.368	1.018	0.017	0.021	1.05	0.425	0.234	0.315	0.017	0.005	0.021	0.004

Рисунок 3.8 – Елементи головного вікна програми «Flare»

Натиснувши на кнопку 1.8 програма відобразить сховище розривних зразків. Для пошуку необхідного зразка введемо в поле 2.1 його номер та натиснемо кнопку 1.5 (рис 3.9).

Ручной поиск

22382

Автопоиск

обр. за шаг 10

Таблица

Сохранить

Импорт из Excel

Удалить

Добавить

Рисунок 3.9 – Результати пошуку за номером зразка в програмі «Flare»

Кнопка 1.9 активується, коли обране сховище розривних зразків. Натискаємо кнопку 1.13 для налаштувань автопошуку та задаємо бажані значення (рис. 3.10). Виділяємо зразок з таблиці і натискаємо тепер активну кнопку 1.9. Програма відобразить звіт системи автопошуку та покаже знайдену пару в таблиці (рис. 3.11).

Параметры автопоиска

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	W	Ti	
0.02	0.02	0.035	0.003	0.007	0.03	0.029	0.02	0.02	0.007	0.02	0.02	0.05	отклонения
0.01	0.01	0.01	0.001	0.002	0.01	0.01	0.01	0.01	0.003	0.01	0.01	0.02	шаг

01.08.2020 по 30.12.2020  В пределах даты

Рисунок 3.10 – Задані налаштування автопошуку програми «Flare»

Дата	Время	Номер ...	Марка ...	Блюм	Кол-во ...	Серия	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	W	Ti
20.09.2...	12:48:55	9233/9	55NiCr...	22380	3		0.538	0.317	0.745	0.014	0.007	1.079	1.8	0.45	0.172	0.025	0.076	0.016	0.004
28.12.2...	13:04:32	22382/R			0		0.542	0.325	0.756	0.014	0.01	1.077	1.823	0.462	0.185	0.02	0.073	0.014	0.003

Завершено

При поиске по номеру блюма образец не был найден.  
 Был найден маркировочный образец 9233/9 с номером блюма 22380, который является последним записанным в хранилище блюмом перед искомым и входит в нумерацию блюмов искомой плавки.  
 Этот образец (9233/9) совпал по хим. составу с разрывным. Поиск завершён.

Сохранить    Импорт из Excel    Удалить    Добавить

Рисунок 3.11 – Звіт автопошуку програми «Flare»

Спробуємо наступний зразок. Дані сховища повертаються натисканням на кнопку 1.7. Виділяємо новий зразок та натискаємо кнопку автопошуку. У звіті вказано, що маркувальний зразок не співпав за хімічним складом (рис.3.12).

Відхилення по марганцю (Mn) занадто велике. Скоріш за все, це особливості марки сталі, і таке відхилення прийнятне, але треба переконатися, що немає зразків, які більше підходять за хімічним складом.

The screenshot shows the 'Flare' software interface. At the top, there is a table with columns for 'Дата', 'Время', 'Номер...', 'Марка...', 'Блюм', 'Кол-во...', 'Серия', and various chemical elements (C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Mo, Cu, Al, V, W, Ti). The table contains two rows of data. Below the table, there is a search control panel with 'Ручной поиск' and 'Автопоиск' options, along with search icons and a 'обр. за шаг' field set to 10. At the bottom of the interface, there are four buttons: 'Сохранить', 'Импорт из Excel', 'Удалить', and 'Добавить'.

Below the main interface, a dialog box titled 'Завершено' (Completed) is displayed. It contains the following text:

При поиске по номеру блюма образец не был найден.  
 Был найден маркировочный образец 9360/M с номером блюма 23111, который является последним записанным в хранилище блюмом перед искомым и входит в нумерацию блюмов искомой плавки.  
 Но этот маркировочный образец не совпал по хим. составу с разрывным. Поиск завершён.

An 'OK' button is located at the bottom of the dialog box.

Рисунок 3.12 – Звіт повторного автопошуку програми «Flare»

Параметри автопошуку залишаються тими ж. Увімкнемо чекбокс 3.1 та вкажемо в поле 2.2 мінімальну кількість зразків в 5 одиниць. Натискаємо активну кнопку покрокового пошуку 1.10. Два нижні рядки таблиці виділено під поточне відхилення покрокового пошуку та розривний зразок, що полегшує порівняння. Вже після першого кроку з'явилося 8 зразків, серед яких є знайдений на початку маркувальний (рис. 3.13).

Дата	Время	Номер...	Марка...	Блюм	Кол-во...	Серия	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	W	Ti
03.12.2...	14:38:33	9360/M	SAE41...	23111	12	1*2	0.444	0.303	1.005	0.016	0.018	1.057	0.487	0.225	0.185	0.009	0.005	0.015	0.003
30.11.2...	14:25:33	9354/M	SAE41...	23072	11	2*2	0.441	0.279	1.026	0.017	0.012	1.05	0.551	0.226	0.226	0.007	0.005	0.015	0.003
29.11.2...	23:36:51	9351/M	SAE41...	23041	10	1*2	0.45	0.274	1.018	0.013	0.012	1.057	0.466	0.23	0.184	0.005	0.004	0.014	0.002
26.11.2...	09:25:50	9346/M	SAE41...	23019	12	2*2	0.435	0.305	1.002	0.013	0.011	1.082	0.496	0.232	0.184	0.02	0.005	0.016	0.003
25.11.2...	14:18:20	9343/M	SAE41...	23000	8	2*2	0.437	0.292	1.024	0.014	0.009	1.09	0.514	0.223	0.166	0.01	0.004	0.014	0.003
20.11.2...	10:09:46	9330/M	SAE41...	22933	8		0.421	0.273	1.005	0.014	0.012	1.019	0.546	0.235	0.186	0.01	0.004	0.018	0.002
22.10.2...	11:18:41	9295/M	SAE41...	22742	12	1*2	0.445	0.329	1.031	0.012	0.022	1.074	0.488	0.207	0.18	0.004	0.004	0.007	0.003
21.10.2...	13:12:06	9292/M	SAE41...	22732	6	2*2	0.431	0.259	1.03	0.013	0.015	1.053	0.497	0.238	0.182	0.007	0.004	0.008	0.002
28.12.2...	10:09:33	23114/R			0		0.44	0.299	1.053	0.016	0.018	1.061	0.51	0.225	0.193	0.008	0.003	0.014	0.002
		Отклон...					0.04	0.04	0.0550...	0.005	0.011	0.05	0.049	0.04	0.04	0.0130...	0.04	0.04	0.09

Рисунок 3.13 – Результати покрокового пошуку програми «Flare»

Можна побачити, що, дійсно, в даній марці сталі таке відхилення прийнятне і робимо висновок, що маркувальний зразок 9360/M належить розривному 23114/R. Для завершення автопошуку треба натиснути червоний хрестик 1.11.

Щоб додати зразки до відібраних, треба виділити потрібні в таблиці, та натиснути відповідну кнопку 1.15. Кнопка 1.14 відображає відібрані зразки(рис. 3.14), 1.16 видаляє виділені зразки з відібраного.

Кнопкою 1.17 можна легко перемістити виділений зразок до іншого сховища, якщо він випадково потрапив не в те.

The screenshot shows the 'Flare' software window. The main area contains a table with 19 columns: Дата, Время, Номер..., Марка..., Блюм, Кол-во..., Серия, C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Mo, Cu, Al, V, W, Ti. The table contains 6 rows of data. To the right of the table is a control panel with sections: 'Ручной поиск' (Manual search) with a search icon and a text input field; 'Автопоиск' (Auto search) with a search icon, a right arrow, and an 'i' icon; a checkbox 'обр. за шаг' (steps per scan) with a value of 5; and 'Таблица' (Table) with icons for save, print, delete, and add. At the bottom of the window are four buttons: 'Сохранить' (Save), 'Импорт из Excel' (Import from Excel), 'Удалить' (Delete), and 'Добавить' (Add).

Дата	Время	Номер...	Марка...	Блюм	Кол-во...	Серия	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	W	Ti
28.12.2...	13:04:32	22382R			0		0.542	0.325	0.756	0.014	0.01	1.077	1.823	0.462	0.185	0.02	0.073	0.014	0.003
22.12.2...	15:34:55	9391M	17G1C	23291	7	1*1	0.202	0.316	1.204	0.017	0.014	0.143	0.26	0.039	0.259	0.017	0.001	0.013	0.002
22.12.2...	02:46:47	9390/5	09G2C	23288	3		0.088	0.576	1.388	0.021	0.02	0.139	0.288	0.038	0.221	0.022	0.001	0.013	0.002
21.12.2...	14:42:18	9388M	17G1C	23279	6	1*1	0.193	0.356	1.345	0.016	0.011	0.185	0.138	0.022	0.211	0.063	0.001	0.013	0.002
19.12.2...	09:44:13	9389/4	S355J2...	23285	3		0.196	0.385	1.311	0.014	0.009	0.143	0.137	0.021	0.269	0.02	0.001	0.009	0.004
18.12.2...	23:25:11	9387M	С135	23277	2	2*2	0.346	0.308	0.552	0.007	0.017	0.186	0.151	0.031	0.304	0.016	0.001	0.01	0.002

Рисунок 3.14 – сховище відібраних зразків програми «Flare»

Як можна побачити на рисунку нижче (рис. 3.15), програма успішно запускається і працює на віртуальній машині з ОС Windows XP. На рисунку 3.16 зображено файли програми після роботи з нею.

Дата	Время	Номер	Марка	Блюм	Кол-во	Серия	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	W	Ti
31.12.22.	04:51:49	940210	20X13	23377	3		0.22	0.365	0.307	0.042	0.016	12.01	0.611	0.136	0.175	0.007	0.019	0.026	0.016
30.12.22.	13:40:18	9401M	SAE41	23371	6	2*2	0.439	0.232	0.984	0.013	0.018	1.066	0.526	0.223	0.273	0.003	0.003	0.009	0.009
30.12.22.	13:38:38	9400M	SAE41	23366	5		0.419	0.291	0.981	0.014	0.021	1.054	0.509	0.249	0.265	0.004	0.002	0.011	0.002
30.12.22.	05:13:40	9399S	18X0T	23363	0		0.184	0.313	0.865	0.017	0.025	1.153	0.191	0.054	0.247	0.008	0.019	0.005	0.141
29.12.22.	23:00:15	9398M	SAE41	23350	13	2*	0.428	0.279	1.018	0.014	0.018	1.097	0.595	0.221	0.255	0.019	0.002	0.012	0.002
29.12.22.	23:06:16	9397M	SAE41	23336	14	1*2	0.44	0.299	0.986	0.012	0.016	1.051	0.481	0.242	0.231	0.013	0.002	0.011	0.002
29.12.22.	10:21:51	9396M	SAE41	23320	16	2*2	0.421	0.269	1.045	0.016	0.02	1.086	0.462	0.225	0.314	0.02	0.003	0.011	0.002
29.12.22.	10:19:33	9395M	SAE41	23305	15	1*2	0.432	0.259	1.034	0.019	0.017	1.033	0.544	0.231	0.262	0.005	0.002	0.011	0.001
29.12.22.	19:38:11	9394S	09G2C	23302	3		0.094	0.558	1.362	0.031	0.017	0.143	0.296	0.095	0.304	0.214	0.001	0.012	0.004
23.12.22.	08:11:17	9393S	20GL	23301	1		0.147	0.262	1.29	0.027	0.027	0.14	0.486	0.1	0.453	0.009	0.001	0.012	0.001
23.12.22.	02:13:55	9392A	09G2C	23298	3		0.077	0.59	1.453	0.018	0.016	0.117	0.216	0.046	0.19	0.023	0.001	0.011	0.002
22.12.22.	15:34:55	9391M	17G1C	23291	7	1*1	0.202	0.318	1.204	0.017	0.014	0.143	0.26	0.039	0.259	0.017	0.001	0.013	0.002
22.12.22.	02:46:47	9390S	09G2C	23288	3		0.088	0.576	1.388	0.021	0.02	0.139	0.288	0.038	0.221	0.022	0.001	0.013	0.002
21.12.22.	14:42:18	9388M	17G1C	23279	6	1*1	0.193	0.356	1.345	0.016	0.011	0.185	0.138	0.022	0.211	0.063	0.001	0.013	0.002
19.12.22.	09:44:13	9389A	S355J2	23295	3		0.196	0.385	1.311	0.014	0.009	0.143	0.137	0.021	0.269	0.02	0.001	0.009	0.004
18.12.22.	23:25:11	9387M	CI35	23277	2	2*2	0.346	0.308	0.552	0.007	0.017	0.186	0.151	0.031	0.304	0.016	0.001	0.01	0.002
18.12.22.	23:18:14	9386M	CI35	23274	3	1*2	0.344	0.419	0.557	0.01	0.008	0.211	0.145	0.033	0.176	0.036	0.002	0.013	0.003
17.12.22.	22:57:20	9385M	21CM	23271	3	2*2	0.204	0.38	0.371	0.022	0.019	1.26	0.466	1.14	0.189	0.014	0.275	0.016	0.002
17.12.22.	22:55:14	9384M	21CM	23267	4	1*2	0.22	0.345	0.36	0.021	0.015	1.288	0.425	1.0	0.172	0.015	0.27	0.017	0.002
16.12.22.	22:17:23	9383M	34CNI	23254	3	2*2	0.308	0.262	0.585	0.012	0.016	1.363	1.546	0.284	0.179	0.024	0.004	0.014	0.002
16.12.22.	22:14:31	9382M	34CNI	23261	3	1*2	0.317	0.226	0.546	0.014	0.013	1.336	1.478	0.197	0.174	0.026	0.002	0.015	0.003
15.12.22.	22:50:14	9381M	SAE41	23248	13	2*2	0.422	0.239	1.022	0.016	0.019	1.239	0.72	0.233	0.267	0.005	0.004	0.014	0.001
15.12.22.	22:48:35	9380M	SAE41	23238	10	1*2	0.43	0.283	1.015	0.017	0.015	1.06	0.547	0.248	0.267	0.005	0.003	0.015	0.002
15.12.22.	11:19:01	9379S	40X	23205	3		0.371	0.249	0.553	0.009	0.011	0.881	0.292	0.069	0.195	0.012	0.001	0.016	0.002
14.12.22.	23:06:29	9377M	55MUC	23230	3	1*1	0.542	0.277	0.749	0.019	0.01	1.126	1.572	0.432	0.201	0.014	0.005	0.015	0.005
14.12.22.	22:49:23	9379M	34CNI	23236	2	2*2	0.308	0.238	0.554	0.011	0.011	1.358	1.58	0.289	0.21	0.023	0.003	0.016	0.003
14.12.22.	22:43:13	9378M	34CNI	23233	3	1*2	0.316	0.228	0.591	0.015	0.013	1.392	1.54	0.253	0.204	0.007	0.004	0.015	0.002
13.12.22.	22:49:03	9375M	SAE41	23220	7	2*2	0.441	0.297	1.17	0.015	0.018	1.107	0.502	0.226	0.255	0.007	0.004	0.015	0.002
13.12.22.	22:44:32	9374M	SAE41	23213	7	1*2	0.426	0.226	1.019	0.022	0.012	1.09	0.458	0.215	0.234	0.004	0.003	0.016	0.002
13.12.22.	09:44:36	9376S	SAE41	23227	3		0.431	0.347	0.997	0.017	0.015	1.093	0.466	0.219	0.223	0.016	0.004	0.017	0.003
11.12.22.	10:09:44	9379M	SAE41	23208	5	1*1	0.449	0.273	1.022	0.018	0.02	1.051	0.398	0.218	0.242	0.023	0.004	0.019	0.004
11.12.22.	02:01:44	9372A	40X	23205	3		0.376	0.278	0.635	0.02	0.029	1.005	0.219	0.045	0.194	0.033	0.002	0.017	0.003
10.12.22.	09:15:55	9370M	SAE41	23193	9	2*2	0.426	0.368	1.283	0.015	0.023	1.115	0.417	0.22	0.232	0.063	0.006	0.019	0.005
10.12.22.	09:12:39	9369M	SAE41	23188	5	1*2	0.433	0.256	1.075	0.013	0.019	1.097	0.513	0.255	0.255	0.023	0.005	0.018	0.003
10.12.22.	07:27:20	9371S	CI45	23202	3		0.438	0.232	0.62	0.01	0.024	0.201	0.221	0.051	0.183	0.01	0.001	0.017	0.002
09.12.22.	20:24:40	9367M	SAE41	23173	8	2*2	0.44	0.368	1.018	0.017	0.021	1.05	0.425	0.234	0.315	0.017	0.005	0.021	0.004

Рисунок 3.15 – сховище відібраних зразків програми «Flare»

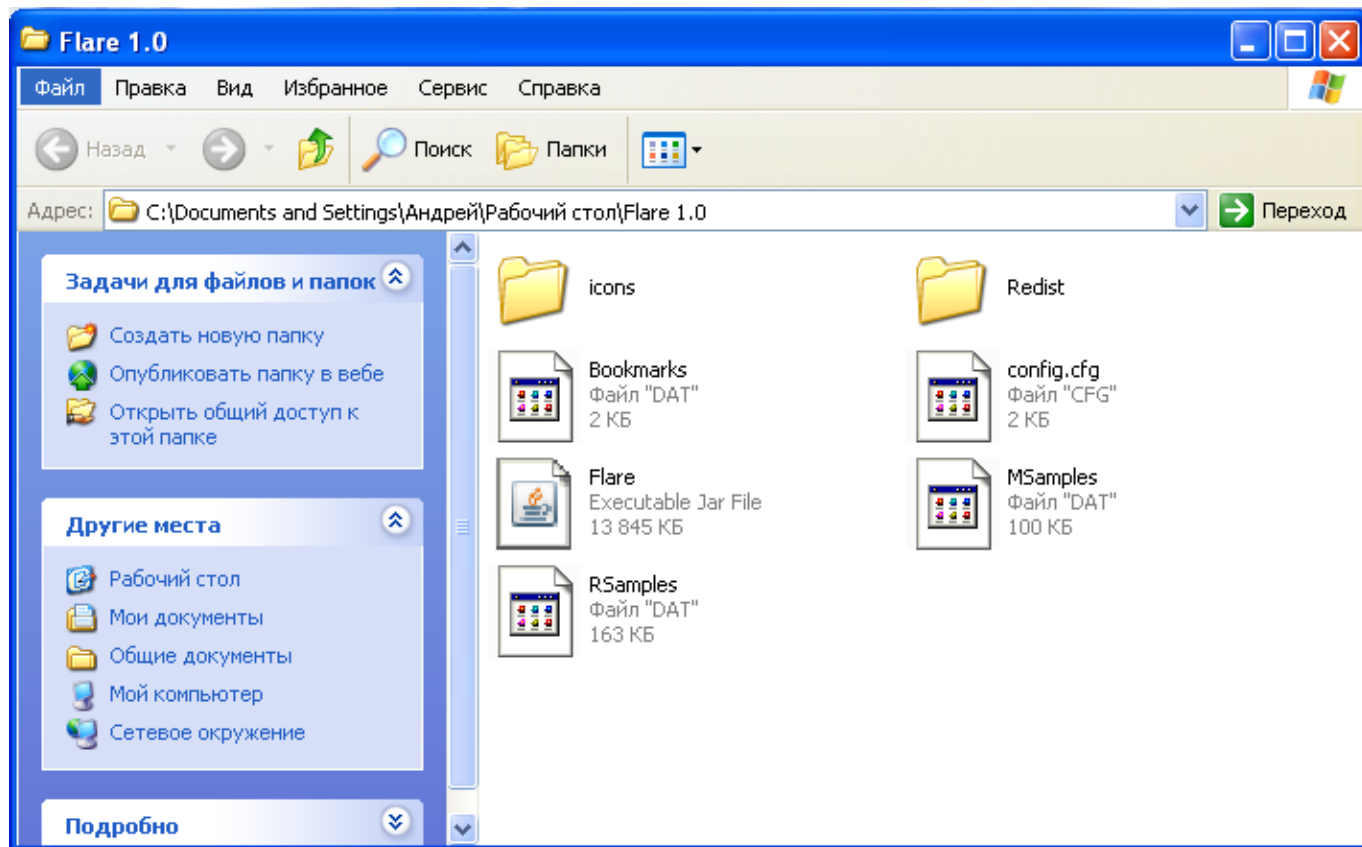


Рисунок 3.16 – Створені програмою «Flare» файли

## ВИСНОВКИ

Задача підтримки діяльності операторів складних систем є дуже актуальною, оскільки немає універсальної інформаційної технології, яка б виконувала свої задачі незалежно від специфіки складної системи та дій оператора. Але є загальні підходи до створення архітектури таких інформаційних технологій.

Результатом дипломного проекту є програмний продукт з використанням алгоритмів, які допомагають прийняти рішення оператору аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції, запобігти наступних помилок та виявити існуючі.

За допомогою інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, зручності у використанні та роботі з даними, дана інформаційна технологія прискорює загальну швидкість роботи оператора, порівняно з аналогами.

Програмний продукт введений в робочий процес ДП «Завод ОБ та ВТ», та належним чином виконує свої функції.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи металургійного виробництва металів і сплавів / Д.Ф. Чернега та ін.; За ред. Д.Ф. Чернеги, Ю.Я. Готвянського. - К. : Вища школа, 2006. - 503 с.
2. N. Xiong, "Application of Artificial Intelligence Technology in Decision Support Software," 2019 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS), 2019, pp. 199-202, doi: 10.1109/ICVRIS.2019.00056.
3. E. Melamed-Varela, G. Rodríguez-Calderón and A. B. Blanco-Ariza, "Knowledge management and decision support systems : A bibliometric review," 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2020, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI49556.2020.9141079.
4. A L Zolkin et al 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 2094 052059
5. E. A. Burkov et al "Analysis of Impact of Marginal Expert Assessments on Integrated Expert Assessment," 2020 XXIII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), 2020, pp. 14-17, doi: 10.1109/SCM50615.2020.9198772.
6. P I Paderno et al 2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1703 012047
7. Lavrov, E., Pasko, N., Krivodub, A., Barchenko, N. and Kontsevich, V., 2016. Ergonomics of IT outsourcing. Development of a mathematical model to distribute functions among operators. Eastern European Journal of Enterprise Technologies, 4(80), pp.32-40.
8. Ogurtsov E et al. 2016 Microcontroller navigation and motion control system of the underwater robotic complex ARPN J. of Engineering and Applied Sciences 11(9) 3110-21
9. E. Lavrov, N. Pasko, O. Siryk, O. Burov and M. Natalia, "Mathematical Models for Reducing Functional Networks to Ensure the Reliability and Cybersecurity of Ergatic Control Systems," 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), 2020, pp. 179-184, doi: 10.1109/TCSET49122.2020.235418.
10. E. Lavrov, N. Pasko, O. Siryk, O. Burov and M. Natalia, "Mathematical Models for Reducing Functional Networks to Ensure the Reliability and Cybersecurity of

Ergatic Control Systems," *2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, 2020, pp. 179-184, doi: 10.1109/TCSET49122.2020.235418.

11. E. A. Lavrov, P. I. Paderno, A. A. Volosiuk, N. B. Pasko and V. I. Kyzenko, "Decision Support Method for Ensuring Ergonomic Quality in Polyergatic IT Resource Management Centers," *2019 III International Conference on Control in Technical Systems (CTS)*, 2019, pp. 148-151, doi: 10.1109/CTS48763.2019.8973265.

12. E. Lavrov, N. Pasko and V. Borovyk, "Management for the Operators Activity in the Polyergatic System. Method of Functions Distribution on the Basis of the Reliability Model of System States," *2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632102.

13. E. Lavrov, G. Kozhevnykov, N. Pasko, V. Gonchar and V. Mukoseev, "Improvement for Ergonomic Quality of Man-Machine Interaction in Automated Systems based on the Optimization Model," *2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, 2018, pp. 735-740, doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632074.

14. E. Lavrov, O. Siryk, B. Rybalov and D. Velykodnyi, "The Method of Adaptive Control of the Process of Human-Machine Interaction to Ensure the Reliability and Efficiency of Automated Control Systems," *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 403-407, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772126.

15. E. Lavrov *et al.*, "Mathematical Models and Decision Support System for the Efficiency and Ergonomic Quality of IT Service Management Systems," *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 506-510, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772245.

16. E A Lavrov et al 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1047 012117

17. E. Lavrov, O. Siryk, Y. Chybiriak, L. Danilova, V. Nahornyi and S. Vakal, "A Model for the Organization of Adaptive Dialogue Interaction "Man-Computer" Taking into Account the Requirements of Reliability and Efficiency," *2021 IEEE 4th International*

Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT), 2021, pp. 31-35, doi: 10.1109/AICT52120.2021.9628939.

18. E. Lavrov, N. Barchenok, O. Lavrova and N. Savina, "Models of the Dialogue “Human - Computer” for Ergonomic Support of E-Learning," 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT), 2019, pp. 187-190, doi: 10.1109/AIACT.2019.8847763.

19. E. Lavrov, A. Tolbatov, N. Pasko and V. Tolbatov, "Ergonomie reserves for improving reliability of data processing in distributed banking systems," 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT), 2017, pp. 79-82, doi: 10.1109/AIACT.2017.8020070.

20. E. Lavrov, N. Pasko, O. Siryk, P. Paderno and E. Burkov, "Models and Information Technology for Reliable Design of the Functioning Processes of Flexible Production Systems as Complex Human-Machine Systems," 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), 2020, pp. 673-678, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467894.

21. E A Vereschagina *et al* 2021 *J. Phys.: Conf. Ser.* 1889 022001

22. Бельдієв А. С. , Лавров Є.А. Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції// “Інформатика, математика, автоматика” (ІМА – 2022) Матеріали та програма наукової конференції молодих учених (Суми – Нур-Султан, 18–22 квітня 2022 року), Суми, СУМДУ, 2022- с.95

23. [DIA] – Analyses Management [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://analyses-management.com> (дата звернення: 05.12.2021).

24. SPECTROLAB | ТОВ «СПЕКТРО-УКРАЇНА» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://spectro-ukraine.com.ua/stationarni-analizatory-metaliv/spectrolab> (дата звернення: 25.05.2022).

25. DIA2000, DIA2000SE - All information before your update [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dia2000.com> (дата звернення: 25.05.2022).

26. Update DIA2000 software to Windows 10: contact us! [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.fp-lims.com/en/fp-lims-software-solution/dia-2000-windows-upgrade-10/> (дата звернення: 25.05.2022).

27. LIMS prices and information about the different versions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.fp-lims.com/en/lims-software-prices-and-versions/> (дата звернення: 25.05.2022).

28. Microsoft Excel, програма для роботи з електронними таблицями [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/excel> (дата звернення: 25.05.2022).

29. Придбати Microsoft Excel [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.microsoft.com/uk-UA/microsoft-365/p/excel/CFQ7TTC0HR4R> (дата звернення: 25.05.2022).

30. FP-LIMS software solution for unique laboratory analyses. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.portableas.com/fink-partner/fp-lims/> (дата звернення: 25.05.2022).

31. FP-LIMS Analysis Management [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.fp-lims.com/en/lims-software/analysis-management/> (дата звернення: 25.05.2022).

**ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**на розробку**

**«Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу  
хімічного складу зразків ливарної продукції»**

# **1. Призначення й мета інформаційної технології підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції**

## **1.1 Призначення інформаційної технології**

Програмний додаток призначений для підтримки діяльності інженерів спектрального аналізу ДП «ОБ та ВТ».

## **1.2 Мета створення інформаційної технології**

Головна мета проекту – це створення програмного додатку для підтримки діяльності інженерів спектрального аналізу ДП «ОБ та ВТ», використання якого забезпечить належну організацію роботи даного підприємства за рахунок автоматизації частини процесів в спектральній лабораторії.

## **1.3 Цільова аудиторія**

Цільовою аудиторією даного проекту є дочірнє підприємство завод «ОБ та ВТ» зокрема працівники спектральної лабораторії, які зацікавлені в пришвидшенні процесу виробництва.

## **2 Вимоги до проекту**

### **2.1 Вимоги до проекту в цілому**

#### **2.1.1 Вимоги до структури й функціонування**

Інформаційна технологія організації діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції повинна бути реалізована для ОС Windows XP та забезпечувати визначений набір функціональних можливостей.

Кінцевий продукт даного проекту має бути представлений програмним додатком, який містить якісне функціональне наповнення та зрозумілий інтерфейс.

### **2.1.2 Вимоги до персоналу**

Персонал не повинен мати особливих технічних навичок для роботи з додатком, але інтерфейс та функціонал буде зрозумілий саме фахівцям, тож потрібно мати професійні навички та навички користування персональним комп'ютером.

### **2.1.3 Вимоги до збереження інформації**

Уся інформація надана у додатку повинна зберігатися у внутрішній базі даних програми, реалізованій засобами мови Java 7.

### **2.1.4 Вимоги до розмежування доступу**

Розроблюваний програмний додаток має бути загальнодоступним серед всіх працівників лабораторії.

## **2.2 Структура інформаційної технології**

### **2.2.1 Загальна інформація про структуру інформаційної технології**

До структури програмного додатку входять усі елементи його головного вікна та вікна, що впливають.

Перелік елементів програмного додатку наступний:

1. Головна таблиця з даними, що наразі зберігаються в базі даних. В залежності від операцій, буде показувати отриманий результат;
2. Стрічка пошуку призначена для знаходження результатів маркувальних або розривних зразків за назвою;
3. Вікно всіх операцій;
4. Вікно пошуку за хімічним складом дозволить шукати зразки через введення приблизного хімічного складу. Додаток знайде найбільш підходящі записи;
5. Вікно налаштувань в якому можна задавати параметри пошуку, визначення помилок, області видимості записів при співставленні результатів;

6. Елементи керування даними (додавання елементів вручну або через Excel, редагування, видалення, оновлення таблиці);
7. Кнопки виконання основних операцій (пошуку відповідності розривного до маркувального зразка, тощо).

### **2.2.2 Навігаційне меню**

Для зручної навігації головні елементи оперування будуть знаходитись в шапці програми та мати зрозумілий вигляд кнопок.

### **2.2.3 Управління контентом**

Управління контентом програмного додатку має здійснюватися за допомогою елементів оперування елементами таблиці. Усе інформаційне наповнення програмного додатку має міститися у базі даних.

### **2.2.4 Дизайн продукту**

Дизайн програмного додатку має бути виконаний у мінімалістичному стилі. Види і розміри шрифтів повинні бути комфортними для перегляду. Інформаційні блоки, елементи керування та інші елементи головного вікна повинні мати зручне і логічне розташування. Шаблон майбутнього програмного продукту зображено на рисунку А.1



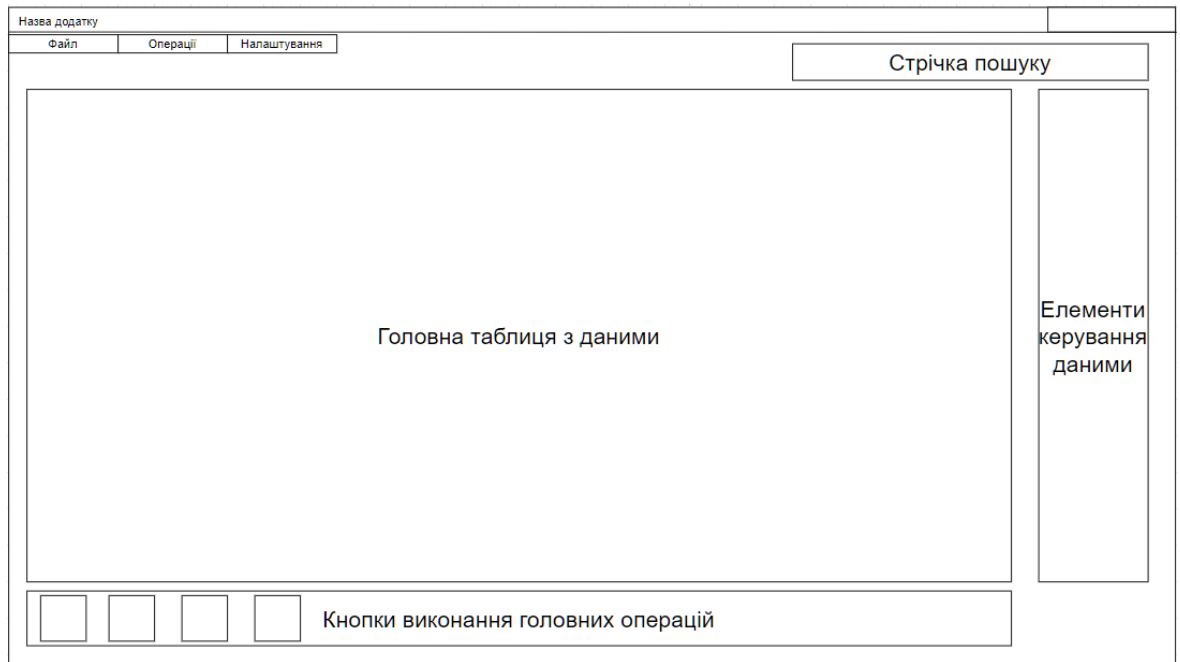


Рисунок А.1 – Схема головної сторінки

#### 2.2.4 Система навігації (карта інформаційної технології)

Карта інформаційної технології зображена на рисунку А.2.

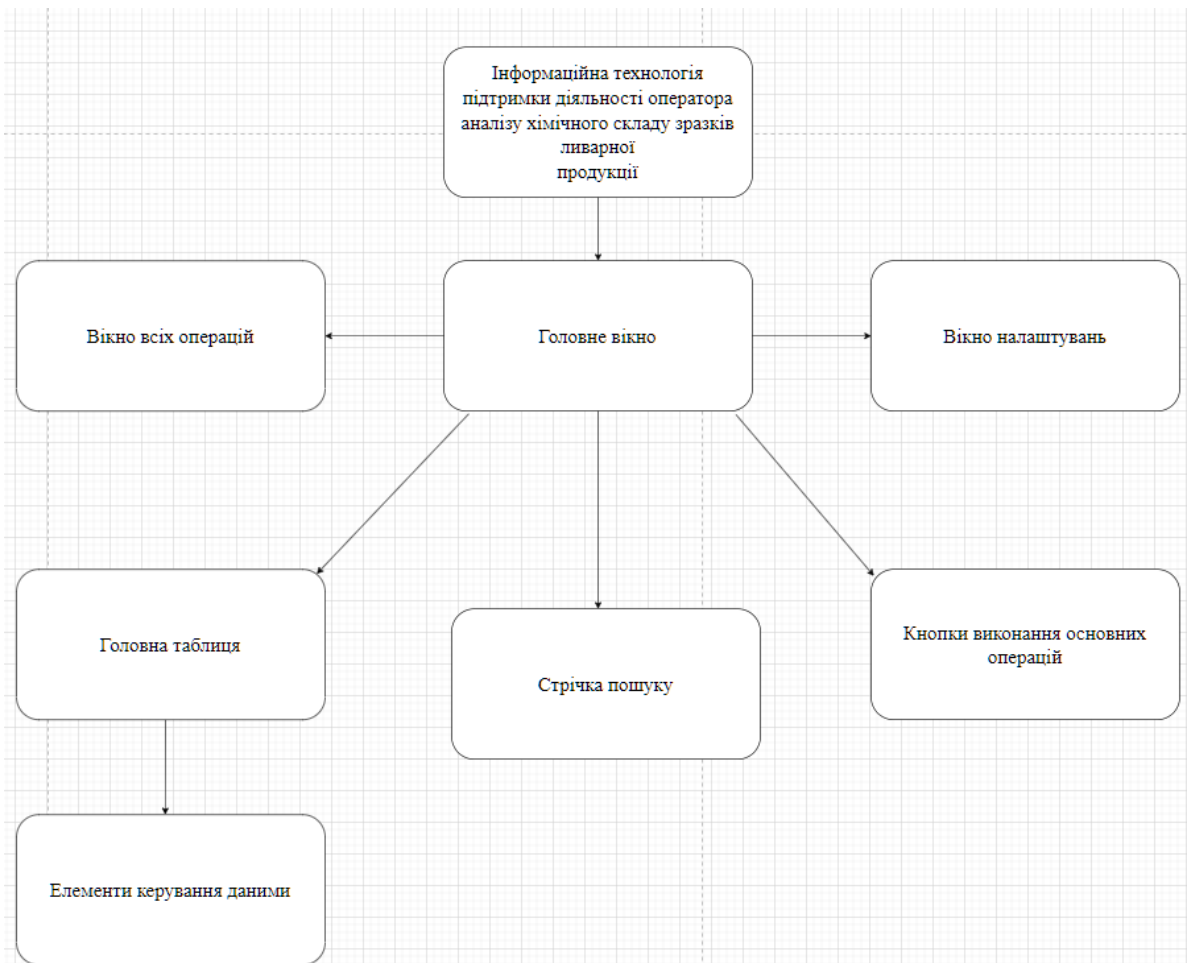


Рисунок А.2 – Система навігації

## 2.3 Вимоги до видів забезпечення

### 2.3.1 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

Весь текст у програмному додатку має бути виконаний російською або англійською мовою.

### 2.3.2 Вимоги до програмного забезпечення

Для забезпечення стабільної роботи програмного продукту комп'ютер повинен мати не менше 100 Мб вільного простору, 256 Мб оперативної пам'яті, процесор з частотою не менше 1 ГГц.

## 2.4 Вимоги до функціонування системи

### 2.4.1 Потреби користувача

Потреби користувача, визначені на основі рішення замовника, представлені у таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Потреби користувача

<b>ID</b>	<b>Потреби користувача</b>	<b>Джерело</b>
UN-01	Перегляд даних в таблиці	Клієнт
UN-02	Додавання/редагування/видалення даних	Клієнт
UN-03	Імпорт даних з таблиць Excel	Клієнт
UN-04	Пошук відповідного маркувального зразка за хімічним складом розривного зразка, або подібного	Клієнт
UN-05	Пошук помилок в розривному зразку (маркувальний зразок з хімічним складом не знайдено, розривний зразок належить до плавки під іншим номером, розривний зразок взято з середини блюму, тож він не дійсний)	Клієнт
UN-06	Пошук зразків за назвою або хімічним складом	Клієнт
UN-07	Можливість налаштування поля видимості для пошуку, відхилень хімічного складу, кількості подібних результатів	Клієнт
UN-08	Підтримка ОС Windows XP	Клієнт

### 2.4.2 Системні вимоги

Проаналізувавши потреби персоналу підприємства було визначено наступні вимоги:

1. наявність бази даних з можливістю зміни даних;
2. підтримка Windows XP;
3. модуль пошуку помилок хімічного складу;
4. можливість шукати зразки за назвою (номером);
5. можливість імпорту даних з Excel;
6. Пошук відповідності розривного зразка до маркувального за номером та потім перевірка за хімічним складом;
7. можливість налаштування властивостей пошуку зразків та помилок.

### 3 Склад і зміст робіт зі створення інформаційної технології

Детальний опис етапів створення проекту наведено в таблиці А.2.

Таблиця А.2 – Етапи створення програмного додатку

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки
1	Розробка шаблону програмного додатку	2 дні
2	Розробка бази даних та методів зберігання даних	10 днів
3	Розробка модулів програмного додатку	30 днів
4	Розробка інтерфейсу	7 днів
5	Створення оболонки	7 днів

6	Пакування файлів додатку	2 дні
7	Тестування	8 днів
8	Перевірка працездатності	2 дні
9	Написання супровідної документації	2 дні
10	Реліз програмного додатку	1 день
	Загальна тривалість робіт	71 день

**4 Вимоги до складу й змісту робіт  
із введення програмного додатку в експлуатацію**

Програмне забезпечення має поставлятися а архіві, що сам розпаковується.

## ДОДАТОК Б. ПОВНИЙ СПИСОК РОБІТ ПРОЕКТУ

З поширенням тотальної автоматизації у столітті, в якому ми живемо, пришвидшується робота та виробництво в усіх сферах діяльності. Підприємства, в яких раніше було виробництво, сконцентроване на ручній роботі, наразі переходить до спрощення процесів саме завдяки інформаційним технологіям.

Розробивши програмний додаток для спектральної лабораторії металургічного підприємства, можна значно пришвидшити процес аналізу зразків металу та збільшити кількість плавок на день.

**Деталізацію мети проекту виконують за допомогою SMART-методу.** SMART-метод дозволяє конкретно сформулювати цілі, призначення, часові обмеження проекту.

Для даного проекту формат постановки SMART-мети такий:

«Розробити інформаційну технологію підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції з можливістю перевірки помилок у відповідності зразків до кінця 4 курсу для скорочення часу виробництва на підприємстві».

Результати деталізації мети даного проекту представлено в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Деталізація мети проекту методом SMART

Specific	Скорочення часу виробництва ливарної продукції
Measurable	Створений програмний додаток підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції
Achievable	Даний проект можна завершити вчасно враховуючи обсяги роботи та технічне завдання
Relevant	Для підвищення швидкості виробництва та прибутку
Time-framed	Є конкретний термін – до кінця 4 курсу (06 червня 2022 р.).

WBS – це графічне відображення цілей проекту у вигляді ієрархії, де йде поділ по групам від глобальних цілей до більш конкретних.

На першому рівні WBS розміщено продукт проекту. На другому рівні розташовано глобальні дії для досягнення мети. На наступних рівнях йде розбиття задач на все більш прості, доки вони не стануть елементарними, тобто такими, які можна сформулювати конкретно із зазначенням часу на виконання та розподіл людей.

Елементарною можна вважати задачу, яку не можна розділити на простішу, або якщо це не потрібно в рамках проекту через зрозумілість цілі вже на даному етапі конкретизації.

Планування у вигляді WBS можна побачити на рисунку Б.1.

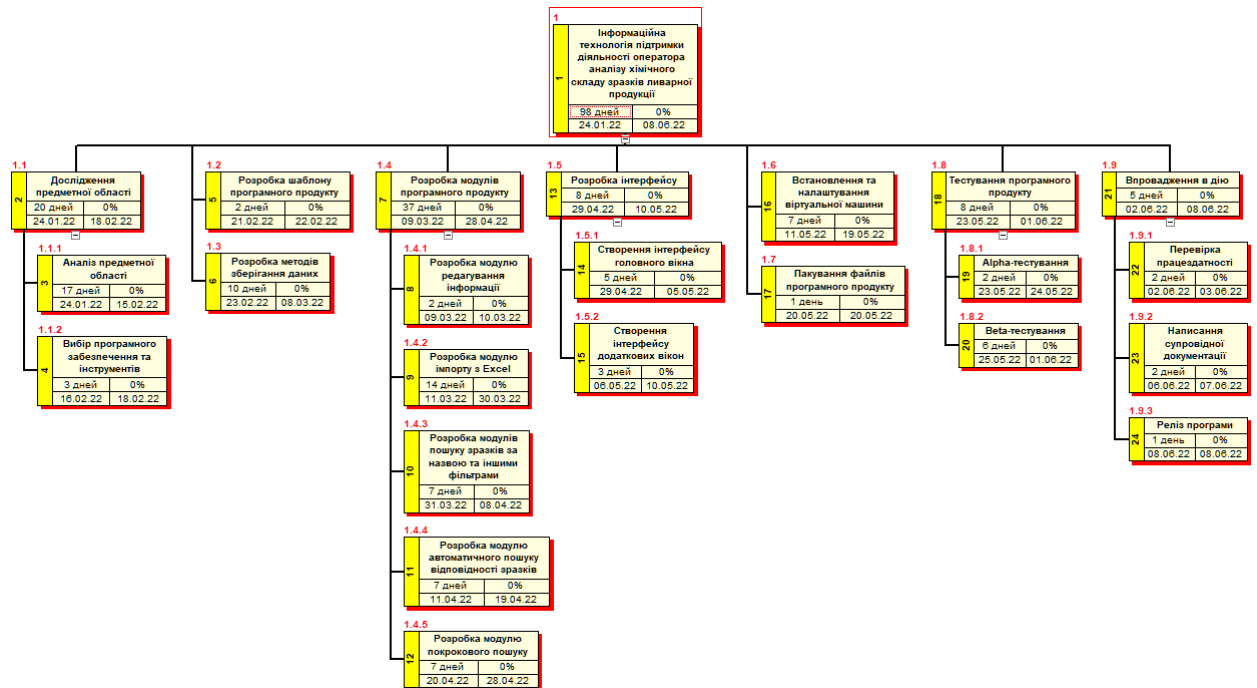


Рисунок Б.1 – Планування змісту структури робіт IT-проекту WBS

**Планування структури виконавців.** Після визначення цілей треба закріпити їх за учасниками проекту. Це відображається в діаграмі OBS - організаційна структура планування, де замість назви цілі вписано імена людей, закріплених за проектом. На рисунку Б.2 зображено OBS-структуру. Матрицю відповідальності за цілі проекту описано в таблиці Б.2.

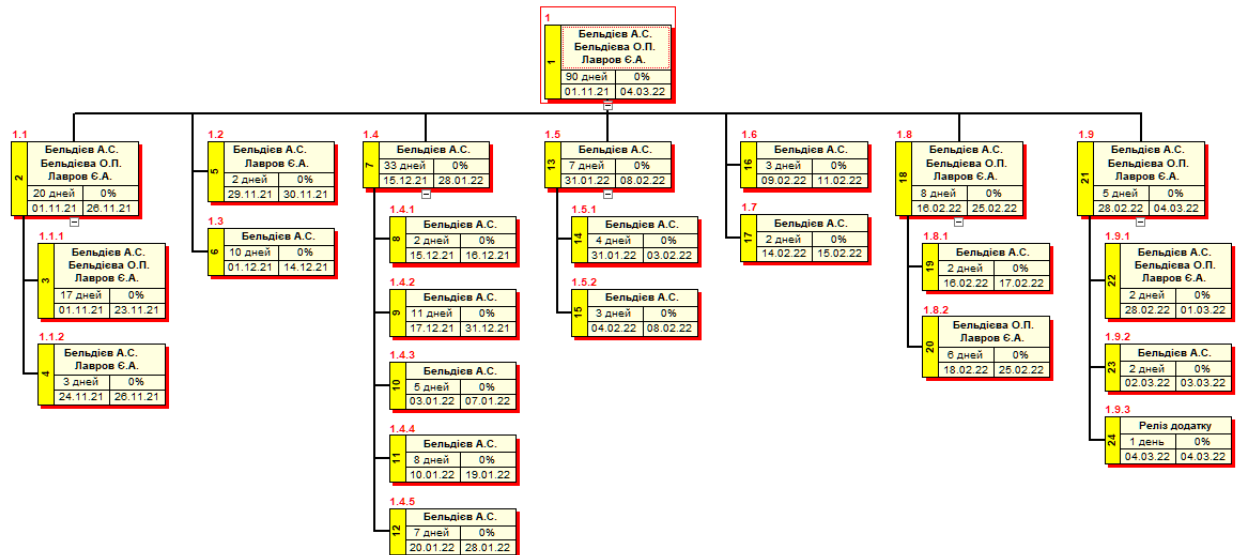


Рисунок Б.2 – OBS-структура проекту

Таблиця Б.2 – Матриця відповідальності

WBS/OBS	Бельдієв А.С.	Бельдієва О.П.	Лавров Є.А.
<b>Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції</b>			
<b>1. Дослідження предметної області</b>			
1.1. Аналіз предметної області	+	+	+
1.2. Вибір програмного забезпечення та інструментів	+		+
<b>2. Розробка шаблону програмного продукту</b>	+		+
<b>3. Розробка методів зберігання даних</b>	+		
<b>4. Розробка модулів програмного продукту</b>			



4.1. Розробка модулю редагування інформації	+		
4.2. Розробка модулю імпорту з Excel	+		
4.3. Розробка модулів пошуку зразків за назвою та іншими фільтрами	+		
4.4. Розробка модулю автоматичного пошуку відповідності зразків	+		
4.5. Розробка модулю покрокового пошуку	+		
<b>5. Розробка інтерфейсу</b>			
5.1 Створення інтерфейсу головного вікна	+		
5.2 Створення інтерфейсу додаткових вікон	+		
<b>6. Встановлення та налаштування віртуальної машини</b>	+		
<b>7. Пакування файлів програмного продукту</b>	+		
<b>8. Тестування програмного продукту</b>			
8.1. Alpha-тестування	+		

8.2. Beta-тестування		+	+
<b>9. Впровадження в дію</b>			
9.1. Перевірка працездатності	+	+	+
9.2. Написання супровідної документації	+		

**Діаграма Ганта.** Потрібна для розробки плану проекту і формування розкладу. Дозволяє отримати графічне представлення об'єму роботи та їх тривалості з урахуванням календарних вихідних та святкових днів. Діаграму Ганта можна побачити на рисунку Б.3 нижче.

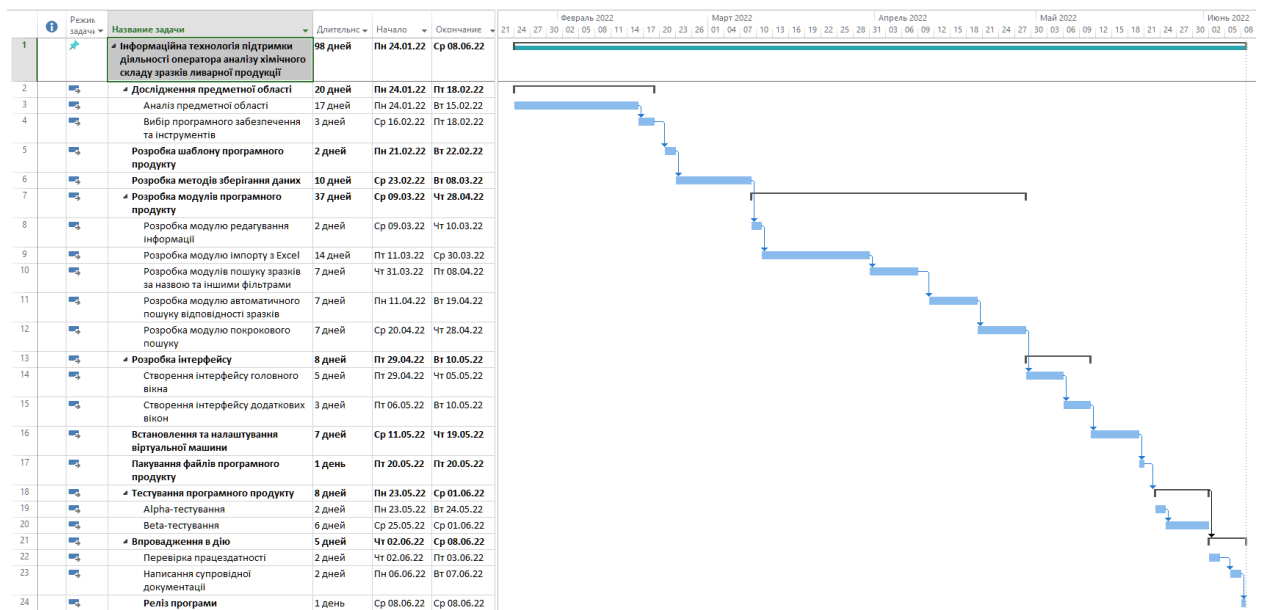


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта

**Управління ризиками проекту.** При роботі над проектом слід брати до уваги можливі ризики, щоб розробити стратегію їх усунення. Тип ризику залежить від його критичності та впливає на стратегію реагування на нього. Далі оцінюється кількість та якість ризиків. Нижче можна побачити шкалу оцінювання ризиків за ймовірністю та впливом на проект (таблиця Б.3). Саме за нею виконується оцінка наслідків впливу на проект.

Таблиця Б.3 – Шкала оцінювання ризиків за ймовірністю виникнення та величиною впливу

Оцінка	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Тип ризику
1	Низька	Низький	Прийнятні
2	Середня	Середній	Виправдані
3	Висока	Високий	Недопустимі

Можна сформуванати матрицю ймовірності та впливу, куди розміщуються власне ризики. Помноживши рядок на стовпець отримується ранг, який визначає тип конкретного ризику (таблиця Б.4). Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – недопустимі.

Таблиця Б.4 – Матриця ймовірності та впливу

Ймовірність ризику (Й)	Вплив загрози				
	Дуже малий	Малий	Середній	Великий	Дуже великий
	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8
0.9					
0.7					
0.5				R6(0,20)	
0.3				R3(0,12)	
0.1			R5(0,02)	R1(0,04), R4(0,04)	R2(0,8)

У таблиці Б.5 можна побачити розподіл номерів ризиків за рівнем. У таблиці Б.6 розроблено заходи реагування на виявлені ризики проекту на основі попередньо представлених даних.

Таблиця Б.5 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

№	Назва	Межі	Ризики, які входять(номера)
1	Прийнятні	$0.005 \leq R \leq 0.05$	1,4,5
2	Виправдані	$0,05 < R \leq 0,14$	3
3	Недопустимі	$0,14 < R \leq 0,72$	2,6

Таблиця Б.6 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_1	Відкритий	Нестабільна робота на етапі релізу	Середня	Середній	0,04	1. Перевірити роботоздатність на різних комп'ютерах або віртуальних машинах	Зменшення	При виникненні проблем зі стабільністю роботи програми, треба опитати працівників щодо дій, які вони виконували перед появою помилки. Знайти несправність у

								відповідному програмному модулі
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------

Продовження таблиці Б.6 – Ризики та стратегії реагування

RS_2	Відкритий	Втрата коду через несправність сховища	Низька	Високий	0,08	1. Використовувати комп'ютер зі стабільним джерелом напруги 2. Зберігати роботу в хмарному сховищі	Ухилення	Домовитися з замовником про відстрочку дедлайну, переписати продукт за допомогою створеної раніше документації та алгоритмів
RS_3	Відкритий	Можливі додаткові задачі в написанні	Низька	Високий	0,12	1. Оволодіти навичками роботи з інструментами, які	Зменшення	Якщо для досягнення цілі основної задачі треба виконати

		<p>програмної реалізації, які не було передбачено</p>				<p>використовуються для розробки в даній галузі 2. Ознайомитись з технологіями, використаними в схожих проектах</p>		<p>задачі, непередбачені спочатку, треба з'ясувати чи можна оволодіти необхідними для виконання навичками за відведений строк для своєчасного виконання проекту. У разі неможливості – оговорити із замовником можливість спростити завдання, зсунути</p>
--	--	---	--	--	--	---	--	---

								строки або запропонувати йому іншу реалізацію.
--	--	--	--	--	--	--	--	---



## Продовження таблиці Б.5 Ризики та стратегії реагування

RS_4	Відкритий	Виконання не в задані строки	Низька	Високий	0,04	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чітко спланувати строки виконання та оговорити їх із замовником</li> <li>2. Оговорити можливість змістити строки в разі вибивання з графіку</li> </ol>	Ухилення	Пояснити замовнику причину затримки та змінити строк дедлайну
RS_5	Відкритий	Непорозуміння між учасниками команди	Низька	Високий	0,02	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ознайомитись з усіма задачами</li> <li>2. Наперед розподілити навантаження між учасниками</li> <li>3. Працювати над створенням</li> </ol>	Зменшення	При виявленні непорозумінь взаємно прийти до спільної думки виділивши час на

						товариських відносин		конструктивне обговорення.
--	--	--	--	--	--	----------------------	--	----------------------------

Продовження таблиці Б.5 Ризики та стратегії реагування

RS_6	Відкритий	Обрані технології не дозволяють виконати всі завдання	Низька	Високий	0,20	<p>1. Ретельно вибрати стек технологій до початку розробки, звернувши увагу на аналоги</p> <p>2. Використати, по можливості, знайомі технології та передбачити модульну реалізацію</p>	Ухилення	<p>Оскільки програма виконується поетапно, треба змінити порядок виконання робіт, віднесши невиконане завдання на кінець. Обрати іншу технологію та вивчити її документацію. Оговорити можливу</p>
------	-----------	---	--------	---------	------	--	----------	--

						3. Вивчити документацію за даною технологією		затримку із замовником.
--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------

## ДОДАТОК В. КОПІЯ АКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ



Я підтверджую  
 Головного інженера  
 ДП «Завод ОБ та ВТ»  
 МОНЯКОВ В.І.  
 8 » 06 2022р.

АКТ

### Впровадження в роботу

Центральної заводської лабораторії ДП «Завод ОБ та ВТ»

результатів наукової роботи

студента групи ІТ-81 Сумського державного університету

Бельдієва Андрія Сергійовича

на тему

«Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції»

Складений 8 червня 2022 р. комісією у складі:

Голова комісії:

*В.о. начальника центральної заводської лабораторії Пушкар О.О.*

Члени комісії:

1. *Інженер спектрального аналізу центральної заводської лабораторії Бельдієва О.П.*
2. *Інженер спектрального аналізу центральної заводської лабораторії Кумеда О.І.*

8 червня 2022 р. комісія провела роботу з визначення впровадження результатів Бельдієва А.С. в робочий процес центральної заводської лабораторії.

### Результати роботи комісії

1. У відділ спектрального аналізу центральної заводської лабораторії передано комп'ютерну програму «Flage».
2. Програма використовується для ідентифікації розривних зразків ливарної продукції до маркувальних зразків плавок і запобігає виникненню помилок у виробничому процесі.

Голова комісії

Члени комісії

*Пушкар О.О.*  
*Бельдієва О.П.*  
*Кумеда О.І.*

*Пушкар О.О.*  
*Бельдієва О.П.*  
*Кумеда О.І.*

**ДОДАТОК Г. КОПІ ПУБЛІКАЦІЙ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «АСТАНА»

**ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,  
АВТОМАТИКА**

**ІМА :: 2022**

**МАТЕРІАЛИ  
та програма**

**МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
МОЛОДИХ УЧЕНИХ**

(Суми – Нур-Султан, 18–22 квітня 2022 року)

Суми  
Сумський державний університет  
2022

### **Інформаційна технологія підтримки діяльності оператора аналізу хімічного складу зразків ливарної продукції**

*Андрій Бельдієв, студент гр. ІТ-81; Євгеній Лавров, професор*

Кафедра ІТ, Сумський державний університет, м. Суми, Україна

**Вступ.** Сучасний світ важко уявити без тих масштабів виробництва металургічної продукції, які можна побачити зараз. Будь-який металевий виріб є, в першу чергу, результатом кропіткої роботи декількох заводів та великої кількості людей. На металургічному заводі ретельно стежать за складом металу та його властивостями для плавки в лабораторії. Для співвіднесення результатів аналізів з різних відділів лабораторії існує сховище даних, де оператори вже пов'язують зразки за хімічним складом.

**Постановка задачі.** На жаль, процедуру відповідного аналізу продукції на підприємстві не автоматизовано і перевірка приналежності за базою даних займає деякий час, оскільки штатне сховище інформації на заводі не передбачає пошук за хімічним складом, а тим паче, не перевіряє правильність зазначених даних зразка. В зв'язку з цим поставлено задачу розробки інформаційної технології аналізу і класифікації зразків ливарної продукції.

**Результати.** Реалізована ІТ забезпечує:

Перегляд та редагування даних в таблиці;

Класифікацію заготовок та пошук відповідного маркувального зразка за хімічним складом розривного зразка,

Пошук зразків за назвою або хімічним складом,

Можливість налаштування поля видимості для пошуку, відхилень хімічного складу, кількості подібних результатів;

Імпорт даних з таблиць Excel.

Сховищем даних є бінарний файл.

Для розроблення інформаційної технології були використані наступні технології: IntelliJ IDEA та мова програмування Java.

**Висновки.** Результати тестового впровадження в роботу підприємства (м. Суми) підтвердили: 1. спрощення процесу аналізу результатів властивостей зразків ; 2. збільшення прибутку завдяки скороченню часу на опрацювання в лабораторії; 3. зменшення напруженості діяльності оператора.

## ДОДАТОК Д. ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ

### Файл Config.java:

```

package Flare.Modules;

import java.awt.*;
import java.io.Serializable;
import lombok.*;

@Data
@Builder
@Getter

public class Config implements Serializable {
    private boolean
dateCheckBox,dateCheckBox1,datePeriodCheckBox,qualityCheckBox,bloomCheckBox,seriaCheckBox,
samplesPerStepCheckBox;
    private Color chemsButton;
    String CDev,SiDev,MnDev,PDev,SDev,CrDev,NiDev,MoDev,CuDev,AlDev,VDev,WDev,TiDev;
    String
CDevAuto,SiDevAuto,MnDevAuto,PDevAuto,SDevAuto,CrDevAuto,NiDevAuto,MoDevAuto,CuDevA
uto,AlDevAuto,VDevAuto,WDevAuto,TiDevAuto;
    String
CStepAuto,SiStepAuto,MnStepAuto,PStepAuto,SStepAuto,CrStepAuto,NiStepAuto,MoStepAuto,CuSte
pAuto,AlStepAuto,VStepAuto,WStepAuto,TiStepAuto,samplesPerStep;
}

```

### Файл MSample.java:

```

package Flare;
import java.io.Serializable;
import lombok.*;

@Data
@Builder
public class MSample implements Serializable {
    private String date,time,sampleNo,quality,bloom, codes,seria,C,Si,Mn,P,S,Cr,Ni,Mo,Cu,Al,V,W,Ti;
}

```

### Файл Program.java:

```

package Flare;
import Flare.Modules.ComplexSearch;
import Flare.Modules.Config;

```

```
import Flare.Modules.ImportFromExcel;
```

```
import javax.swing.*;
import javax.swing.filechooser.FileNameExtensionFilter;
import java.awt.*;
import java.awt.event.FocusAdapter;
import java.awt.event.FocusEvent;
import java.awt.event.WindowAdapter;
import java.awt.event.WindowEvent;
import java.awt.geom.Line2D;
import java.io.File;
import java.io.IOException;
```

```
public class Program {
```

```
    public static void main(String[] args) {
```

```
        JFrame frame = new JFrame("Flare");//TODO: Кнопку переноса образца из одного хранилища в
        другое
```

```
        JFileChooser fileChooser = new JFileChooser();
        Controller controller = new Controller();
        ComplexSearch complexSearcher = new ComplexSearch();
        JButton OpenFile = new JButton("Импорт из Excel");
        JButton SaveTableButton = new JButton("Сохранить");
        JButton deleteButton = new JButton("Удалить");
        JButton addButton = new JButton("Добавить");
        deleteButton.setToolTipText("Удаляет выделенный элемент(-ы)");
        Icon searchIcon = new ImageIcon("icons/search.png");
        Icon settingsIcon = new ImageIcon("icons/settings.png");
        Icon refreshIcon = new ImageIcon("icons/refresh.png");
        Icon MrIcon = new ImageIcon("icons/Mr.png");
        Icon mRIcon = new ImageIcon("icons/Rm.png");
        Icon autoSearchIcon = new ImageIcon("icons/autosearch.png");
        Icon searchNextIcon = new ImageIcon("icons/arrow.png");
        Icon searchStopIcon = new ImageIcon("icons/cross.png");
        Icon autoSearchParamsIcon = new ImageIcon("icons/autosearchparams.png");
        Icon searchInfoIcon = new ImageIcon("icons/info.png");
        Icon changeStorageIcon = new ImageIcon("icons/clean.png");
        Icon bookmarkIcon = new ImageIcon("icons/bookmarks.png");
        Icon addBookmarkIcon = new ImageIcon("icons/addbookmark.png");
        Icon deleteBookmarkIcon = new ImageIcon("icons/deletebookmark.png");
        JButton searchButton = new JButton();
        JButton autoSearchButton = new JButton();
        JButton searchNextButton = new JButton();
        JButton searchStopButton = new JButton();
        JButton searchParamsButton = new JButton();
```



```

JButton searchInfoButton = new JButton();
JButton changeStorageButton = new JButton();
JButton addToBookmarkButton = new JButton();
JButton deleteBookmarkButton = new JButton();
JButton bookmarkButton = new JButton();
JLabel autoSearchSubscr = new JLabel("Автопоиск");
JLabel tableOpsSubscr = new JLabel("Таблица");
JLabel manualSearchSubscr = new JLabel("Ручной поиск");
JCheckBox samplesPerStepCheckBox = new JCheckBox("обр. за шаг");
samplesPerStepCheckBox.setSelected(controller.config.isSamplesPerStepCheckBox());
samplesPerStepCheckBox.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));
autoSearchSubscr.setForeground(Color.GRAY);
autoSearchSubscr.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));
autoSearchSubscr.setForeground(Color.GRAY);
manualSearchSubscr.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));
manualSearchSubscr.setForeground(Color.GRAY);
tableOpsSubscr.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));
tableOpsSubscr.setForeground(Color.GRAY);
searchButton.setIcon(searchIcon);
autoSearchButton.setIcon(autoSearchIcon);
searchNextButton.setIcon(searchNextIcon);
searchStopButton.setIcon(searchStopIcon);
searchParamsButton.setIcon(autoSearchParamsIcon);
autoSearchButton.setIcon(autoSearchIcon);
searchInfoButton.setIcon(searchInfoIcon);
changeStorageButton.setIcon(changeStorageIcon);
bookmarkButton.setIcon(bookmarkIcon);
addToBookmarkButton.setIcon(addBookmarkIcon);
deleteBookmarkButton.setIcon(deleteBookmarkIcon);
changeStorageButton.setToolTipText("Перекидывает образец в другое хранилище");
JButton searchSettingsButton = new JButton();
searchSettingsButton.setIcon(settingsIcon);
searchSettingsButton.setToolTipText("Расширенные параметры поиска");
JTextField searchBox = new JTextField();
JTextField stepBox = new JTextField(controller.config.getSamplesPerStep());
JButton refreshButton = new JButton();
JButton changeSampleTypeButton = new JButton();
changeSampleTypeButton.setIcon(MrIcon);
changeSampleTypeButton.setToolTipText("Для отображения выбраны маркировочные образцы.
Кликните, чтобы отображать разрывные");
refreshButton.setIcon(refreshIcon);
refreshButton.setToolTipText("Заново вывести данные в таблицу");
searchBox.setToolTipText("Введите номер образца для поиска");
JScrollPane output = new JScrollPane(controller.createOutputTable());
output.setBounds(0, 0, 1100, 600);
OpenFile.setBounds(325, 620, 150, 30);
deleteButton.setBounds(525, 620, 150, 30);
SaveTableButton.setBounds(125, 620, 150, 30);
searchBox.setBounds(1105, 40, 136, 30);
autoSearchSubscr.setBounds(1140, 150, 150, 30);
manualSearchSubscr.setBounds(1130, 0, 150, 30);

```

```
tableOpsSubscr.setBounds(1140, 330, 150, 30);
autoSearchButton.setBounds(1105, 190, 30, 30);
searchButton.setBounds(1105, 70, 30, 30);
searchSettingsButton.setBounds(1140, 70, 30, 30);
refreshButton.setBounds(1175, 70, 30, 30);
addButton.setBounds(725, 620, 150, 30);
changeSampleTypeButton.setBounds(1210, 70, 30, 30);
searchNextButton.setBounds(1140, 190, 60, 30);
searchStopButton.setBounds(1205, 190, 30, 30);
searchParamsButton.setBounds(1105, 225, 30, 30);
changeStorageButton.setBounds(1210, 370, 30, 30);
bookmarkButton.setBounds(1105, 370, 30, 30);
addToBookmarkButton.setBounds(1140, 370, 30, 30);
deleteBookmarkButton.setBounds(1175, 370, 30, 30);
samplesPerStepCheckBox.setBounds(1100, 275, 100, 30);
stepBox.setBounds(1210, 275, 20, 30);
searchInfoButton.setBounds(1205, 225, 30, 30);
autoSearchButton.setEnabled(false);
searchNextButton.setEnabled(false);
searchStopButton.setEnabled(false);
searchInfoButton.setEnabled(false);
frame.setSize(1265, 720);
frame.setResizable(false);
frame.getContentPane().setLayout(null);
frame.setLocation(400, 150);
frame.add(OpenFile);
frame.add(deleteButton);
frame.add(SaveTableButton);
frame.add(output);
frame.add(searchButton);
frame.add(searchSettingsButton);
frame.add(refreshButton);
frame.add(addButton);
frame.add(changeSampleTypeButton);
frame.add(searchBox);
frame.add(autoSearchSubscr);
frame.add(manualSearchSubscr);
frame.add(tableOpsSubscr);
frame.add(autoSearchButton);
frame.add(searchNextButton);
frame.add(searchStopButton);
frame.add(searchParamsButton);
frame.add(searchInfoButton);
frame.add(changeStorageButton);
frame.add(samplesPerStepCheckBox);
frame.add(bookmarkButton);
frame.add(addToBookmarkButton);
frame.add(deleteBookmarkButton);
frame.add(stepBox);
frame.setVisible(true);
```

```

JDialog addframe = new JDialog(frame,"Ввод образца",true);
JButton addSampleButton = new JButton();
Icon saveIcon = new ImageIcon("icons/save.png");
addframe.getContentPane().setLayout(null);
JScrollPane input = new JScrollPane(controller.createInputTable());
addSampleButton.setIcon(saveIcon);
addSampleButton.setToolTipText("Записать образец. Его принадлежность к разрывным или
маркировочным определится автоматически.");
input.setBounds(0, 0, 1100, 39);
addSampleButton.setBounds(1120, 0, 40, 40);
addframe.setSize(1200, 100);
addframe.add(input);
addframe.add(addSampleButton);

if(samplesPerStepCheckBox.isSelected()) {
    stepBox.setEnabled(true);
}
else
{
    stepBox.setEnabled(false);
}
/*
    ОКНО РАСШИРЕННОГО ПОИСКА
*/

```

```

JDialog Sframe = new JDialog(frame,"Расширенный поиск",true);
JButton enableChemsButton = new JButton("Хим. элементы");
JButton advancedSearchButton = new JButton();
Icon advancedSearchIcon = new ImageIcon("icons/hiResSearch.png");
advancedSearchButton.setIcon(advancedSearchIcon);
JTextField firstDateBox = new JTextField();
JTextField secondDateBox = new JTextField();
JTextField qualityBox = new JTextField();
JTextField bloomBox = new JTextField();
JTextField seriaFromBox = new JTextField();
JTextField seriaToBox = new JTextField();

```

```

JTextField CBox = new JTextField();
JTextField SiBox = new JTextField();
JTextField MnBox = new JTextField();
JTextField PBox = new JTextField();
JTextField SBox = new JTextField();
JTextField CrBox = new JTextField();
JTextField NiBox = new JTextField();
JTextField MoBox = new JTextField();
JTextField CuBox = new JTextField();
JTextField AlBox = new JTextField();
JTextField VBox = new JTextField();
JTextField WBox = new JTextField();
JTextField TiBox = new JTextField();

```

```

JTextField CDevBox = new JTextField(controller.config.getCDev());
JTextField SiDevBox = new JTextField(controller.config.getSiDev());
JTextField MnDevBox = new JTextField(controller.config.getMnDev());
JTextField PDevBox = new JTextField(controller.config.getPDev());
JTextField SDevBox = new JTextField(controller.config.getSDev());
JTextField CrDevBox = new JTextField(controller.config.getCrDev());
JTextField NiDevBox = new JTextField(controller.config.getNiDev());
JTextField MoDevBox = new JTextField(controller.config.getMoDev());
JTextField CuDevBox = new JTextField(controller.config.getCuDev());
JTextField AlDevBox = new JTextField(controller.config.getAlDev());
JTextField VDevBox = new JTextField(controller.config.getVDev());
JTextField WDevBox = new JTextField(controller.config.getWDev());
JTextField TiDevBox = new JTextField(controller.config.getTiDev());

JLabel dateSubscr = new JLabel("Дата:");
JLabel qualitySubscr = new JLabel("Марка стали:");
JLabel bloomSubscr = new JLabel("Номер бляма:");
JLabel seriaSubscr = new JLabel("Серия:");
JLabel seriaFromSubscr = new JLabel("из");

JLabel chemSubscr = new JLabel("C      Si      Mn      P      S      Cr
Ni      Mo      Cu      Al      V      W      Ti");
JLabel chemLineSubscr = new JLabel("значения");
chemLineSubscr.setToolTipText("Значения хим. элементов");
JLabel deviationLineSubscr = new JLabel("отклонения");
deviationLineSubscr.setToolTipText("+- отклонение от заданных значений хим. элементов при
поиске конкретного образца");
JCheckBox dateCheckBox = new
JCheckBox((controller.config.isDateCheckBox()?"Вкл.":"Выкл.",
controller.config.isDateCheckBox());//config
JCheckBox qualityCheckBox = new
JCheckBox(controller.config.isQualityCheckBox()?"Вкл.":"Выкл.",
controller.config.isQualityCheckBox());//config
JCheckBox bloomCheckBox = new
JCheckBox(controller.config.isBloomCheckBox()?"Вкл.":"Выкл.",
controller.config.isBloomCheckBox());//config
JCheckBox seriaCheckBox = new
JCheckBox(controller.config.isSeriaCheckBox()?"Вкл.":"Выкл.",controller.config.isSeriaCheckBox());//
config
JCheckBox datePeriodCheckBox = new JCheckBox("Период (от/до)",
controller.config.isDatePeriodCheckBox());//config

enableChemsButton.setBounds(10, 140, 150, 30);
enableChemsButton.setBackground(controller.config.getChemsButton());
advancedSearchButton.setBounds(760,80,50,50);
firstDateBox.setBounds(10, 40, 150, 30);
secondDateBox.setBounds(10, 80, 150, 30);
qualityBox.setBounds(200, 40, 150, 30);
bloomBox.setBounds(390, 40, 150, 30);
seriaFromBox.setBounds(580, 40, 40, 30);

```

```
seriaToBox.setBounds(650, 40, 40, 30);
```

```
dateSubscr.setBounds(10,10,70,20);  
qualitySubscr.setBounds(200,10,90,20);  
bloomSubscr.setBounds(390, 10, 90, 20);  
seriaSubscr.setBounds(580, 10, 90, 20);  
seriaFromSubscr.setBounds(628, 43, 90, 20);  
seriaFromSubscr.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,12));  
chemSubscr.setBounds(43, 190, 900, 20);  
chemLineSubscr.setBounds(750, 220, 100, 20);  
chemLineSubscr.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));  
deviationLineSubscr.setBounds(750, 250, 100, 20);  
deviationLineSubscr.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));  
CBox.setBounds(20, 220, 50, 20);  
SiBox.setBounds(75, 220, 50, 20);  
MnBox.setBounds(130, 220, 50, 20);  
PBox.setBounds(185, 220, 50, 20);  
SBox.setBounds(240, 220, 50, 20);  
CrBox.setBounds(295, 220, 50, 20);  
NiBox.setBounds(350, 220, 50, 20);  
MoBox.setBounds(405, 220, 50, 20);  
CuBox.setBounds(460, 220, 50, 20);  
AlBox.setBounds(515, 220, 50, 20);  
VBox.setBounds(570, 220, 50, 20);  
WBox.setBounds(625, 220, 50, 20);  
TiBox.setBounds(680, 220, 50, 20);  
CDevBox.setBounds(20, 250, 50, 20);  
SiDevBox.setBounds(75, 250, 50, 20);  
MnDevBox.setBounds(130, 250, 50, 20);  
PDevBox.setBounds(185, 250, 50, 20);  
SDevBox.setBounds(240, 250, 50, 20);  
CrDevBox.setBounds(295, 250, 50, 20);  
NiDevBox.setBounds(350, 250, 50, 20);  
MoDevBox.setBounds(405, 250, 50, 20);  
CuDevBox.setBounds(460, 250, 50, 20);  
AlDevBox.setBounds(515, 250, 50, 20);  
VDevBox.setBounds(570, 250, 50, 20);  
WDevBox.setBounds(625, 250, 50, 20);  
TiDevBox.setBounds(680, 250, 50, 20);
```

```
datePeriodCheckBox.setBounds(10, 110, 120, 30);  
dateCheckBox.setBounds(100, 5, 100, 30);  
qualityCheckBox.setBounds(290, 5, 100, 30);  
bloomCheckBox.setBounds(480, 5, 100, 30);  
seriaCheckBox.setBounds(630, 5, 100, 30);
```

```
secondDateBox.setEnabled(false);  
Sframe.setSize(800, 220);  
Sframe.setResizable(false);
```

```
Sframe.setLocation(400, 150);
```

```
Sframe.add(enableChemsButton);  
Sframe.add(advancedSearchButton);
```

```
Sframe.add(dateSubscr);  
Sframe.add(qualitySubscr);  
Sframe.add(bloomSubscr);  
Sframe.add(seriaSubscr);  
Sframe.add(seriaFromSubscr);  
Sframe.add(chemSubscr);  
Sframe.add(chemLineSubscr);  
Sframe.add(deviationLineSubscr);  
Sframe.add(datePeriodCheckBox);  
Sframe.add(dateCheckBox);  
Sframe.add(qualityCheckBox);  
Sframe.add(bloomCheckBox);  
Sframe.add(seriaCheckBox);
```

```
Sframe.add(firstDateBox);  
Sframe.add(secondDateBox);  
Sframe.add(qualityBox);  
Sframe.add(bloomBox);  
Sframe.add(seriaFromBox);  
Sframe.add(seriaToBox);  
Sframe.add(CBox);  
Sframe.add(SiBox);  
Sframe.add(MnBox);  
Sframe.add(PBox);  
Sframe.add(SBox);  
Sframe.add(CrBox);  
Sframe.add(NiBox);  
Sframe.add(MoBox);  
Sframe.add(CuBox);  
Sframe.add(AlBox);  
Sframe.add(VBox);  
Sframe.add(WBox);  
Sframe.add(TiBox);  
Sframe.add(CDevBox);  
Sframe.add(SiDevBox);  
Sframe.add(MnDevBox);  
Sframe.add(PDevBox);  
Sframe.add(SDevBox);  
Sframe.add(CrDevBox);  
Sframe.add(NiDevBox);  
Sframe.add(MoDevBox);  
Sframe.add(CuDevBox);  
Sframe.add(AlDevBox);  
Sframe.add(VDevBox);
```

```

Sframe.add(WDevBox);
Sframe.add(TiDevBox);
JPanel p = new JPanel() {
    @Override
    public void paintComponent(Graphics g) {
        Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
        //Shape line = new Line2D.Double(0, 180, 800, 180);
        g2.setColor(Color.LIGHT_GRAY);
        Shape rect = new Rectangle(0, 0, 900, 180);
        //g2.draw(line);
        g2.draw(rect);
    }
};
Sframe.getContentPane().add(p);

JDialog paramsframe = new JDialog(frame,"Параметры автопоиска",true);
paramsframe.getContentPane().setLayout(null);
JLabel chemSubscr1 = new JLabel(chemSubscr.getText());
JLabel deviationLineSubscr1 = new JLabel(deviationLineSubscr.getText());
JLabel stepSubscr = new JLabel("шаг");
JLabel dateSubscr1 = new JLabel("по");
JCheckBox dateCheckBox1 = new JCheckBox("В пределах даты");
dateCheckBox1.setSelected(controller.config.isDateCheckBox1());
deviationLineSubscr1.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));
stepSubscr.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));
dateSubscr1.setFont(new Font("Arial",Font.PLAIN,14));
JTextField CDevBox1 = new JTextField(controller.config.getCDevAuto());
JTextField SiDevBox1 = new JTextField(controller.config.getSiDevAuto());
JTextField MnDevBox1 = new JTextField(controller.config.getMnDevAuto());
JTextField PDevBox1 = new JTextField(controller.config.getPDevAuto());
JTextField SDevBox1 = new JTextField(controller.config.getSDevAuto());
JTextField CrDevBox1 = new JTextField(controller.config.getCrDevAuto());
JTextField NiDevBox1 = new JTextField(controller.config.getNiDevAuto());
JTextField MoDevBox1 = new JTextField(controller.config.getMoDevAuto());
JTextField CuDevBox1 = new JTextField(controller.config.getCuDevAuto());
JTextField AlDevBox1 = new JTextField(controller.config.getAlDevAuto());
JTextField VDevBox1 = new JTextField(controller.config.getVDevAuto());
JTextField WDevBox1 = new JTextField(controller.config.getWDevAuto());
JTextField TiDevBox1 = new JTextField(controller.config.getTiDevAuto());
JTextField CStepBox = new JTextField(controller.config.getCStepAuto());
JTextField SiStepBox = new JTextField(controller.config.getSiStepAuto());
JTextField MnStepBox = new JTextField(controller.config.getMnStepAuto());
JTextField PStepBox = new JTextField(controller.config.getPStepAuto());
JTextField SStepBox = new JTextField(controller.config.getSStepAuto());
JTextField CrStepBox = new JTextField(controller.config.getCrStepAuto());
JTextField NiStepBox = new JTextField(controller.config.getNiStepAuto());
JTextField MoStepBox = new JTextField(controller.config.getMoStepAuto());
JTextField CuStepBox = new JTextField(controller.config.getCuStepAuto());
JTextField AlStepBox = new JTextField(controller.config.getAlStepAuto());
JTextField VStepBox = new JTextField(controller.config.getVStepAuto());

```

```
JTextField WStepBox = new JTextField(controller.config.getWStepAuto());  
JTextField TiStepBox = new JTextField(controller.config.getTiStepAuto());
```

```
JTextField firstDateBox1 = new JTextField();  
JTextField secondDateBox1 = new JTextField();
```

```
chemSubscr1.setBounds(43, 10, 900, 20);  
deviationLineSubscr1.setBounds(750, 30, 100, 20);  
stepSubscr.setBounds(750, 73, 900, 20);  
paramsframe.setSize(850, 200);  
CDevBox1.setBounds(20,30 , 50, 20);  
SiDevBox1.setBounds(75, 30, 50, 20);  
MnDevBox1.setBounds(130, 30, 50, 20);  
PDevBox1.setBounds(185, 30, 50, 20);  
SDevBox1.setBounds(240, 30, 50, 20);  
CrDevBox1.setBounds(295, 30, 50, 20);  
NiDevBox1.setBounds(350, 30, 50, 20);  
MoDevBox1.setBounds(405, 30, 50, 20);  
CuDevBox1.setBounds(460, 30, 50, 20);  
AlDevBox1.setBounds(515, 30, 50, 20);  
VDevBox1.setBounds(570, 30, 50, 20);  
WDevBox1.setBounds(625, 30, 50, 20);  
TiDevBox1.setBounds(680, 30, 50, 20);  
CStepBox.setBounds(20,70 , 50, 20);  
SiStepBox.setBounds(75, 70, 50, 20);  
MnStepBox.setBounds(130, 70, 50, 20);  
PStepBox.setBounds(185, 70, 50, 20);  
SStepBox.setBounds(240, 70, 50, 20);  
CrStepBox.setBounds(295, 70, 50, 20);  
NiStepBox.setBounds(350, 70, 50, 20);  
MoStepBox.setBounds(405, 70, 50, 20);  
CuStepBox.setBounds(460, 70, 50, 20);  
AlStepBox.setBounds(515, 70, 50, 20);  
VStepBox.setBounds(570, 70, 50, 20);  
WStepBox.setBounds(625, 70, 50, 20);  
TiStepBox.setBounds(680, 70, 50, 20);  
firstDateBox1.setBounds(20,120,150,30);  
secondDateBox1.setBounds(200,120,150,30);  
dateSubscr1.setBounds(175,120,20,30);  
dateCheckBox1.setBounds(360,120,200,30);
```

```
paramsframe.add(chemSubscr1);  
paramsframe.add(deviationLineSubscr1);  
paramsframe.add(stepSubscr);  
paramsframe.add(TiDevBox1);  
paramsframe.add(CDevBox1);  
paramsframe.add(SiDevBox1);  
paramsframe.add(MnDevBox1);  
paramsframe.add(PDevBox1);  
paramsframe.add(SDevBox1);  
paramsframe.add(CrDevBox1);
```



```

paramsframe.add(NiDevBox1);
paramsframe.add(MoDevBox1);
paramsframe.add(CuDevBox1);
paramsframe.add(AlDevBox1);
paramsframe.add(VDevBox1);
paramsframe.add(WDevBox1);
paramsframe.add(TiDevBox1);

```

```

paramsframe.add(TiStepBox);
paramsframe.add(CStepBox);
paramsframe.add(SiStepBox);
paramsframe.add(MnStepBox);
paramsframe.add(PStepBox);
paramsframe.add(SSStepBox);
paramsframe.add(CrStepBox);
paramsframe.add(NiStepBox);
paramsframe.add(MoStepBox);
paramsframe.add(CuStepBox);
paramsframe.add(AlStepBox);
paramsframe.add(VStepBox);
paramsframe.add(WStepBox);
paramsframe.add(TiStepBox);
paramsframe.add(firstDateBox1);
paramsframe.add(secondDateBox1);
paramsframe.add(dateSubscr1);
paramsframe.add(dateCheckBox1);

```

```

if(dateCheckBox.isSelected()) {
    dateCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
    dateCheckBox.setText("Вкл.");
}
else
{
    dateCheckBox.setText("Выкл.");
    dateCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
}
firstDateBox.setEnabled(dateCheckBox.isSelected());
if(datePeriodCheckBox.isSelected())
    secondDateBox.setEnabled(dateCheckBox.isSelected());
if(qualityCheckBox.isSelected()) {
    qualityCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
    qualityCheckBox.setText("Вкл.");
}
else
{
    qualityCheckBox.setText("Выкл.");
    qualityCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
}
qualityBox.setEnabled(qualityCheckBox.isSelected());
if(bloomChecked.isSelected()) {

```

```

    bloomCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
    bloomCheckBox.setText("Вкл.");
}
else
{
    bloomCheckBox.setText("Выкл.");
    bloomCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
}
bloomBox.setEnabled(bloomCheckBox.isSelected());
if(seriaCheckBox.isSelected()) {
    seriaCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
    seriaCheckBox.setText("Вкл.");
}
else
{
    seriaCheckBox.setText("Выкл.");
    seriaCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
}
seriaToBox.setEnabled(seriaCheckBox.isSelected());
seriaFromBox.setEnabled(seriaCheckBox.isSelected());

datePeriodCheckBox.addActionListener(actionListener ->
{
    if(dateCheckBox.isSelected())
        secondDateBox.setEnabled(datePeriodCheckBox.isSelected());
});
dateCheckBox.addActionListener(actionListener ->
{
    if(dateCheckBox.isSelected()) {
        dateCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
        dateCheckBox.setText("Вкл.");
    }
    else
    {
        dateCheckBox.setText("Выкл.");
        dateCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
    }
    firstDateBox.setEnabled(dateCheckBox.isSelected());
    if(datePeriodCheckBox.isSelected())
        secondDateBox.setEnabled(dateCheckBox.isSelected());
});
qualityCheckBox.addActionListener(actionListener ->
{
    if(qualityCheckBox.isSelected()) {
        qualityCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
        qualityCheckBox.setText("Вкл.");
    }
    else
    {
        qualityCheckBox.setText("Выкл.");
    }
}

```

```

        qualityCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
    }
    qualityBox.setEnabled(qualityCheckBox.isSelected());
});
bloomCheckBox.addActionListener(actionListener ->
{
    if(bloomCheckBox.isSelected()) {
        bloomCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
        bloomCheckBox.setText("Вкл.");
    }
    else
    {
        bloomCheckBox.setText("Выкл.");
        bloomCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
    }
    bloomBox.setEnabled(bloomCheckBox.isSelected());
});
seriaCheckBox.addActionListener(actionListener ->
{
    if(seriaCheckBox.isSelected()) {
        seriaCheckBox.setForeground(new Color(4, 125, 0));
        seriaCheckBox.setText("Вкл.");
    }
    else
    {
        seriaCheckBox.setText("Выкл.");
        seriaCheckBox.setForeground(Color.GRAY);
    }
    seriaToBox.setEnabled(seriaCheckBox.isSelected());
    seriaFromBox.setEnabled(seriaCheckBox.isSelected());
});
enableChemsButton.addActionListener(actionListener ->
{
    if (enableChemsButton.getBackground().getGreen() != 255)
    {
        enableChemsButton.setBackground(new Color(130, 255, 130));
        Sframe.setSize(850,350);
    }
    else {
        enableChemsButton.setBackground(null);
        Sframe.setSize(850, 220);
    }

});
advancedSearchButton.addActionListener(actionListener ->
{
    if(dateCheckBox.isSelected()&&datePeriodCheckBox.isSelected())
controller.print(complexSearcher.searchByDate(firstDateBox.getText(),secondDateBox.getText(),control
ler.getTableValue()));

```

```

else if(dateCheckBox.isSelected())

controller.print(complexSearcher.searchByDate(firstDateBox.getText(),null,controller.getTableValue()));
    if(qualityCheckBox.isSelected())
controller.print(complexSearcher.searchByQuality(qualityBox.getText(),controller.getTableValue()));
    if(bloomCheckBox.isSelected())
controller.print(complexSearcher.searchByBloom(bloomBox.getText(),controller.getTableValue()));
    if(seriaCheckBox.isSelected())
controller.print(complexSearcher.searchBySeria(seriaFromBox.getText(),seriaToBox.getText(),
controller.getTableValue()));
    if(enableChemsButton.getBackground().getGreen()===255)
    {
        controller.config.setCDev(CDevBox.getText());
        controller.config.setSiDev(SiDevBox.getText());
        controller.config.setMnDev(MnDevBox.getText());
        controller.config.setPDev(PDevBox.getText());
        controller.config.setSDev(SDevBox.getText());
        controller.config.setCrDev(CrDevBox.getText());
        controller.config.setNiDev(NiDevBox.getText());
        controller.config.setMoDev(MoDevBox.getText());
        controller.config.setCuDev(CuDevBox.getText());
        controller.config.setAlDev(AlDevBox.getText());
        controller.config.setVDev(VDevBox.getText());
        controller.config.setWDev(WDevBox.getText());
        controller.config.setTiDev(TiDevBox.getText());
        controller.print(complexSearcher.searchByChems(
        CBox.getText(),
        SiBox.getText(),
        MnBox.getText(),
        PBox.getText(),
        SBox.getText(),
        CrBox.getText(),
        NiBox.getText(),
        MoBox.getText(),
        CuBox.getText(),
        AlBox.getText(),
        VBox.getText(),
        WBox .getText(),
        TiBox.getText(),
        controller.config,controller.getTableValue()));
    }
    SaveTableButton.setEnabled(false);
    Sframe.dispose();
});

samplesPerStepCheckBox.addActionListener(actionListener ->
{

```

```

        if(samplesPerStepCheckBox.isSelected())stepBox.setEnabled(true);
        else stepBox.setEnabled(false);
    });

    autoSearchButton.addActionListener(actionListener ->
    {
    if(controller.getOutput_table().getSelectedRow()!=-1)
    {
    controller.startAutosearch();
    searchInfoButton.setEnabled(true);
    if(!controller.getSearcher().isFindSuccess())searchNextButton.setEnabled(true);
    }
    else JOptionPane.showMessageDialog(frame,"Выберите разрывной
образец","Ошибка",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
    });

    searchInfoButton.addActionListener(actionListener ->
    {

JOptionPane.showMessageDialog(frame,controller.getSearcher().getReport(),"Завершено",JOptionPane.
INFORMATION_MESSAGE);
    });

    searchNextButton.addActionListener(actionListener ->
    {
    controller.config.setSamplesPerStep(stepBox.getText());
    controller.config.setSamplesPerStepCheckBox(samplesPerStepCheckBox.isSelected());
    controller.config.setSamplesPerStep(stepBox.getText());
    controller.startStepsearch(firstDateBox1.getText(),secondDateBox1.getText());
    searchStopButton.setEnabled(true);
    });
    searchStopButton.addActionListener(actionListener ->
    {
    controller.stopStepsearch();
    searchStopButton.setEnabled(false);
    controller.print(controller.pullData("MSamples.dat"));
    });

    OpenFile.addActionListener(actionListener ->
    {
    File ExcelFile;
    FileNameExtensionFilter filter = new FileNameExtensionFilter(
        "Файлы Excel (.xls)", "xls");
    fileChooser.setFileFilter(filter);
    fileChooser.setDialogTitle("Выбор расположения");
    if (fileChooser.showOpenDialog(null) == JFileChooser.APPROVE_OPTION ){
    ExcelFile = fileChooser.getSelectedFile();
    try {
    controller.pushData(ImportFromExcel.GetExcelData(ExcelFile));
    if(changeSampleTypeButton.getIcon().equals(MrIcon))
controller.print(controller.pullData("MSamples.dat"));

```

```

        else controller.print(controller.pullData("RSamples.dat"));
    }
    catch(IOException e)
    {
        JOptionPane.showMessageDialog(frame,"Ошибка открытия файла. Возможно:\n 1. Файл
не имеет нужных колонок, или он пуст;\n 2. Выбран некорректный
файл.", "Ошибка",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
    }
}
});
SaveTableButton.addActionListener(actionListener ->
{
if(changeSampleTypeButton.getIcon().equals(MrIcon))controller.printOutputTable("MSamples.dat");
else controller.printOutputTable("RSamples.dat");
});

searchButton.addActionListener(actionListener ->
{
    if(searchBox.getText().length()>0) {
        SaveTableButton.setEnabled(false);
    }

controller.print(complexSearcher.searchByName(searchBox.getText(),controller.getTableValue()));

});
searchSettingsButton.addActionListener(actionListener ->
{
    if(enableChemsButton.getBackground().getGreen() != 255) Sframe.setSize(850, 220);
    else Sframe.setSize(850,350);

Sframe.setVisible(true);

});
refreshButton.addActionListener(actionListener ->
{

    SaveTableButton.setEnabled(true);
    searchInfoButton.setEnabled(false);
    searchNextButton.setEnabled(false);
    searchBox.setText(null);
    if(changeSampleTypeButton.getIcon().equals(MrIcon))
controller.print(controller.pullData("MSamples.dat"));
else controller.print(controller.pullData("RSamples.dat"));
});
changeSampleTypeButton.addActionListener(actionListener ->
{
    if(changeSampleTypeButton.getIcon().equals(MrIcon))
    {

```

```

        changeSampleTypeButton.setIcon(mRIcon);
        changeSampleTypeButton.setToolTipText("Для отображения выбраны разрывные образцы.
Кликните, чтобы отображать маркировочные");
        controller.print(controller.pullData("RSamples.dat"));
        autoSearchButton.setEnabled(true);
    }
    else
    {
        changeSampleTypeButton.setIcon(MrIcon);
        changeSampleTypeButton.setToolTipText("Для отображения выбраны маркировочные
образцы. Кликните, чтобы отображать разрывные");
        controller.print(controller.pullData("MSamples.dat"));
        autoSearchButton.setEnabled(false);
        searchNextButton.setEnabled(false);
        searchInfoButton.setEnabled(false);
    }
});
deleteButton.addActionListener(actionListener ->
{
    if(changeSampleTypeButton.getIcon().equals(MrIcon)) controller.delete("MSamples.dat");
    else controller.delete("RSamples.dat");
});
addButton.addActionListener(actionListener ->
{
    addframe.setVisible(true);
});
addSampleButton.addActionListener(actionListener ->
{
    controller.addSampleManually();
    addframe.dispose();
    JOptionPane.showMessageDialog(frame,"Образец
добавлен","Добавление",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
});
searchParamsButton.addActionListener(actionListener ->
{
    paramsframe.setVisible(true);
});
bookmarkButton.addActionListener(actionListener ->
{
    controller.print(controller.pullData("Bookmarks.dat"));
});
deleteBookmarkButton.addActionListener(actionListener ->
{
    controller.delete("Bookmarks.dat");
});
addToBookmarkButton.addActionListener(actionListener ->
{
    controller.copySelectedInto("Bookmarks.dat");
});
changeStorageButton.addActionListener(actionListener ->
{

```

```

if(changeSampleTypeButton.getIcon().equals(MrIcon))
{
    controller.copySelectedInto("RSamples.dat");
    controller.delete("MSamples.dat");
}
else
{
    controller.copySelectedInto("MSamples.dat");
    controller.delete("RSamples.dat");
}
});

paramsframe.addWindowListener(new WindowAdapter() {
    public void windowClosing(WindowEvent e) {
        controller.config.setCDevAuto(CDevBox1.getText());
        controller.config.setSiDevAuto(SiDevBox1.getText());
        controller.config.setMnDevAuto(MnDevBox1.getText());
        controller.config.setPDevAuto(PDevBox1.getText());
        controller.config.setSDevAuto(SDevBox1.getText());
        controller.config.setCrDevAuto(CrDevBox1.getText());
        controller.config.setNiDevAuto(NiDevBox1.getText());
        controller.config.setMoDevAuto(MoDevBox1.getText());
        controller.config.setCuDevAuto(CuDevBox1.getText());
        controller.config.setAlDevAuto(AlDevBox1.getText());
        controller.config.setVDevAuto(VDevBox1.getText());
        controller.config.setWDevAuto(WDevBox1.getText());
        controller.config.setTiDevAuto(TiDevBox1.getText());
        controller.config.setCStepAuto(CStepBox.getText());
        controller.config.setSiStepAuto(SiStepBox.getText());
        controller.config.setMnStepAuto(MnStepBox.getText());
        controller.config.setPStepAuto(PStepBox.getText());
        controller.config.setSStepAuto(SStepBox.getText());
        controller.config.setCrStepAuto(CrStepBox.getText());
        controller.config.setNiStepAuto(NiStepBox.getText());
        controller.config.setMoStepAuto(MoStepBox.getText());
        controller.config.setCuStepAuto(CuStepBox.getText());
        controller.config.setAlStepAuto(AlStepBox.getText());
        controller.config.setVStepAuto(VStepBox.getText());
        controller.config.setWStepAuto(WStepBox.getText());
        controller.config.setTiStepAuto(TiStepBox.getText());
        controller.config.setDateCheckBox1(dateCheckBox1.isSelected());
    }
});

frame.addWindowListener(new WindowAdapter() {
    public void windowClosing(WindowEvent e) {
        controller.config = Config.builder()
            .dateCheckBox(dateCheckBox.isSelected())
            .datePeriodCheckBox(datePeriodCheckBox.isSelected())
            .qualityCheckBox(qualityCheckBox.isSelected())
            .bloomCheckBox(bloomCheckBox.isSelected())
    }
});

```



```

        .seriaCheckBox(seriaCheckBox.isSelected())
        .chemsButton(enableChemsButton.getBackground())
        .CDev(CDevBox.getText())
        .SiDev(SiDevBox.getText())
        .MnDev(MnDevBox.getText())
        .PDev(PDevBox.getText())
        .SDev(SDevBox.getText())
        .CrDev(CrDevBox.getText())
        .NiDev(NiDevBox.getText())
        .MoDev(MoDevBox.getText())
        .CuDev(CuDevBox.getText())
        .AlDev(AlDevBox.getText())
        .VDev(VDevBox.getText())
        .WDev(WDevBox.getText())
        .TiDev(TiDevBox.getText())
        .CDevAuto(CDevBox1.getText())
        .SiDevAuto(SiDevBox1.getText())
        .MnDevAuto(MnDevBox1.getText())
        .PDevAuto(PDevBox1.getText())
        .SDevAuto(SDevBox1.getText())
        .CrDevAuto(CrDevBox1.getText())
        .NiDevAuto(NiDevBox1.getText())
        .MoDevAuto(MoDevBox1.getText())
        .CuDevAuto(CuDevBox1.getText())
        .AlDevAuto(AlDevBox1.getText())
        .VDevAuto(VDevBox1.getText())
        .WDevAuto(WDevBox1.getText())
        .TiDevAuto(TiDevBox1.getText())
        .CStepAuto(CStepBox.getText())
        .SiStepAuto(SiStepBox.getText())
        .MnStepAuto(MnStepBox.getText())
        .PStepAuto(PStepBox.getText())
        .SStepAuto(SStepBox.getText())
        .CrStepAuto(CrStepBox.getText())
        .NiStepAuto(NiStepBox.getText())
        .MoStepAuto(MoStepBox.getText())
        .CuStepAuto(CuStepBox.getText())
        .AlStepAuto(AlStepBox.getText())
        .VStepAuto(VStepBox.getText())
        .WStepAuto(WStepBox.getText())
        .TiStepAuto(TiStepBox.getText())
        .samplesPerStep(stepBox.getText())
        .samplesPerStepCheckBox(samplesPerStepCheckBox.isSelected())
        .dateCheckBox1(dateCheckBox1.isSelected())
        .build();
    controller.setConfig(controller.config);
}
});
}
}

```

**Файл Controller.java:**

```

package Flare;

import Flare.Modules.ComplexSearch;
import Flare.Modules.Config;

import javax.swing.*;
import javax.swing.table.DefaultTableModel;
import java.io.*;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import lombok.*;

@Getter

public class Controller {
    private final String[] header = new String[]{"Дата", "Время", "Номер образца", "Марка стали",
"Блюм", "Кол-во блюмов", "Серия", "C", "Si", "Mn", "P", "S", "Cr", "Ni", "Mo", "Cu", "Al", "V", "W", "Ti"};
    private JTable output_table, input_table;
    private DefaultTableModel output_table_inner = new DefaultTableModel(header, 0);
    private DefaultTableModel input_table_inner = new DefaultTableModel(header, 3);
    private List<MSample> tableList = new ArrayList<>();
    private ComplexSearch searcher = new ComplexSearch();
    private MSample bufferSample;
    public Config config;

    public JTable createOutputTable() {
        print(pullData("MSamples.dat"));
        output_table = new JTable(output_table_inner);
        output_table.putClientProperty("terminateEditOnFocusLost", true);
        return output_table;
    }
    public JTable createInputTable()
    {
        input_table = new JTable(input_table_inner);
        input_table.putClientProperty("terminateEditOnFocusLost", true);
        input_table_inner.setRowCount(1);
        return input_table;
    }

    public Controller()
    {
        getConfig();
    }
    public void print(List<MSample> tableList) {
        output_table_inner.setRowCount(0);
        tableList.forEach(sample ->
        {
            String date = sample.getDate();

```

```

String time = sample.getTime();
String sample_No = sample.getSampleNo();
String quality = sample.getQuality();
String bloom = sample.getBloom();
String bloomCount = sample.getCodes();
String seria = sample.getSeria();
String C = sample.getC();
String Si = sample.getSi();
String Mn = sample.getMn();
String P = sample.getP();
String S = sample.getS();
String Cr = sample.getCr();
String Ni = sample.getNi();
String Mo = sample.getMo();
String Cu = sample.getCu();
String Al = sample.getAl();
String V = sample.getV();
String W = sample.getW();
String Ti = sample.getTi();
Object[] rowData =
{ date,time,sample_No,quality,bloom,bloomCount,seria,C,Si,Mn,P,S,Cr,Ni,Mo,Cu,Al,V,W,Ti };
    output_table_inner.addRow(rowData);
});
}

```

```

public List<MSample> pullData(String target) {
    File f = new File(target);

    if(!f.exists()){
        try {
            f.createNewFile();
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
    List<MSample> sampleList = new ArrayList<>();
    try (ObjectInputStream fout = new ObjectInputStream(new FileInputStream(target))) {
        sampleList = ((ArrayList<MSample>) fout.readObject());
    } catch (Exception e) {

    }
    return sampleList;
}

```

```

public void pushData(List<MSample> collectedData){
    List<MSample> sampleMList = new ArrayList<>();
    List<MSample> sampleRList = new ArrayList<>();
    for (int i = 0; i<collectedData.size();++i)
    {
        if(collectedData.get(i).getSampleNo().contains("M"))
        {

```

```

        sampleMList.add(collectedData.get(i));
    }
    else
    {
        if(collectedData.get(i).getSampleNo().contains("R")||
            collectedData.get(i).getSampleNo().contains("P")||
            collectedData.get(i).getSampleNo().contains("T")||
            collectedData.get(i).getSampleNo().contains("C")||
            collectedData.get(i).getSampleNo().contains("U")
        )sampleRList.add(collectedData.get(i));
        else sampleMList.add(collectedData.get(i));
    }
}

sampleMList.addAll(pullData("MSamples.dat"));
sampleRList.addAll(pullData("RSamples.dat"));
refreshData(sampleMList,"MSamples.dat");
refreshData(sampleRList,"RSamples.dat");
}

public void refreshData(List<MSample> sample,String target) {
    try (ObjectOutputStream fout = new ObjectOutputStream(new FileOutputStream(target))) {
        fout.writeObject(sample);
        fout.flush();
    } catch (Exception ex) {
        System.out.println(ex.getMessage());
    }
}

public void addSampleManually()
{
    List<MSample> sampleList = new ArrayList<>();
    String[] data = new String[20];
    for (int j = 0; j < input_table.getColumnCount(); j++) {
        data[j] = String.valueOf(input_table_inner.getValueAt(0, j));
        if (data[j] == "null") data[j] = null;
    }
    MSample sample = MSample.builder()
        .date(data[0])
        .time(data[1])
        .sampleNo(data[2])
        .quality(data[3])
        .bloom(data[4])
        .codes(data[5])
        .seria(data[6])
        .C(data[7])
        .Si(data[8])
        .Mn(data[9])
        .P(data[10])
        .S(data[11])
        .Cr(data[12])
        .Ni(data[13])

```

```

        .Mo(data[14])
        .Cu(data[15])
        .Al(data[16])
        .V(data[17])
        .W(data[18])
        .Ti(data[19])
        .build();
sampleList.add(sample);
pushData(sampleList);
}
public void printOutputTable(String target) {
    List<MSample> sampleList = new ArrayList<>();
    String[] data = new String[20];
    try
    {
        for (int i = 0; i < output_table.getRowCount(); i++)
        {
            for (int j = 0; j < output_table.getColumnCount(); j++) {
                data[j] = String.valueOf(output_table_inner.getValueAt(i, j));
                if(data[j]=="null") data[j]=null;
            }
            MSample sample = MSample.builder()
                .date(data[0])
                .time(data[1])
                .sampleNo(data[2])
                .quality(data[3])
                .bloom(data[4])
                .codes(data[5])
                .seria(data[6])
                .C(data[7])
                .Si(data[8])
                .Mn(data[9])
                .P(data[10])
                .S(data[11])
                .Cr(data[12])
                .Ni(data[13])
                .Mo(data[14])
                .Cu(data[15])
                .Al(data[16])
                .V(data[17])
                .W(data[18])
                .Ti(data[19])
                .build();
            sampleList.add(sample);
        }
        refreshData(sampleList,target);
        print(pullData(target));
    }catch (IllegalArgumentException e)
    {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Заполните поля корректно");
    }
}

```

```

        print(pullData(target));
    }
}

public List<MSample> getTableValue()
{
    String[] data = new String[20];
    List<MSample> result = new ArrayList<>();
    for(int i = 0; i < output_table.getRowCount(); i++) {
        for (int j = 0; j < output_table.getColumnCount(); j++) {
            data[j] = String.valueOf(output_table_inner.getValueAt(i, j));
            if (data[j] == "null") data[j] = null;
        }

        MSample sample = MSample.builder()
            .date(data[0])
            .time(data[1])
            .sampleNo(data[2])
            .quality(data[3])
            .bloom(data[4])
            .codes(data[5])
            .seria(data[6])
            .C(data[7])
            .Si(data[8])
            .Mn(data[9])
            .P(data[10])
            .S(data[11])
            .Cr(data[12])
            .Ni(data[13])
            .Mo(data[14])
            .Cu(data[15])
            .Al(data[16])
            .V(data[17])
            .W(data[18])
            .Ti(data[19])
            .build();
        result.add(sample);
    }
    return result;
}

public void delete(String target)
{
    int selectedRow[] = output_table.getSelectedRows();
    List<MSample> deleteList = new ArrayList<>();
    List<MSample> sampleList = new ArrayList<>(pullData(target));
    String[] data = new String[20];
    for(int i = 0; i < selectedRow.length; i++) {
        for(int j = 0; j < output_table.getColumnCount(); j++)
        {
            data[j] = String.valueOf(output_table_inner.getValueAt(selectedRow[i], j));
            if(data[j]=="null") data[j]=null;
        }
    }
}

```

```

    }

    MSample sample = MSample.builder()
        .date(data[0])
        .time(data[1])
        .sampleNo(data[2])
        .quality(data[3])
        .bloom(data[4])
        .codes(data[5])
        .seria(data[6])
        .C(data[7])
        .Si(data[8])
        .Mn(data[9])
        .P(data[10])
        .S(data[11])
        .Cr(data[12])
        .Ni(data[13])
        .Mo(data[14])
        .Cu(data[15])
        .Al(data[16])
        .V(data[17])
        .W(data[18])
        .Ti(data[19])
        .build();
    deleteList.add(sample);
}

sampleList.removeAll(deleteList);
refreshData(sampleList,target);
for(int i = 0; i < selectedRow.length; i++) {
    output_table_inner.removeRow(selectedRow[selectedRow.length-1-i]);
}

}
public void copySelectedInto(String target)
{
    int selectedRow[] = output_table.getSelectedRows();
    List<MSample> addList = new ArrayList<>();
    List<MSample> sampleList = new ArrayList<>(pullData(target));
    String[] data = new String[20];
    for(int i = 0; i < selectedRow.length; i++) {
        for(int j = 0; j < output_table.getColumnCount(); j++)
        {
            data[j] = String.valueOf(output_table_inner.getValueAt(selectedRow[i], j));
            if(data[j]=="null") data[j]=null;
        }

        MSample sample = MSample.builder()
            .date(data[0])
            .time(data[1])
            .sampleNo(data[2])

```

```

        .quality(data[3])
        .bloom(data[4])
        .codes(data[5])
        .seria(data[6])
        .C(data[7])
        .Si(data[8])
        .Mn(data[9])
        .P(data[10])
        .S(data[11])
        .Cr(data[12])
        .Ni(data[13])
        .Mo(data[14])
        .Cu(data[15])
        .Al(data[16])
        .V(data[17])
        .W(data[18])
        .Ti(data[19])
        .build();
    addList.add(sample);
}

sampleList.addAll(addList);
refreshData(sampleList,target);

}

public void startAutosearch()
{
    int selectedRow = output_table.getSelectedRow();
    String[] data = new String[20];
    for(int j = 0; j < output_table.getColumnCount(); j++)
    {
        data[j] = String.valueOf(output_table_inner.getValueAt(selectedRow, j));
        if(data[j]=="null") data[j]=null;
    }
    MSample sample = MSample.builder()
        .date(data[0])
        .time(data[1])
        .sampleNo(data[2])
        .quality(data[3])
        .bloom(data[4])
        .codes(data[5])
        .seria(data[6])
        .C(data[7])
        .Si(data[8])
        .Mn(data[9])
        .P(data[10])
        .S(data[11])
        .Cr(data[12])

```



```

        .Ni(data[13])
        .Mo(data[14])
        .Cu(data[15])
        .Al(data[16])
        .V(data[17])
        .W(data[18])
        .Ti(data[19])
        .build();
    bufferSample=sample;
    print(searcher.autosearch(sample,pullData("MSamples.dat"),config));
}
public void startStepsearch(String firstDate, String secondDate)
{
    print(searcher.stepsearch(bufferSample,pullData("MSamples.dat"),config,firstDate,secondDate));
}
public void stopStepsearch()
{
    searcher.setStepNo(1);
    searcher.setIterationNo(1);
}
public void getConfig()
{
    File f = new File("config.cfg");
    if(!f.exists()){
        try {
            f.createNewFile();
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

try (ObjectInputStream fout = new ObjectInputStream(new FileInputStream("config.cfg"))) {
    config = ((Config) fout.readObject());
} catch (Exception e) {
    config = Config.builder()
        .dateCheckBox(false)
        .datePeriodCheckBox(false)
        .qualityCheckBox(false)
        .bloomCheckBox(false)
        .chemsButton(null)
        .seriaCheckBox(false)
        .build();
}
}
public void setConfig(Config config)
{
    try (ObjectOutputStream fout = new ObjectOutputStream(new FileOutputStream("config.cfg"))) {
        fout.writeObject(config);
        fout.flush();
    } catch (Exception ex) {

```

```

        System.out.println(ex.getMessage());
    }
}
}

```

### Файл ComplexSearch.java:

```

package Flare.Modules;

import Flare.MSample;
import Flare.Program;

import javax.swing.*;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import lombok.*;

@Getter
@Setter

public class ComplexSearch {
    private String report;
    private boolean findSuccess;
    int stepNo=1;
    int iterationNo=1;
    private String
CStep,SiStep,MnStep,PStep,SStep,CrStep,NiStep,MoStep,CuStep,AlStep,VStep,WStep,TiStep;
    public List<MSample> searchByName(String name, List<MSample> searchList) {
        List<MSample> result = new ArrayList<>();
        for (int i = 0; i < searchList.size(); ++i) {
            if (searchList.get(i).getSampleNo().contains(name)) result.add(searchList.get(i));
        }
        return result;
    }
    public List<MSample> searchByDate(String dateFrom,String dateTo, List<MSample> searchList) {
        List<MSample> result = new ArrayList<>();
        String[] splitFromDate =dateFrom.split("\\.");
        if(dateTo!=null) {
            try {
                String[] splitToDate = dateTo.split("\\.");
                if(Integer.parseInt(splitToDate[2])<Integer.parseInt(splitFromDate[2]) ||
Integer.parseInt(splitToDate[1])>12 || Integer.parseInt(splitToDate[1])<1 ||
Integer.parseInt(splitToDate[0])<1 || Integer.parseInt(splitToDate[0])>31) throw new Exception();
                for (int i = 0; i < searchList.size(); ++i) {
                    String[] splitDate;
                    splitDate = searchList.get(i).getDate().split("\\.");
                    if (Integer.parseInt(splitDate[2]) >= Integer.parseInt(splitFromDate[2]) &&
Integer.parseInt(splitDate[2]) <= Integer.parseInt(splitToDate[2]) &&
                    Integer.parseInt(splitDate[1]) >= Integer.parseInt(splitFromDate[1]) &&
Integer.parseInt(splitDate[1]) <= Integer.parseInt(splitToDate[1]) &&
                    Integer.parseInt(splitDate[0]) >= Integer.parseInt(splitFromDate[0]) &&

```

```

Integer.parseInt(splitDate[0]) <= Integer.parseInt(splitToDate[0])
    ) result.add(searchList.get(i));
    }
    }
    catch (Exception e)
    {
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Интервал или формат даты введен
некорректно","Ошибка",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
    }
    }
    else
    {
        try {
            if (Integer.parseInt(splitFromDate[1])>12 || Integer.parseInt(splitFromDate[1])<1 ||
Integer.parseInt(splitFromDate[0])<1 || Integer.parseInt(splitFromDate[0])>31)
                for (int i = 0; i < searchList.size(); ++i)
                    if (dateFrom.compareTo(searchList.get(i).getDate()) == 0) result.add(searchList.get(i));
            }
            catch (Exception e)
            {
                JOptionPane.showMessageDialog(null,"Формат даты введен
некорректно","Ошибка",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            }
        }

        return result;
    }
    public List<MSample> searchByQuality(String name, List<MSample> searchList) {
        List<MSample> result = new ArrayList<>();
        boolean errors = false;
        try {
            if(name.length()<1) throw new IllegalArgumentException();
            for (int i = 0; i < searchList.size(); ++i) {
                try {
                    if (searchList.get(i).getQuality().compareTo(name) == 0) result.add(searchList.get(i));
                } catch (Exception e) {
                    errors = true;
                }
            }
        }
        if (errors)
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "При поиске возникли некоторые ошибки.
Возможно стоит проверить, все ли ячейки заполнены", "Ошибка",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
    }
    catch (IllegalArgumentException e)
    {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Поле марки стали пустое", "Ошибка",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
    }
    return result;
}

```

```

public List<MSample> searchByBloom(String name, List<MSample> searchList)
{
    List<MSample> result = new ArrayList<>();
    for (int i = 0; i < searchList.size(); ++i) {
        try
        {
            if (searchList.get(i).getBloom().compareTo(name) == 0) result.add(searchList.get(i));
        }
        catch (Exception e)
        {
        }
    }
    return result;
}

public List<MSample> searchBySeria(String seriaFrom, String seriaTo, List<MSample> searchList) {
    List<MSample> result = new ArrayList<>();
    boolean errors = false;
    seriaFrom+="*";
    seriaFrom+=seriaTo;
    for (int i = 0; i < searchList.size(); ++i) {
        try {
            if (searchList.get(i).getSeria().compareTo(seriaFrom) == 0) result.add(searchList.get(i));
        }
        catch (Exception e) {}
    }
    return result;
}

public List<MSample> searchByChems(String C, String Si, String Mn, String P, String S, String
Cr, String Ni, String Mo, String Cu, String Al, String V, String W, String Ti, Config config, List<MSample>
searchList) {
    List<MSample> result = new ArrayList<>();
    boolean errors = false;
    for (int i = 0; i < searchList.size(); ++i) {
        /* try{ */
        if(
            Double.parseDouble(searchList.get(i).getC())>=Double.parseDouble(C)-
Double.parseDouble(config.getCDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getC())<=Double.parseDouble(C)+Double.parseDouble(config.get
CDev())&&
            Double.parseDouble(searchList.get(i).getSi())>=Double.parseDouble(Si)-
Double.parseDouble(config.getSiDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getSi())<=Double.parseDouble(Si)+Double.parseDouble(config.get
SiDev())&&
            Double.parseDouble(searchList.get(i).getMn())>=Double.parseDouble(Mn)-
Double.parseDouble(config.getMnDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getMn())<=Double.parseDouble(Mn)+Double.parseDouble(config.
getMnDev())&&
            Double.parseDouble(searchList.get(i).getP())>=Double.parseDouble(P)-

```

```

Double.parseDouble(config.getPDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getP())<=Double.parseDouble(P)+Double.parseDouble(config.getP
Dev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getS())>=Double.parseDouble(S)-
Double.parseDouble(config.getSDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getS())<=Double.parseDouble(S)+Double.parseDouble(config.getS
Dev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getCr())>=Double.parseDouble(Cr)-
Double.parseDouble(config.getCrDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getCr())<=Double.parseDouble(Cr)+Double.parseDouble(config.ge
tCrDev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getNi())>=Double.parseDouble(Ni)-
Double.parseDouble(config.getNiDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getNi())<=Double.parseDouble(Ni)+Double.parseDouble(config.ge
tNiDev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getMo())>=Double.parseDouble(Mo)-
Double.parseDouble(config.getMoDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getMo())<=Double.parseDouble(Mo)+Double.parseDouble(config.
getMoDev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getCu())>=Double.parseDouble(Cu)-
Double.parseDouble(config.getCuDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getCu())<=Double.parseDouble(Cu)+Double.parseDouble(config.g
etCuDev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getAl())>=Double.parseDouble(Al)-
Double.parseDouble(config.getAlDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getAl())<=Double.parseDouble(Al)+Double.parseDouble(config.ge
tAlDev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getV())>=Double.parseDouble(V)-
Double.parseDouble(config.getVDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getV())<=Double.parseDouble(V)+Double.parseDouble(config.get
VDev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getW())>=Double.parseDouble(W)-
Double.parseDouble(config.getWDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getW())<=Double.parseDouble(W)+Double.parseDouble(config.ge
tWDev())&&
    Double.parseDouble(searchList.get(i).getTi())>=Double.parseDouble(Ti)-
Double.parseDouble(config.getTiDev())&&

Double.parseDouble(searchList.get(i).getTi())<=Double.parseDouble(Ti)+Double.parseDouble(config.ge
tTiDev())
    ) result.add(searchList.get(i));
/* } catch (Exception e)

```

```

    {
    errors=true;
    }*/
}
if(errors)JOptionPane.showMessageDialog(null,"При поиске по хим. составу возникли
некоторые ошибки. Возможно стоит проверить, все ли ячейки хим. элементов
заполнены","Ошибка",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
return result;
}
public List<MSample> autosearch(MSample input,List<MSample> searchList, Config config) {
List<MSample> result = new ArrayList<>();
report = new String();
findSuccess=false;
List<MSample> bufferList =new ArrayList<>();
MSample bufferSample = null;
Config bufferConfig =Config.builder()
.CDev(config.getCDevAuto())
.SiDev(config.getSiDevAuto())
.MnDev(config.getMnDevAuto())
.PDev(config.getPDevAuto())
.SDev(config.getSDevAuto())
.CrDev(config.getCrDevAuto())
.NiDev(config.getNiDevAuto())
.MoDev(config.getMoDevAuto())
.CuDev(config.getCuDevAuto())
.AlDev(config.getAlDevAuto())
.VDev(config.getVDevAuto())
.WDev(config.getWDevAuto())
.TiDev(config.getTiDevAuto())
.build();
boolean errors = false;
String splitter[]=input.getSampleNo().split("/");
try {
result.add(searchByBloom(splitter[0], searchList).get(0));
report+="При поиске по номеру блюда был найден образец "+result.get(0).getSampleNo()+",
\n";
bufferList.add(input);
bufferList=searchByChems(result.get(0).getC(),result.get(0).getSi(),result.get(0).getMn(),
result.get(0).getP(),result.get(0).getS(),result.get(0).getCr(),result.get(0).getNi(),
result.get(0).getMo(),result.get(0).getCu(),result.get(0).getAl(),result.get(0).getV(),
result.get(0).getW(),result.get(0).getTi(),bufferConfig,bufferList);
if(bufferList.size()!=0) {
report += " и он совпал по хим. составу с разрывным. Поиск завершён.";
findSuccess=true;
JOptionPane.showMessageDialog(null,report,"Завершено",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
result.add(input);
return result;
}
}
else {
report += " \nи он не совпал по хим. составу с разрывным. Поиск завершён.";

```

```

        result.add(input);

OptionPane.showMessageDialog(null,report,"Завершено",OptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
        return result;
    }
}
catch (IndexOutOfBoundsException e)
{
    report+="\nПри поиске по номеру блюда образец не был найден. ";
    for(int i = 0; i<searchList.size();++i)
    {
        try {
            if ((Integer.parseInt(splitter[0]) <= Integer.parseInt(searchList.get(i).getBloom()+
Integer.parseInt(searchList.get(i).getCodes()-1)&&(Integer.parseInt(splitter[0]) >=
Integer.parseInt(searchList.get(i).getBloom()))
                bufferList.add(searchList.get(i));
            }catch (Exception ex){ }
        }
        try {

            if (Integer.parseInt(bufferList.get(0).getBloom()) +
Integer.parseInt(bufferList.get(0).getCodes()-1 >= Integer.parseInt(splitter[0])) {
                report += "\nБыл найден маркировочный образец "+bufferList.get(0).getSampleNo()+" с
номером блюда "+bufferList.get(0).getBloom()+", который является последним записанным в
хранилище блюдом перед искомым и входит в нумерацию блюдом искомой плавки. ";
                result.clear();
                bufferSample=bufferList.get(0);
                bufferList.clear();
                result.add(bufferSample);
                bufferList.add(input);
                bufferList=searchByChems(result.get(0).getC(),result.get(0).getSi(),result.get(0).getMn(),
                    result.get(0).getP(),result.get(0).getS(),result.get(0).getCr(),result.get(0).getNi(),
                    result.get(0).getMo(),result.get(0).getCu(),result.get(0).getAl(),result.get(0).getV(),
                    result.get(0).getW(),result.get(0).getTi(),bufferConfig,bufferList);
            }
            else
            {
                report += "\nБыл найден маркировочный образец с номером блюда
"+bufferSample.getBloom()+", который является последним записанным в хранилище блюдом
перед искомым,\но не входит в нумерацию блюдом искомой плавки. Поиск не дал результатов. ";
                result.clear();

OptionPane.showMessageDialog(null,report,"Завершено",OptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
                return result;
            }
            if (bufferList.size() != 0)
            {

                report += "\nЭтот образец (" +bufferSample.getSampleNo()+") совпал по хим. составу с
разрывным. Поиск завершён.";

```

```

OptionPane.showMessageDialog(null,report,"Завершено",OptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    result.add(input);
    findSuccess=true;
    return result;
}
else
{
    report += "\nНо этот маркировочный образец не совпал по хим. составу с разрывным.
Поиск завершён.";
OptionPane.showMessageDialog(null,report,"Завершено",OptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    result.add(input);
    return result;
}
} catch (Exception ex)
{
    report += "\nПоследних записанных в хранилище блоков перед искомым не
обнаружено. Поиск не дал результатов";
    result.clear();
OptionPane.showMessageDialog(null,report,"Завершено",OptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    return result;
}
}

}
public List<MSample> stepsearch(MSample input,List<MSample> searchList, Config config,String
firstDate, String secondDate)
{
    List<MSample> result = new ArrayList<>();
    report = new String();
    List<MSample> bufferList= new ArrayList<>();
    Config bufferConfig = null;
    result.add(input);
    MSample bufferSample;
    if(!config.isSamplesPerStepCheckBox()) config.setSamplesPerStep("1");
    if(config.isDateCheckBox1()&&firstDate.length(>6)
    {
        searchList = searchByDate(firstDate,secondDate,searchList);
    }
    for(stepNo=stepNo;
bufferList.size(<Integer.parseInt(config.getSamplesPerStep()*iterationNo||stepNo>1000; ++stepNo) {

        bufferConfig = Config.builder()
            .CDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getCDevAuto())
+Double.parseDouble(config.getCStepAuto()*(stepNo)))

.SiDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getSiDevAuto()+Double.parseDouble(config.getSiSt
epAuto()*(stepNo)))

.MnDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getMnDevAuto()+Double.parseDouble(config.get

```



```

MnStepAuto()*(stepNo)))

.PDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getPDevAuto())+Double.parseDouble(config.getPStep
Auto()*(stepNo)))

.SDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getSDevAuto())+Double.parseDouble(config.getSStep
Auto()*(stepNo)))

.CrDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getCrDevAuto())+Double.parseDouble(config.getCrS
tepAuto()*(stepNo)))

.NiDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getNiDevAuto())+Double.parseDouble(config.getNiS
tepAuto()*(stepNo)))

.MoDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getMoDevAuto())+Double.parseDouble(config.get
MoStepAuto()*(stepNo)))

.CuDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getCuDevAuto())+Double.parseDouble(config.getCu
StepAuto()*(stepNo)))

.AlDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getAlDevAuto())+Double.parseDouble(config.getAlS
tepAuto()*(stepNo)))

.VDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getVDevAuto())+Double.parseDouble(config.getVSte
pAuto()*(stepNo)))

.WDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getWDevAuto())+Double.parseDouble(config.getWS
tepAuto()*(stepNo)))

.TiDev(String.valueOf(Double.parseDouble(config.getTiDevAuto())+Double.parseDouble(config.getTiSt
epAuto()*(stepNo)))
    .build();
    bufferList = searchByChems(result.get(0).getC(), result.get(0).getSi(), result.get(0).getMn(),
        result.get(0).getP(), result.get(0).getS(), result.get(0).getCr(), result.get(0).getNi(),
        result.get(0).getMo(), result.get(0).getCu(), result.get(0).getAl(), result.get(0).getV(),
        result.get(0).getW(), result.get(0).getTi(), bufferConfig, searchList);
}
iterationNo++;
bufferList.add(input);
bufferSample =MSample.builder()
    .sampleNo("Отклонения")
    .C(bufferConfig.getCDev())
    .Si(bufferConfig.getSiDev())
    .Mn(bufferConfig.getMnDev())
    .P(bufferConfig.getPDev())
    .S(bufferConfig.getSDev())
    .Cr(bufferConfig.getCrDev())
    .Ni(bufferConfig.getNiDev())
    .Mo(bufferConfig.getMoDev())
    .Cu(bufferConfig.getCuDev())
    .Al(bufferConfig.getAlDev())

```

```

        .V(bufferConfig.getVDev())
        .W(bufferConfig.getWDev())
        .Ti(bufferConfig.getTiDev())
        .build();

    bufferList.add(bufferSample);
    return bufferList;
}
}

```

### Файл ImportFromExcel.java:

```

    package Flare.Modules;

import java.io.*;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.Iterator;

import Flare.MSample;
import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFCellStyle;
import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFFont;
import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFSheet;
import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFWorkbook;
import org.apache.poi.ss.usermodel.FormulaEvaluator;
import org.apache.poi.ss.usermodel.Cell;
import org.apache.poi.ss.usermodel.CellType;
import org.apache.poi.ss.usermodel.Row;

public class ImportFromExcel {

    private static HSSFCellStyle createStyleForTitle(HSSFWorkbook workbook) {
        HSSFFont font = workbook.createFont();
        font.setBold(true);
        HSSFCellStyle style = workbook.createCellStyle();
        style.setFont(font);
        return style;
    }

    public static List<MSample> GetExcelData(File ExcelFile) throws IOException {
        String[] checkList = new String[]{"Date","Time","Sample_NO", "Quality","Program", "Bloom",
"Cod_1", "Cod_2", "Cod_3", "Cod_4","Kristal","Seria","Product",
"C", "Si", "Mn", "P", "S", "Cr", "Ni", "Mo", "Cu", "Al", "As", "V", "W", "Ti"};
        String quality,bloom,cod_1,cod_2,cod_3,cod_4;
        String[] data = new String[24];
        boolean checkHeaderRow = true;
        List<MSample> sampleList = new ArrayList<>();
        SimpleDateFormat dt = new SimpleDateFormat("dd.MM.yyyy");
        SimpleDateFormat dt1 = new SimpleDateFormat("HH:mm:ss");
        // Read XLS file
    }
}

```

```

FileInputStream inputStream = new FileInputStream(ExcelFile);

// Get the workbook instance for XLS file
HSSFWorkbook workbook = new HSSFWorkbook(inputStream);

// Get first sheet from the workbook
HSSFSheet sheet = workbook.getSheetAt(0);

// Get iterator to all the rows in current sheet
Iterator<Row> rowIterator = sheet.iterator();
//ObjectOutputStream fout = new ObjectOutputStream(new FileOutputStream("db.dat"));
Row row = rowIterator.next();
// Get iterator to all cells of current row
Iterator<Cell> cellIterator = row.cellIterator();
for(int i = 0; i< checkList.length;++i) //Проверка заголовков таблицы на корректность
{
    Cell cell = cellIterator.next();
    String cellValue = cell.getStringCellValue();
    if(!cellValue.equals(checkList[i]))// Если хоть один заголовок не соответствует нужному
порядку из проверочной строки, то выбрасываем исключение
    {
        throw new IOException();
    }
}

while (rowIterator.hasNext()) {
    row = rowIterator.next();
    cellIterator = row.cellIterator();

    //while (cellIterator.hasNext()) {

        /*Cell cell = sheet.getRow(row.getRowNum()).getCell(0);
        // Change to getCellType() if using POI 4.x
        CellType cellType = cell.getCellTypeEnum();*/

    Cell cell = sheet.getRow(row.getRowNum()).getCell(0);
    data[0] = dt.format(cell.getDateCellValue()); //
    cell = sheet.getRow(row.getRowNum()).getCell(1);
    data[1] = dt1.format(cell.getDateCellValue());
    for(int i = 2; i<=3;++i)
    {
        cell = sheet.getRow(row.getRowNum()).getCell(i);
        if(cell == null )
            data[i] = null; //"sampleNo" "Quality", "Bloom", "Cod_1", "Cod_2", "Cod_3", "Cod_4"
        else if(cell.getCellTypeEnum().name()== "STRING")
            data[i] = cell.getStringCellValue();
        else data[i] = String.valueOf(cell.getNumericCellValue());
    }
    for(int i = 5; i<=9;++i)
    {

```

```

cell = sheet.getRow(row.getRowNum()).getCell(i);
if(cell == null )
    data[i-1] = null;
else if(cell.getCellTypeEnum().name() == "STRING")
    data[i-1] = cell.getStringCellValue();
else data[i-1] = String.valueOf(cell.getNumericCellValue());
}
cell = sheet.getRow(row.getRowNum()).getCell(11);
if(cell != null) {
    if(cell.getCellTypeEnum().name() == "STRING")
        data[9] = cell.getStringCellValue();
    else
    {
        data[9] = dt.format(cell.getDateCellValue());
        String splitter[] = data[9].split("\\.");
        data[9] = Integer.parseInt(splitter[0]) + "*" + Integer.parseInt(splitter[1]);
    }
}
else data[9] = null;

for(int i = 13; i <= 26; ++i)
{
    cell = sheet.getRow(row.getRowNum()).getCell(i);
    if(cell == null) data[i-3] = null;
    else if(cell.getCellTypeEnum().name() == "STRING") {
        data[i-3] = cell.getStringCellValue(); //
        data[i-3] = data[i-3].replace(",", ".");
        data[i-3] = data[i-3].replace("<", "");
        data[i-3] = data[i-3].replace(">", "");
        data[i-3] = data[i-3].replace("~", "");
    }
    else data[i-3] = String.valueOf(cell.getNumericCellValue());
}
System.out.println("");
if(data[4] != null) // Убираем .0 после номера блюда
{
    StringBuffer buffer = new StringBuffer(data[4]);
    buffer.delete(data[4].length()-2, data[4].length());
    data[4] = buffer.toString();
}
int bloomCount = 0;
String[] bloomDivide;
for(int i = 0; i < 4; ++i) {
    try {
        bloomDivide = data[i+5].split("\\*");
        bloomCount += Integer.parseInt(bloomDivide[0]);
    } catch (Exception e) {
    }
}
MSample sample = MSample.builder()
    .date(data[0])

```

```
.time(data[1])
.sampleNo(data[2])
.quality(data[3])
.bloom(data[4])
.codes(String.valueOf(bloomCount))
.seria(data[9])
.C(data[10])
.Si(data[11])
.Mn(data[12])
.P(data[13])
.S(data[14])
.Cr(data[15])
.Ni(data[16])
.Mo(data[17])
.Cu(data[18])
.Al(data[19])
.V(data[21])
.W(data[22])
.Ti(data[23])
.build();
sampleList.add(sample);
}

return sampleList;
}
}
```