

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“ ____ ” _____ 20__ р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
**“Дослідження та програмна реалізація інформаційної технології
процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового
завантаження барабанного млина”**

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи _____
ОПП «Комп’ютерні науки»
спеціальності 122 «Комп’ютерні науки»
_____ Абашина А.А.
« ____ » _____ 2022р.

Керівник проекту
доктор технічних наук, професор
_____ Єлизавета МЕЛЕШКО
« ____ » _____ 2022р.
Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Механіко-технологічний
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення
Освітній ступінь магістр
Галузь знань 12 "Інформаційні технології"
Спеціальність 122 "Комп'ютерні науки"
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма "Комп'ютерні науки"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
Олексій СМІРНОВ
« 6 » вересня 2022 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Абашиній Анастасії Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи	<u>Дослідження та програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина</u>
2. Керівник роботи	<u>Мелешко Єлизавета Владиславівна, доктор техн. наук, професор</u> (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу №18-13 від 17.08.2022 року	
3. Строк подання роботи до захисту	<u>10.12.2022 р.</u>
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи:	<u>Метою розробки є програмне забезпечення системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина</u>
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)	
<u>1. Призначення та область використання.</u>	<u>7. Економічна ефективність</u>
<u>2. Перегляд аналогічних існуючих систем.</u>	<u>розробленої програми.</u>
<u>3. Опис і обґрунтування проектних рішень.</u>	<u>8. Заходи з охорони праці та техніки</u>
<u>4. Етапи програмування системи.</u>	<u>безпеки.</u>
<u>5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.</u>	<u>9. Висновки.</u>
6. Наукова новизна.	
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)	
<u>Наукова новизна</u>	<u>1 аркуш</u>
<u>Структурна схема системи</u>	<u>2 аркуша</u>
<u>Функціональна схема системи</u>	<u>2 аркуша</u>
<u>Блок-схема алгоритму роботи додатку</u>	<u>2 аркуша</u>
<u>Діаграма процесів</u>	<u>1 аркуш</u>
<u>Показники економічної ефективності</u>	<u>1 аркуш</u>

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	Савеленко Г.В., к.т.н., доцент	25.10.2022	12.11.2022
Охорона праці	Оришака О.В., к.т.н., доцент	04.11.2022	20.11.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.10.2022 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.10.2022 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.10.2022 р.	
4.	Розробка структур даних	25.10.2022 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	28.10.2022 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.11.2022 р.	
7.	Розрахунок економічної ефективності	12.11.2022 р.	
8.	Розрахунки з охорони праці та техніки безпеки	16.11.2022 р.	
9.	Оформлення ПЗ	18.11.2022 р.	
10.	Попередній захист роботи	10.12.2022 р.	

Дата видачі завдання

«__»____20 р.

Підпис керівника

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«__»____20 р.

Підпис здобувача

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Абашина А.А. Дослідження та програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина. 122. Комп'ютерні науки. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2022.

В даній магістерській роботі розроблено програмне забезпечення стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина.

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності функціонування технології рудопідготовки в першій стадії шляхом покращення параметрів кульового завантаження барабанного млина на основі впровадження нових інформаційних технологій і застосуванням сучасних засобів програмування.

Об'єктом дослідження є процеси керування технологічним переділом подрібнення залізної руди в барабанних млинах на базі програмних реалізацій інформаційних технологій даних процесів.

Предмет дослідження – це автоматизована система на базі програмної реалізації інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина.

При виконанні магістерської роботи використані наступні методи дослідження:

- Загальні положення наукового узагальнення і систематизації для оцінювання сучасного стану досліджуваної проблеми;
- Метод математичного моделювання для встановлення математичних моделей технологічних процесів;
- Методи теорії автоматичного керування для розробки інформаційно-керуючого блока кульовим завантаженням;

– Методи інваріантних систем для автоматичної стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження в процесі роботи;

– Методи теорії алгоритмізації та програмування, мов програмування при програмній реалізації інформаційних технологій процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження.

Результатом роботи стала програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина.

У ході розробки зроблений аналіз існуючих систем стабілізації оптимального кульового завантаження барабанних млинів, виявлені недоліки, поставлена задача розробки нової системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження. Розкрито призначення та область застосування нової системи. Обґрунтовано вибір засобів для побудови системи та мову програмування. Розроблено: структурну схему, функціональні схеми, алгоритми та блок-схеми, програмне забезпечення для мікроконтролеру на базі MSP430 і ЕОМ типу ІВМ. Крім того, описані основні компоненти запропонованого програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів зводиться до наступного:

Вперше здійснена програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина МШЦ 4,5×6,0.

Вперше запропоновано спосіб автоматичного визначення оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанних млинів.

Вперше створено математичну модель знаходження кількості різнорозмірних куль у циклі завантаження після подрібнення встановленої маси руди.

Вперше розроблено алгоритм визначення кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження і алгоритмічну схему виконання операцій завантаження

молольного середовища у технологічний агрегат на заміну спрацьованого металу.

Вперше виконані структурні схеми, функціональні схеми та діаграми процесів оцінювання кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження та виконання операцій завантаження різнорозмірних куль у барабанний млин.

Ключові слова: комп'ютерні науки, програмна реалізація, інформаційна технологія, алгоритми, стабілізація, оптимальне різнорозмірне кульове завантаження, барабанний млин.

Кафедра _ КБПЗ _ 2022 рік

ABSTRACT

Abashyna A.A. Research and software implementation of information technology of the process of stabilization of optimal multidimensional ball loading of a drum mill. 12. Computer Science. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2022.

In the final qualification master's thesis, software for stabilizing the optimum differently sized ball loading of a ball mill is developed.

The aim of the master's work is to improve the efficiency of ore dressing technology in the first stage by improving the parameters of ball loading of a drum mill on the basis of the introduction of new information technology using modern programming tools.

The object of the study is the process control of iron ore grinding in ball mills based on the software implementation of the information technology of these processes.

The subject of the study is an automated system based on software implementation of information technology for the process of stabilisation of optimum multi-size ball mill feed.

The following research methods were used in carrying out the master's work:

- General provisions of scientific synthesis and systematisation for assessing the current state of the problem under study;
- Mathematical modelling method for establishing mathematical models of technological processes;
- Automatic control theory methods for developing a ball loading information and control unit;
- Methods of invariant systems for automatic stabilisation of optimum differently sized ball loading during operation;

– Algorithmisation and programming theory methods, programming languages for the software implementation of information technology for the process of stabilisation of the optimum differently sized ball loading.

The work resulted in the software implementation of an information technology for the process of stabilising the optimum differently sized ball feed of a ball mill.

In the course of development the analysis of existing systems for stabilisation of optimum ball loading of ball mills is made, the disadvantages are revealed, the task of development of a new system for stabilisation of optimum differently sized ball loading is set. The purpose and scope of the new system is revealed. The choice of means for construction of the system and programming language is justified. The structural diagram, functional diagrams, algorithms and block diagrams, software for microcontroller based on MSP430 and IBM were developed. In addition, the main components of the proposed software are described.

The scientific novelty of the findings can be summarised as follows:

For the first time the software realization of information technology of process of stabilization of optimum various-sized ball loading of ball mill MIIIQ 4,5×6,0 is carried out.

For the first time, a method has been proposed for automatically determining the optimum different sized ball loading of ball mills.

For the first time, a mathematical model for finding the number of differently sized balls in the loading cycle after grinding a set mass of ore has been created.

For the first time an algorithm for determining the number of different-sized balls in a reloading cycle and an algorithmic scheme of grinding media loading operations in a technological unit for the replacement of worn-out metal have been developed.

For the first time, structural schemes, function diagrams and process diagrams for estimating the number of balls of different sizes in the extraction cycle and for loading the balls of different sizes into the ball mill have been produced.

Keywords: computer science, software implementation, information technology, algorithms, stabilisation, optimum multi-size ball loading, ball mill.

Кафедра КБПЗ – 2022 рік

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	3
ВСТУП.....	4
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	9
1.1 Призначення системи.....	9
1.2 Область застосування.....	11
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	13
2.1 Огляд існуючих систем стабілізації кульового завантаження барабанного млина.....	13
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	24
2.3 Розгорнута постановка завдання	31
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	32
3.1 Опис функціонування системи	32
3.2 Розробка структурної схеми.....	33
3.3 Розробка функціональної схеми	37
3.4 Розробка діаграм процесів.....	47
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	53
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	53
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	66
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	68
6 НАУКОВА НОВИЗНА	71
7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ.....	72
7.1 Техніко-економічне обґрунтування теми дипломного проекту	72
7.2 Розрахунок трудомісткості розробки програмної продукції.....	74

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>Дослідження та програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
<i>Розроб.</i>	<i>Абашина А.А.</i>					М	1	113
<i>Перев.</i>	<i>Мелешко Є.В.</i>					ЦНТУ КН-21М		
<i>Н.контр.</i>	<i>Гермак В.С.</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Смірнов О.А.</i>							

7.3	Визначення чисельності виконавців і планового фонду зарплати.....	76
7.4	Розрахунок капітальних вкладень та амортизаційних відрахувань у розробника.....	81
7.5	Визначення собівартості розробки та ціни програмної продукції.....	85
7.6	Визначення об'єму капітальних вкладень у споживача програмної продукції.....	88
7.7	Визначення експлуатаційних витрат.....	88
7.8	Визначення економічної ефективності програмної продукції.....	90
7.9	Висновки.....	92
8	ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	93
8.1	Дослідження та аналіз умов праці на робочому місці програміста.....	94
8.2	Організація робочого місця програміста.....	95
8.3	Пропозиції щодо підвищення працездатності програмістів.....	100
8.4	Розрахункова частина.....	101
8.5	Висновки до розділу.....	103
9	ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	104
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	106

Кафедра КБІЗ 2022 рік

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

D_{CG}, d_{CG}	–	відповідно середні гармонічні зважені крупності матеріалу у вихідному живленні рудою і розвантаженні млина;
E	–	корисно витрачена енергія (кВт·г) на подрібнення визначеної маси руди;
$n_{50}, n_{65},$ n_{75}, n_{90}	–	відповідно кількість певних куль, які необхідно завантажити в барабанний млин в кінці циклу подрібнення;
Q_3	–	задана маса руди для подрібнення в циклі;
$\Delta q_K, \Delta q_{E1-}$ $\Delta q_{E4}, \Delta q_\Phi$	–	питомі витрати енергії на спрацювання всіх куль, куль за розміром і футерівки;
MSP430	–	мікропроцесорний ряд пристроїв;
MBP	–	мова високого рівня;
МШЦ 4,5×6,0	–	кульовий млин з центральним розвантаженням;
ООП	–	об'єктно-орієнтоване програмування;
ПЗ	–	програмне забезпечення;
ПК	–	персональний комп'ютер;
ІТ	–	інформаційні технології;
ПП	–	плановий прибуток;
ПДВ	–	податок на додану вартість;
НПАОП	–	нормативно-правовий акт с охорони праці;
ДСанПіН	–	державні санітарні правила і норми;
КПО	–	кофіцієнт природного освітлення.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Актуальність теми. Україна виробляє значну частку світової продукції чорної металургії, де основною сировинною складовою є залізорудний концентрат – результат збагачення бідних залізних руд. В наслідок значних перевитрат електроенергії та матеріалів при подрібненні руди в кульових млинах вітчизняний залізорудний концентрат підвищує собівартість продукції, що ставить Україну не в однакові умови на світовому ринку. Одним із першочергових шляхів виходу з цієї ситуації є покращення параметрів кульового завантаження барабанних млинів, що можливо лише високорівневим удосконаленням системи управління цим процесом, альтернативні розробки якої відсутні. Враховуючи сказане, тема кваліфікаційної магістерської роботи є актуальною.

Робота виконується у Центральноукраїнському національному технічному університеті (ЦНТУ) і є складовою частиною держбюджетної науково-дослідної роботи “Оптимізація продуктивності кульових млинів по руді і готовому продукту при мінімальних енергетичних і матеріальних перевитратах” (номер державної реєстрації 0115U003942), в якій автор приймала безпосередньо участь.

Мета й завдання дослідження. Метою магістерської роботи є підвищення ефективності функціонування технології рудопідготовки в першій стадії шляхом покращення параметрів кульового завантаження барабанного млина на основі впровадження нових інформаційних технологій із застосуванням сучасних засобів програмування.

Завданнями кваліфікаційної магістерської роботи є аналіз існуючих систем керування кульовим завантаженням, створення підходу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження та інформаційно-керуючого блока, що його здійснює, і програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина.

Об’єктом дослідження є процеси керування технологічним переділом

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

подрібнення залізної руди в барабанних млинах на базі програмних реалізацій інформаційних технологій даних процесів.

Предмет дослідження – це автоматизована система на базі програмної реалізації інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина.

Методи досліджень базуються на загальних положеннях наукового узагальнення і систематизації – для оцінювання сучасного стану стабілізації кульового завантаження; математичного моделювання – для встановлення математичних моделей технологічних процесів; теорії автоматичного керування – для розробки інформаційно-керуючого блока кульовим завантаженням; інваріантних систем – для автоматичної стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження в процесі роботи; теорії алгоритмізації та програмування, мов програмування – при програмній реалізації інформаційних технологій процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження.

Наукова новизна отриманих результатів зводиться до наступного:

– вперше здійснена програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина МШЦ 4,5×6,0, що подрібнює вихідну руду в першій стадії рудопідготовки збагачувальних фабрик;

– вперше запропоновано спосіб автоматичного визначення різнорозмірного кульового завантаження барабанних млинів, який базується на математичній моделі оцінювання витраченої на подрібнення встановленого обсягу руди корисної енергії за середніми гармонічними зваженими крупностями матеріалу в розвантаженні млина і вихідному живленні рудою, який за точністю значно перевищує відомі рішення і захищений патентом України на винахід та придатний для використання в цифрових технологіях;

– вперше створено математичну модель знаходження кількості різнорозмірних куль у циклі завантаження після подрібнення встановленої маси руди, яка враховує корисно витрачену енергію, знайдену розрахунково, та питомі

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

витрати металу на 1 кВт·г корисно витраченої енергії, які є константами в даному технологічному процесі і пристосовані до цифрових технологій;

– вперше розроблено алгоритм визначення кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження і алгоритмічну схему виконання операцій завантаження молоткового середовища у технологічний агрегат на заміну спрацьованого металу, які є базою програмної реалізації інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження млина;

– вперше виконані структурні схеми, функціональні схеми та діаграми процесів оцінювання кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження та виконання операцій завантаження різнорозмірних куль у барабанний млин типу МШЦ 4,5×6,0, які є основою програмної реалізації інформаційних технологій.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробленні: алгоритмів і програмного забезпечення, визначення кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження та виконання операцій їх завантаження у барабанний млин на заміну спрацьованого металу; програмної реалізації інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина.

Запропоновані алгоритмічні, програмні та технічні рішення знаходять застосування в інженерній практиці, оскільки дозволяють підвищити продуктивність кульового млина до 34,35%, зменшити витрати куль на 25%, а футерівки – на 3,125%. Масштаби використання розробок достатньо широкі – це залізнорудна, цементна та будівельна галузі України.

Достовірність наукових результатів забезпечується коректністю постановки і вирішення сформульованих завдань; використанням апробованих фундаментальних закономірностей точних наук і доведених положень теорії ймовірностей, випадкових процесів і комп'ютерного моделювання.

Результати досліджень, які включені до кваліфікаційної магістерської роботи опробовано на трьох всеукраїнських і дванадцяти міжнародних науково-технічних конференціях, з яких шість закордонних. Це: Всеукраїнська науково-

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

практична інтернет-конференція «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті» (м. Кропивницький, 2017 р.), «Third International Conference of European Academy of Science: Proceedings» (Bonn, 2018 р.), «XX ювілейна міжнародна конференція з математичного моделювання» (м. Херсон, 2019 р.), «Science, Research, Development. #13, #14. Technics and Technology» (Berlin, 01.2019, London 02.2019), 2nd International Scientific and Technical internet conference «Innovative development of resource-saving technologies of mineral mining and processing» (Petrosani, Romania, 2019), Міжнародна науково-технічна конференція: «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» (Дніпро, 2019 р.), Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Перспективні напрямки інформаційних і комп'ютерних систем та мереж, комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті» (Кропивницький, 2019 р.), 3rd International Scientific and Technical conference «Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources». (Petrosani, Romania, 2020), Всеукраїнська науково-методична конференція «Проблеми математичного моделювання» (Кам'янське, 2020 р.), Міжнародна науково-технічна конференція «Розвиток промисловості та суспільства» (Кривий Ріг, 2020 р.), IV Міжнародна науково-практична конференція «Прикладні науково-технічні дослідження» (Івано-Франківськ, 2020 р.), IV International Scientific and Practical Conference «Modeling, control and information technologies» (Rivne, 2020), Міжнародна науково-практична on-line конференція «Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві» (м. Кропивницький, 2020 р.), 5rd International Scientific and Technical conference «Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources». (Petrosani, Romania, November 11, 2022).

Основні публікації за темою дослідження, в яких містяться наукові результати кваліфікаційної магістерської роботи.

1) Монографії:

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

– Kondratets V., Matsui A., Abashina A. Virtual assessment of the state of the optimal ball load of the mill grinding ore dressing plants. Modernization and engineering development of resource-saving technologies in mineral mining and processing. Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing. 2019. P. 163–185 (розділ колективної монографії опублікованої в країнах ЄС).

2) Публікації у фахових виданнях

– Мацуй А. М., Кондратець В. О., Абашина А. А. Підвищення енергетичної ефективності кульового завантаження циклу «млин-класифікатор» в першій стадії рудопідготовки. *Вісник ХНТУ*. 2019. №2 (69). С. 86–95.

– Кондратець В. О., Мелешко Є. В., Мацуй А. М., Абашина А. А. Стабілізація оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина реалізацією алгоритмів оцінювання його стану. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Том 33 (72) № 4 . Ч.1. С.97–102.

3) Патенти

– Спосіб автоматичного визначення кульового завантаження барабанних млинів: пат. 122994 Україна: МПК В02С 17/18, В02С 25/00, F23К 1/02, G01L 3/26. №а201909799; заявл. 13.09.19; опубл. 28.01.21, Бюл. №4. 7 с. (патент на винахід).

– Пристрій для завантаження кулями барабанного млина; пат. на кор. мод. 150693 Україна:МПК В02С23|02; В02С 17100; В02С25/00. №2019009798; заява 13.09.2019; опубл. 16.03.2022. Бюл№11.3 с.

Таким чином, виходячи з розглянутого, дослідження та програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина з метою підвищення продуктивності є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній кваліфікаційній магістерській роботі.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Система призначена для автоматичної стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина. Керованим об'єктом виступає кульовий млин, де керуванню одночасно підлягають кілька практично незалежних параметрів. Нині в Україні в перших стадіях рудопідготовки в основному використовують кульові млини типу МШЦ 4,5×6,0, які мають наступні технічні характеристики: діаметр барабана – 4500 мм; довжину барабана – 6000 мм; робочий об'єм – 85 м³; швидкість обертання – 16,5 об/хв.; потужність електродвигуна приводу – 2500 кВт; вага млина з футерівкою, але без куль і електрообладнання – 261,5 т; вага кульового завантаження – 186 т [1]. Кульові млини призначені для подрібнення руди розміром шматків 10 або 12 мм – кулями 80 чи 90 мм. Кульове завантаження займає 40÷50% об'єму барабана. Подрібнення відбувається з додаванням води. На подрібнення руди нині витрачається до 80% загальної кількості електроенергії споживаної підприємством. Головним недоліком кульових млинів є висока питома витрата енергії та низьке значення механічного коефіцієнта корисної дії (к.к.д) при утворенні нової поверхні, який не перевищує 1% [2]. Більша частка енергії витрачається саме в першій стадії подрібнення [3]. Режим максимально можливої продуктивності кульового млина забезпечується роботою в умовах його об'ємного завантаження рудою. Однак прямі методи такого контролю відсутні [4]. Тому ще раніше в [5] відмічено, що цю задачу необхідно вирішувати пошуком і обґрунтуванням параметрів, які піддаються автоматичному контролю та безпосередньо характеризують ефективність процесу руйнування матеріалу в барабані млина.

В процесі подрібнення руди в кульовому млині спрацьовуються як кулі, так і футерівка. Витрата куль на 1 тону подрібненої руди залежить від її міцності

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

і розміру до якого здійснюється подрібнення. Зі зменшенням крупності подрібнення руди витрата куль суттєво збільшується. Найкраща стійкість до спрацювання куль з хромистої сталі. Між спрацюванням куль і футерівки існує чітка залежність. Футерівка спрацьовується набагато менше куль. Це співвідношення є стійким і неодноразово перевірялося. Тому можливо стверджувати, що за спрацюванням куль в певних умовах подрібнення руди можливо визначати масу зношеної футерівки.

Низька ефективність подрібнення руди в кульовому млині першої стадії рудопідготовки спричинила виконати власні дослідження загального характеру [6], де встановлені напрями впливу на покращення енергоефективності в залежності від можливостей і умов роботи підприємства. Показано, що серед конструктивних факторів виокремлено 3, технологічних факторів – 1, експлуатаційних п'ять факторів і всі вони вагомі [7]. Раніше була приділена увага ефективності перемішування матеріалу і розрідженню пульпи [8]. Виконано обґрунтування підходу підвищення точності розділення твердого в процесі подрібнення-класифікації в [9]. Інформаційний засіб для визначення енергоефективності руйнування руди безпосередньо в кульовому млині (завантаженість млина рудою) запропоновано в [10]. В роботі [11] доведено, що діаметр куль в пристрої оцінювання енергоефективності руйнування руди в млині повинен бути 50 мм. В роботі [12] показано, що точність засобу оцінювання енергоефективності руйнування руди при кульовому подрібненні можливо довести до рівня, який вимагає технологічний процес. І все ж таки найбільш вагомим і найменш розробленим є фактор, що визначає характеристику крупності подрібнювальних тіл (кульове завантаження барабанного млина). Встановлено, що млини, завантажені кулями чотирьох-п'яти типорозмірів, мають на 10-15% більш високу продуктивність порівняно з технологічними агрегатами, завантаженими однорозмірними кулями [13]. Це ж саме в праці [14] підкреслює А. А. Яценко. Отже, необхідно знаходити умови підвищення продуктивності кульового млина до найвищого рівня вдосконаленням кульового завантаження.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Призначенням системи, що розробляється, є стабілізація вдосконаленого кульового завантаження барабанного млина в процесі роботи. Один з його варіантів може бути таким: вміст куль діаметром 50 мм (18%), 65 мм (23%), 75 мм (27%), 90 мм (32%).

1.2 Область застосування

Кульовий млин на залізородних збагачувальних фабриках призначений для здрібнення вихідної руди до певної заданої крупності у розвантаженні. Допустимо, що кульовий млин має оптимальне різнорозмірне кульове середовище. Воно взаємодіє з рудою, що завантажується у кульовий млин. Звичайно в одному кар'єрі родовища бідних залізних руд виділяють до семи технологічних різнотипів. Руди родовища відрізняються великою різноманітністю як за вмістом загального й магнітного заліза, так і за здатністю подрібнюватися та збагачуватися. Тому досконале кульове завантаження буде ефективним для одного технологічного різнотипу руди і зовсім неефективним для інших. Враховуючи сказане, у кінці 20^{го} століття почали використовувати осереднення руд певного родовища. Так створюється теорія й осереднювальні системи на гірничо-збагачувальних підприємствах [15]. Осереднення руд здійснюється за вмістом заліза. П. В. Маляров стверджує необхідність вибору технологічних параметрів – крупності вихідного живлення, співвідношення твердого до рідкого, фізико-механічних властивостей матеріалу [16]. Тому К. Я. Улітенко та В. В. Морозов [17] і інші [18-21] пропонують при управлінні операціями подрібнення та класифікації переходити на типізацію руд. Тобто, кульовий млин повинен бути налагодженим на конкретний технологічний різнотип руди та вхідну крупність матеріалу.

Слід відзначити, що циліндричні бункери збагачувальних фабрик приводять до розосереднення руди при розвантаженні [22], створюючи довгоперіодну послідовність крупних шматків і дрібного матеріалу. Це

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

підтверджено і в праці [23]. Осереднення руди за крупністю забезпечує ідеальна усереднювальна місткість, яка реалізується у вигляді усереднювального бункера, в якому формується еліпсоїд випуску, що забезпечує високу якість осереднення матеріалу за крупністю. Зміною об'єму руди можна зменшити коливання крупності до будь-якого рівня незалежно від його значення у вхідному потоці [22]. При такому осередненні руди за крупністю цей параметр на вході млинів буде змінюватися лише під впливом спрацювання робочих поверхонь дробильного обладнання, тобто, дуже повільно в часі.

Формуванню нового технологічного підходу сприяють і наукові роботи типу [24, 25], де передбачається формування технологічних гатунків руд в процесі їх видобування.

Таким чином, можливо стверджувати, що самою перспективною областю застосування систем стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанних млинів є комбінати збагачення бідних залізних руд. Крім того, системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанних млинів можуть ефективно використовуватися в галузі кольорової металургії, вугільній, енергетичній і цементній промисловостях.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем стабілізації кульового завантаження барабанних млинів

Відомо, що найвища продуктивність млина досягається при заповненні барабана кулями на 50%. Здебільшого кульові млини працюють при заповненні кулями 40-50%. Практика показує, що заповнення барабана млина кулями тримають на рівні 40%, оскільки експериментально підтверджено максимум продуктивності при такому завантаженні. Встановлено, що суміш куль різного розміру більш продуктивна, ніж однакові молольні тіла. Питання раціонального живлення млинів кулями ставляться давно і продовжують ставитись, оскільки практикою доведено, що млини, які завантажені кулями чотирьох-п'яти розмірів, забезпечують на 10-15% більш високу продуктивність порівняно з технологічними агрегатами з однорозмірним молольним середовищем. З точки зору максимуму продуктивності існує оптимальна характеристика крупності кульової суміші. Максимальний розмір куль і характеристику крупності їх суміші уточнюють експериментальним шляхом. Існують підібрані суміші куль для певних умов роботи, матеріалу і технологічних агрегатів. Розроблені прийоми визначення початкової оптимальної характеристики крупності куль, її підтримання в процесі роботи шляхом додавання нових молольних тіл на зміну спрацьованим. Даний підхід дозволить економити мільярди грошових одиниць на рік у країнах з розвинутою гірничо-видобувною промисловістю, однак для цього необхідно керувати станом кульового завантаження. Для забезпечення оптимального кульового завантаження на рівні близько 40% і, як наслідок, найбільшої продуктивності млина, необхідно безпосередньо оцінювати його стан – або вимірювати об'єм в барабані і середню крупність, або величину спрацьованого оптимального кульового завантаження. Дану проблему

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

розв'язують різними шляхами, в основному починаючи з початку 70^х років минулого століття. Наприклад, стабілізацію маси молольного середовища в млині (величина маси оцінюється непрямо) здійснюють автоматичним або ручним довантаженням куль у відповідності з їх спрацюванням [5].

Одним з перших, який реалізується і в теперішній час, є принцип тимчасового керування. Він більш-менш ефективно застосовується для млинів за умов стабілізації вихідного живлення, коли певна партія куль завантажується через заданий інтервал роботи (звичайно через добу). За умов більш широкої зміни продуктивності кульових млинів застосовували принцип слідкування за кількістю подрібненої руди [26]. Ці підходи мають низьку точність підтримання кульового завантаження. Здавна помічено зменшення навантаження приводного двигуна млина при спрацюванні подрібнюючого середовища. Тому завантаження куль в технологічний агрегат почали здійснювати за енергетичними параметрами приводного електродвигуна. Спочатку розроблялися пристрої контролю активного струму статора електродвигуна кульового млина, потім активної потужності.

В наслідок низької точності інформаційних засобів продовжувалися спроби їх удосконалення. На рівні винаходів були запропоновані пристрої з акустичним перетворювачем, засоби з контролем частоти виходу з млина недоподрібнених шматків руди, витрати спрацьованого від куль і футерівки металу, вимірюванням звукометричного сигналу, визначенням кореляційного зв'язку між спрацюванням куль і футерівки та пристрої, що включають зміну подачі куль і вимірювання поточної ваги млина та рівня заповнення барабана подрібнюваним матеріалом і молольними тілами. Ці пропозиції в подальшому не розвивалися і на практиці не використовувалися.

Продовжили удосконалювати системи, засновані на вимірюванні активної потужності приводних електродвигунів. Вони будувалися з використанням залежності сигналу середнього значення активної потужності електропривода млина від маси куль в барабані. В основному дослідники розвивають даний

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

підхід. Так, до цих же систем в 2006 році повертається М. J. Daniel [27], а в 2008 році – К. Я. Улітенко [28], який запропонував метод оцінки оптимальності кульового заповнення млинів на основі контролю розвантаження об'єму барабана при дискретному завантаженні порції куль. Є. В. Кочурою, О. М. Марютою і В. І. Дмитрієвим запропоновано спосіб регулювання кульового завантаження з вимірюванням дисперсії пульсацій моменту, прикладеного до вала приводного двигуна. Дані пропозиції засновані на тому ж підході, а випадковість процесів і складність вимірювання об'єму витісненої з барабана млина пульпи (а може і дрібного кульового завантаження) не дозволяють точніше оцінити даний технологічний параметр.

Останні зарубіжні публікації з інформаційного забезпечення довантаження куль також практично докорінно нічого не змінюють. Так, у 2009 році запропонована нова характеристична змінна рівня заповнення барабана кулями, спрямована на підвищення точності вимірювання [29]. Характеристична змінна є більш досконалою та стабільною, однак даний метод є наближеним і не може характеризувати з якоюсь певною точністю стан кульового завантаження.

Для контрол рівня заповнення барабана кулями запропоновано використовувати частотну характеристику DEM-моделювання [30]. Метод дискретного елемента DEM (Discrete element method) – це сім'я чисельних методів, призначених для розрахунку руху великої кількості частинок – гранульованих середовищ. Однак цей підхід також не розв'язує завдання оцінювання стану кульового завантаження навіть за кількістю, не говорячи про його якісні характеристики. Використання крутного моменту і DEM-моделювання з залученням спектрального аналізу замість вимірювання активної потужності приводу практично нічого нового не вносять, оскільки принцип вимірювання залишається попереднім.

У праці [31] проводиться глибокий аналіз стану млина різними підходами та з використанням нелінійного спостерігача, що дало можливість зробити такий висновок. Хоч об'єднаний об'єм руди й куль можна оцінити, використовуючи

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

вимірювання заповнення млинів, швидкості потоку й густини пульпи, ці вимірювання залишаються недостатніми для розрізнення твердого й куль. Для розв'язання завдання необхідні ще додаткові життєспроможні та незалежні вимірювання, щоб надійно оцінити ситуацію й виконати розрізнення між об'ємами куль і твердого в млині [31]. Оскільки таке завдання не розв'язане, необхідно розробити новий підхід для оцінювання ситуації відносно кульового й рудного завантаження в млині, який би відповідав сучасним вимогам технологічного процесу подрібнення.

Враховуючи дану ситуацію в основному вимірюють активну потужність привідного електродвигуна млина, однак цей метод має суттєвий недолік – велику та змінну частку потужності, яка непродуктивно витрачається. Структуру непродуктивних витрат активної потужності млином подано на рис.2.1. Як видно з рис.2.1, непродуктивні втрати активної потужності електропривода залежать від багатьох факторів. На практиці приймають, що корисна потужність складає від 75 до 90% від загальної потужності, яка витрачається. Крім загальних непродуктивних витрат, вказані складові є ще й змінними, тому це перетворюється в похибку вимірювання завантаження куль, яка може складати від 10 до 25% [32]. За даними [5] ця похибка складає до 20%. Ускладнює процес оцінювання кульового завантаження млина і той факт, що добове зменшення маси подрібнюваного середовища внаслідок його спрацювання складає близько 4-5%. Слід також мати на увазі, що різке зменшення споживаної активної потужності млином частіше всього свідчить не про зменшення кульового завантаження, а про технологічне перевантаження технологічного агрегату. Тому точність оцінювання стану кульового завантаження млина методом вимірювання активної потужності привідного двигуна не відповідає технологічним вимогам.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Рисунок 2.1 – Структура непродуктивних втрат активної потужності електроприводом кульового млина

Враховуючи сказане здійснимо альтернативний інноваційний підхід, який заснований на непрямому прогностичному оцінюванні стану кульового завантаження, що базується на теоретично встановлених енергетичних підходах. Наприклад, для водоспадного режиму роботи кульового млина можливо використати відому залежність визначення його потужності [33]

$$N = 3,464 \frac{G}{\varphi} \sqrt{D} \Psi \left[\frac{9}{4} \Psi^2 (1 - k^4) - \frac{4}{3} \Psi^2 (1 - k^6) \right], \text{ кВт}, \quad (2.1)$$

де G – маса куль;

φ – ступінь заповнення барабана млина;

D – внутрішній діаметр барабана;

Ψ – швидкість обертання барабана млина відносно критичного значення;

k – стала, яка визначається відношенням радіусів зовнішнього та внутрішнього радіусів руху куль у барабані.

Помноживши визначену розрахунковим шляхом потужність за (2.1) на час подрібнення руди, знаходимо кількість витраченої енергії. Вона буде відповідати обсягу спрацьованих при подрібненні куль. Однак його дуже точно отримати

неможливо внаслідок зміни G , φ , D , ψ і k у процесі роботи. Крім того, до виразу (2.1) не входять параметри руди – міцність, об’єм, крупність. Формула (2.1) дає завищені значення потужності, оскільки при падінні кульового завантаження відбувається «віддача» частини її енергії на обертання барабана млина. Яку частину загальної енергії кульового завантаження складає ця «віддача» точно не встановлено. Отже, і в даному випадку точність оцінювання стану кульового завантаження млина не відповідає технологічним вимогам.

Основним принципом регулювання подачі подрібнювальних тіл у барабан млина є стабілізація співвідношення “кульове завантаження – руда”. Розрізняють дві групи технічних засобів подавання куль у кульовий млин – незалежна подача подрібнювальних тіл у технологічний агрегат і їх подавання спільно з рудою. До першої групи технічних засобів можна віднести пристрої, що реалізують тимчасовий принцип, принцип слідкування за кількістю переробленої руди та принцип регулювання за відхиленням за сигналом середнього значення активної потужності, яка споживається електроприводом млина. Тимчасовий принцип подавання куль передбачає завантаження певної партії куль через заданий інтервал роботи [26]. Наприклад, на збагачувальній фабриці ПрАТ “Полтавський ГЗК” кулі в млин перших стадій подрібнення довантажують один раз на добу масою 2,86 т на один агрегат, діаметр куль складає 100 мм [34]. У випадку подавання куль пропорціонально кількості поданої в технологічний агрегат руди довантаження молоткових тіл здійснюють через установлену кількість переробленої сировини [26]. Для цього і в першому, і в другому випадках можна використовувати куледозувальні машини та кулеживильники. Не дивлячись на значну (до 20%) похибку вимірювання кульового завантаження, системи стабілізації середньої потужності двигуна шляхом регулювання потоку живлення найбільш розповсюджені. Отже, подавання куль у технологічний агрегат можливо здійснювати й безперервно за сигналом середнього значення активної потужності електропривода млина [5].

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Технічні засоби автоматичного подавання молольних тіл спільно з рудою можна подати у вигляді шести видів пристроїв. Засоби першого виду [35] передбачають вимірювання низькочастотних коливань динамічної системи “барабан млина – синхронний привід” шляхом контролю змінної складової активної потужності приводного двигуна з наступним налагодженням в умовах періодичного довантаження куль і безперервного подавання руди й води на частоти $2,0 \pm 0,1$ і $4,0 \pm 0,2$, що являють собою параметричні збудження, які впливають на центр мас малорухомого ядра внутрішньомлинового завантаження.

Наступний вид даного засобу також пов’язаний з характеристиками приводу млина [36]. Тут реалізують спосіб керування завантаженням млина, що включає вимірювання моменту обертання барабана та зміну подавання подрібнюваного й подрібнювального матеріалу. При цьому вимірюють поточне значення положення центра ваги внутрішньомлинового завантаження й задають задані значення положення центра ваги та поворотного моменту, причому зміну подавання подрібнюваного матеріалу здійснюють до досягнення поточним значенням положення центра ваги його заданого значення.

Ці технічні засоби поки що не знайшли практичного використання і відсутні дані щодо їх практичної перевірки.

Розглянуті інформаційні засоби спочатку працювали з живильником млина однорозмірними кулями. Конструкція одного з живильників млина однорозмірними кулями приведена на рис. 2.2 [37]. Живильник (рис. 2.2) являє собою лоток для куль 1, що має нахил 15° , на кінці якого встановлено барабан 2 з захоплюючими пристроями для куль. Барабан через редуктор 3 і клиноремінну передачу 4 приводиться в рух двигуном 5. Барабан при обертанні захоплює кулі і направляє їх у завантажувальний пристрій 6 млина. В процесі руху куля переміщує коливальний важіль 7, який замикає контакт 8, що провідниками 9 з’єднаний з електроімпульсним лічильником, встановленим в диспетчерському пункті. При автоматичному дозуванні куль живильник автоматично вмикається через певний проміжок часу, певну кількість переробленої руди і видає

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

встановлену кількість куль. Подачу куль в млин можливо здійснювати також і в залежності від потужності, яку споживає приводний двигун. При зменшенні потужності автоматично вмикається кульовий живильник, який зупиняється в момент досягнення заданої середньої потужності приводного двигуна.

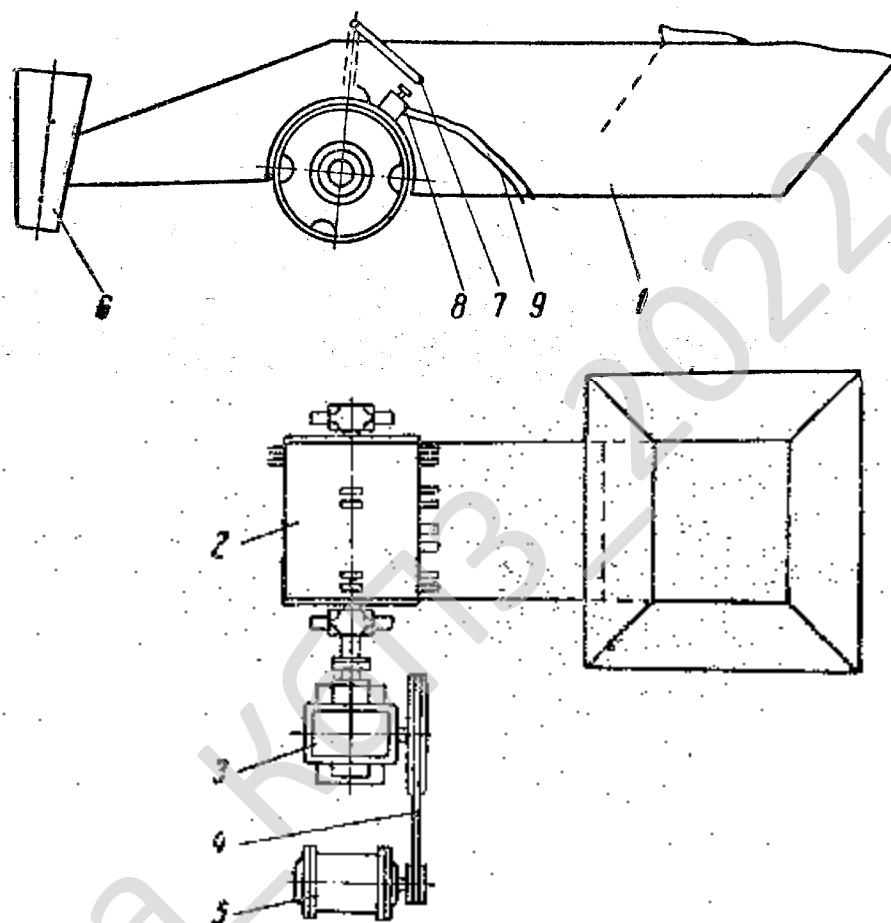


Рисунок 2.2 – Схема живильника млина однорозмірними кулями

Більш вдалою розробкою для автоматизації процесу завантаження куль у млин виявився куледозатор фірми “Норкаст (Norcast)” [38]. Куледозатор фірми “Норкаст” також не знаходить розповсюдження в збагачувальній галузі, оскільки він достатньо складний і розрахований на однорозмірні кулі, а нині практикою подрібнення руд в ряді країн встановлено, що млини, які завантажуються кулями чотирьох-п’яти типорозмірів, мають на 10...15% більш високу продуктивність порівняно з технологічними агрегатами, які завантажують однорозмірними

кулями [13]. У цементній галузі також встановлено, що продуктивність кульових млинів зростає, якщо вони працюють на суміші куль різних розмірів [39].

Для дозування різнорозмірних куль у млини запропоновано живильник, зображений на рис. 2.3 [26].

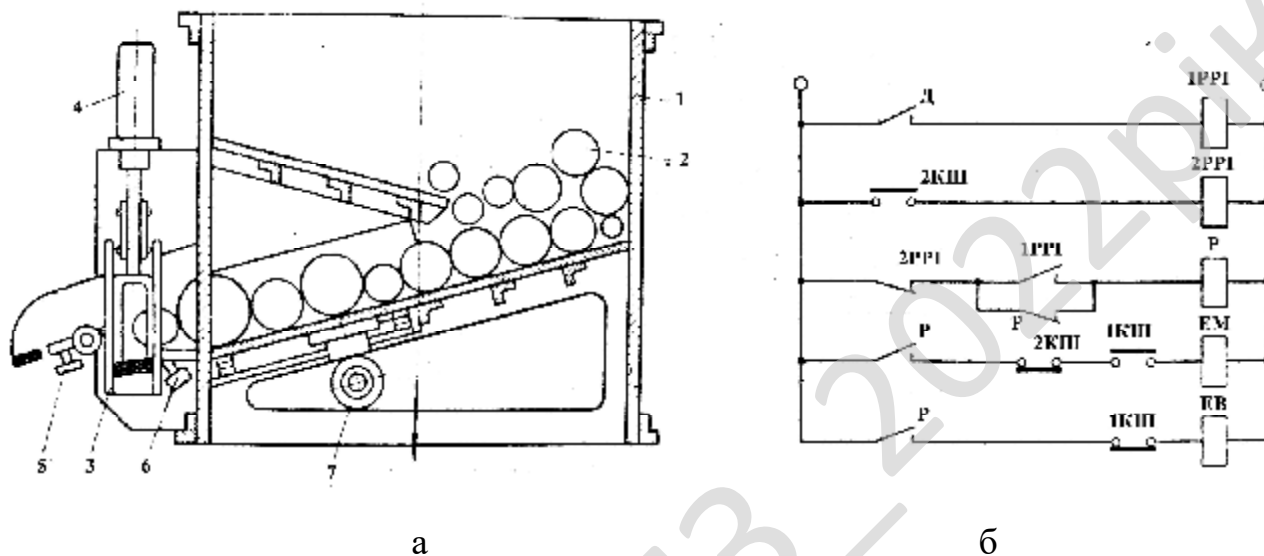


Рисунок 2.3 – Живильник різнорозмірних куль у барабанний млин: а – загальний вигляд; б – принципова схема керування подачею куль у млин

Живильник різнорозмірних куль (рис. 2.3, а) працює наступним чином. В бункері 1 знаходяться кулі 2 різних розмірів. Скокуючись по нахиленій площині, вони розташовуються одна за одною перед входом в підйомач 3. Підйомач приводиться в рух електромагнітом 4. Після спрацювання електромагніта куля, піднята у верхнє положення, викочується і надходить по лотку у млин. Шляховий вимикач 5 натискається кожною кулею, що прокотилася через лоток. Шляховий вимикач 6 знаходиться у робочому стані під дією куль, що готові до завантаження у підйомач. Якщо в бункері відбулося заклинення і не виявилось куль, готових до завантаження, вмикається електровібратор 7, який трясє кулі.

Принципова схема керування подачею куль приведена на рис. 2.3, б. Сигнал датчика Д швидкості обертання конвеєрних вагів, що свідчить про надходження на перероблення чергової одиниці ваги (звичайно 1 т) руди,

фіксується реле рахування імпульсів 1РРІ. Відрахувавши задану кількість імпульсів, тобто задану кількість одиниць ваги руди, реле 1РРІ короткочасно спрацьовує і переводить в робочий стан командне реле Р. Останнє самоблокується і підготовлює до роботи електромагніт підіймача ЕМ і електровібратор ЕВ. Якщо кулі готові до завантаження, контакти 1КШ шляхового вимикача 6 (рис. 2.3, а) знаходяться в робочому стані (верхній замкнений, нижній розімкнений). Електромагніт ЕМ спрацьовує, куля піднімається і, викотившись, натискає шляховий вимикач 5 (рис. 2.3, а), в результаті чого розмикається контакт 2КШ і електромагніт повертається у вихідний стан. Одночасно в результаті замикання другого контакту 2КШ буде подано імпульс другому реле підрахунку імпульсів 2РРІ. Електромагніт, опустивши підіймач, миттєво підхоплює кулю і направляє її у млин. Цей процес триває до моменту, поки реле 2РРІ, відрахувавши задану кількість імпульсів, що відповідає заданій кількості куль, не розімкне ланцюг командного реле Р. У випадку відсутності куль перед підіймачем в період роботи електромагніта вмикається електровібратор ЕВ.

Автоматична подача необхідної кількості куль після переробки певної кількості вихідної руди забезпечується вибором уставок реле 1РРІ і 2РРІ. Розглянута система є типовою релейною слідкуючою САР кульового завантаження.

Розроблено також пристрій для завантаження різнорозмірними кулями барабанного млина, який показано на рис. 2.4. Його дія зрозуміла з рис. 2.4. Цей пристрій може завантажуватись кулями без їх орієнтації і краном подаватись на позицію кульового млина. Зважаючи на те, що в ньому можливе заклинення подрібнюючих тіл, є необхідність вмикати вібратор, контролювати стан виходу куль, витратити енергію та ін.

Як видно, обидва пристрої для завантаження у млин різнорозмірних куль не можуть задовольнити технологічним вимогам, оскільки кулі в технологічному

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

агрегаті спрацьовуються в певній закономірності, а завантаження їх на заміну зношених відбувається випадковим чином як за крупністю, так і масою.

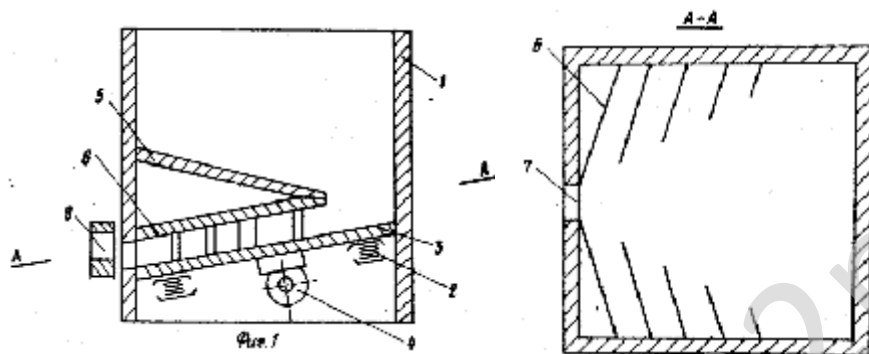


Рисунок 2.4 – Пристрій для завантаження різнорозмірними кулями кульового млина:

1 – бункер; 2 – амортизатори; 3 – нахилене днище; 4 – вібратор; 5 – нахилений козирок; 6 – бокові відбивні перегородки; 7 – розвантажувальний отвір; 8 – кришка; 9 – затвор

Щодо завантаження куль у млин при їх спрацюванні, можна відзначити, що в економічно розвинених країнах довантаження куль в автоматичному режимі здійснюється в цементній галузі. В Україні лише одне цементне підприємство має таке апаратне оснащення. У збагачувальній промисловості це виглядає набагато гірше. Такій ситуації є певні пояснення, але багато чого залежить від того, що відповідних традицій у галузі не було й до цього не було великих прагнень, хоч це наносить вагомі збитки.

Традиційно використовувані критерії оцінювання довантаження куль мають низьку якість і тому практично не розповсюджуються. Критерії спільного завантаження руди й куль характеризуються такими ж ознаками. Крім недоліків критеріїв оцінювання завантаження проблемою є саме завантаження, тобто відсутність таких живильників.

Серйозною перешкодою у використанні розглянутих живильників молольного середовища є велика кількість тіл, які завантажуються. Це можливо частково обійти застосуванням стійких молольних куль, доступність до яких вже

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

досягнута в Україні [40]. Однак при цьому слід мати на увазі, що об'єм і розподілення куль за розміром у цьому завантаженні, а також частота, з якою нові молотильні тіла додаються в млин, здійснюють значний вплив на продуктивність технологічного агрегату й ефективність подрібнення [41].

Отже, в даний час не існує альтернативи недосконалим часовому принципу керування, принципу керування за витратою руди в млин і за середнім значенням активної потужності споживаної приводом технологічного агрегату станом кульового завантаження млинів і їх вимушені застосовувати, значно втрачаючи продуктивність, перевитрачаючи електроенергію, кулі та футерівку. Зважаючи на це, задача удосконалення контролю за станом кульового завантаження млинів є актуальною і потребує подальшого дослідження. Тому необхідно розробити новий підхід для оцінювання ситуації відносно кульового й рудного завантаження в млині, який би відповідав сучасним вимогам технологічного процесу подрібнення. Завдання доцільно розділити на два – окреме оцінювання кульового завантаження й руди різними підходами. Кульове завантаження можна оцінювати непрямым прогностичним визначенням спрацювання куль, а завантаження руди – за непрямым вимірюванням ефективності її подрібнення безпосередньо в барабані млина, що фрагментально розглянуто в розділі 1. Кваліфікаційна магістерська робота присвячується безпосередньо контролю стану створеного оптимального різнорозмірного кульового завантаження млина і його стабілізації в процесі роботи.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Складовими системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина є програмна та апаратна частини. Програмна частина присвячена оцінці стану оптимального різнорозмірного кульового завантаження при роботі, формуванні кількості різнорозмірних молотильних тіл,

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

управлінні їх завантаженням у кульовий млин на заміну спрацьованим і загальній координації роботи системи. Апаратна частина системи являє собою сукупність різноманітних технічних пристроїв насамперед для обробки інформації та формування і введення керуючих впливів на об'єкт. Вона передбачає використання як зовнішніх апаратних пристроїв для формування технологічної інформації, засобів обробки команд, виконавчих комплексів, так і периферійних пристроїв комп'ютерної системи.

Програмна частина системи реалізується на певній мові програмування, яка утворюється конкретним набором символічних назв і правил їх використання. Слід зауважити, що спосіб реалізації програми не визначається мовою, на якій вона записана. В свою чергу, мова програмування дозволяє скласти алгоритм у термінах, які «зрозумілі» компілятору, що «перекладає» його на зрозумілу для процесора машинну мову.

Прийнято розрізняти мови програмування низького та високого рівнів. Мови програмування низького рівня або машинні мови орієнтовані на конкретний тип процесора і повинні враховувати його особливості. Їх звичайно використовують для невеликих системних додатків, драйверів певних засобів та модулів сполучення з певними пристроями. Мови програмування високого рівня є більш зручнішими у написанні, їх набагато простіше аналізувати. Програма, записана мовою високого рівня з апаратними засобами взаємодіє через операційну систему. Як відомо, операційна система (ОС) – це програмне забезпечення, що реалізує зв'язок між прикладними програмами й апаратними засобами [42]. Використання мов високого рівня порівняно з асемблером забезпечує наступні переваги:

- 1) програміст пише програми на мові, близькій до мови його спілкування, більше того мови високого рівня орієнтуються на класи вирішуваних задач;
- 2) скорочується час написання програм;

3) мови високого рівня не залежать від типу та архітектури комп'ютера, що дає змогу використовувати написані цими мовами програми на всіх комп'ютерах, а програміста звільнити від знання їх структури та організації роботи [43].

Нині існує два найбільш розповсюджених підходи розробки програмного забезпечення на мовах високого рівня – це функційний та об'єктно-орієнтований. Функційне програмування – це парадигма програмування, яка розглядає програму як обчислення математичних функцій, та уникає станів і змінних даних. Воно дуже добре вирішує питання паралелізму і розподілених обчислень. В ньому незмінний стан забезпечує механізм, що забороняє зміну жодного зі станів [44]. Функції в даному методі є головними конструкціями функціонального програмування, для яких дозволені самі різні варіанти використання, без суттєвих обмежень. Тому тут не роблять відмінностей між програмою, процедурою та функцією. З іншого боку, вхідні та вихідні величини завжди розрізняються. У функціональному програмуванні змінні зв'язані зі значеннями, але не мають ніякого відношення до областей пам'яті. Зважаючи на те, що присвоєння відсутні, цикли в функціональному програмуванні просто неможливі, оскільки цикл потребує управляючої змінної [45].

Отже, враховуючи сказане, можливо відмітити наступне. Багато проблем, з якими зустрічаються програмісти при підготовці надійних програм, виникає безпосередньо в наслідок використання пам'яті, яка обновлюється. При функціональному підході ці проблеми зникають. Це позитивна властивість функційного підходу програмування. Однак його недоліком є те, що функційні мови програмування можливо використовувати лише для написання коротких, надійних програм для додатків, що мають справу зі складними структурами даних, що мають справу зі складними структурами даних і складними алгоритмами.

Об'єктно-орієнтований підхід (ООП) до програмування є пріоритетним при розробці програмних проектів, бо ООП є потужним засобом вирішення

проблеми складності завдань. Замість того, щоб розглядати програму як набір послідовно виконуваних інструкцій, в ООП програма подається як сукупність об'єктів, яким присвоєні властивості об'єкта та способу поведінки [46]. ООП за своєю суттю втілює принцип системного підходу створення й експлуатації програмного забезпечення електронних обчислювальних машин (ЕОМ). Основою структурного програмування слугує реалізація досить простих положень:

- 1) алгоритм і програма повинні складатися покроково;
- 2) складне завдання необхідно розбивати на достатньо прості частини, що легко сприймаються та мають лише один вхід і один вихід;
- 3) логіка алгоритму та програми повинна спиратися на мінімальне число досить простих базових елементарних управляючих структур – лінійної, умовної та циклічної, які можуть з'єднуватися між собою, утворюючи більш складні структури з тих самих елементарних схем, не використовуючи оператори переходу без особливої потреби [47, 48, 49]. Слід мати на увазі, що програма може вважатися правильною, коли її структура містить лише базові елементи, і жоден з яких не є недоступним і не допускає зациклювання. Вона повинна мати лише один вхід і один вихід та не може містити частин, що ніколи не виконуються.

Серед програм високого рівня, створених за ООП, найбільше розповсюдження отримали C++, Java і C#. Основна відмінність між цими мовами полягає у типі обчислювального середовища, для якого вони розроблялися. Мова програмування C# створювалася з метою написання ефективних кодів програм, які призначені для виконання під управлінням певної операційної системи і з розрахунку на цифрові перетворювачі конкретного типу. Наприклад, для написання програми для виконання на процесорі Intel Pentium під управлінням операційної системи Windows, найкраще використати для цього мову C# [49].

З усіх ООП C# є найбільш уживаною. Мова Java, що є останньою розробкою в галузі об'єктно-орієнтованих мов, порівняно з C#, не містить певних складових. До них відносяться вказівники, шаблони, множинне успадкування, що

робить її менш потужною та гнучкою порівняно з C#. Синтаксис мови Java на 90% схожий на синтаксис C#. Тому можливо легко програмувати на Java, якщо знаєш мову C# [46].

Мова C++ розвивається успішно, але її поширення значно поступається використанню C#. Мови Java і C++ розроблені для потреб мережевого середовища. Мова Java дозволяє створювати сумісний з декількома операційними середовищами переносний програмний код для мережі Internet. Мова C++ розроблена для середовища, яке підтримує багатомовне програмування і комплексно-орієнтований код, що виконується в мережевому середовищі [49].

Отже, можливо зробити наступний висновок. Мови Java і C++ дозволяють створювати переносний програмний код, що працює в спільно розподіленому середовищі, ціною чого є ефективність роботи. Java-програми виконуються повільніше, ніж програми на мові C++. Це можливо сказати і про мову C#. Тому для системи, що розробляється, найбільш доцільно використати мову C#. Популярним середовищем C# є Microsoft Visual Studio, призначені для роботи під управлінням операційних систем Microsoft Windows.

Апаратна реалізація першочергово вимагає вибору мікроконтролера (МК), який буде забезпечувати виконання всіх передбачених системою функцій. Крім того, він повинен згенерувати біта-захист (security fuse), який зробить неможливим зчитування програми, завантаженої в пам'ять МК.

Комплекс програмного забезпечення мікропроцесорної системи (МПС) містить системне програмне забезпечення (СПЗ) і прикладне програмне забезпечення (ПЗ). Прикладне ПЗ МПС є внутрішнім (резидентним) і включає цільові програми, що зберігаються в пам'яті системи. До складу СПЗ входять програми, призначені для проектування, відлагодження, супроводження ПЗ. До складу резидентної системи проектування ПЗ входять: інструментальна (технологічна) операційна система (ОС), редактор тексту, транслятори (асемблери та компілятори), завантажувачі, динамічні налагоджувачі, бібліотека стандартних програм, тестові та діагностичні програми, допоміжні програми.

Основні інструментальні програми працюють під керівництвом ОС. Вихідні тексти програм безпосередньо не можуть бути виконаними цільовим мікропроцесором (МП). Тому в залежності від типу вхідної мови [асемблер чи мова високого рівня (МВР)] програму необхідно піддати перетворенню: трансляції в першому випадку або компіляції в другому. В результаті такого перетворення створюється об'єктний код в абсолютному або форматі, що переміщається.

Проектування ПЗ звичайно виконується на основі високорівневої мови проектування, що дозволяє в термінах задачі, яка вирішується, виконувати описання алгоритму роботи МПС. Такий процес проектування ПЗ є найбільш простим для користувача. Крім того, це дозволяє уникнути деталізації, характерної для асемблерів, і скоротити час розробки. Слід також мати на увазі, що архітектура ряду нових МП безпосередньо орієнтована на застосування МВР.

При розробці ПЗ МПС вихідні тексти програм, що використовуються, можуть створюватись на основі символічних мов – асемблерів або на основі мов високого рівня. Транслююча програма, яка перекладає вихідну програму на символічній мові (мові асемблера) в об'єктний код, називається асемблером. Транслятори з МВР називають компіляторами, результат процесу трансляції – об'єктною програмою. В найбільш простому випадку об'єктна програма виходить на машинній мові. Вона може бути завантаженою в оперативну пам'ять і виконана відразу. Здебільшого здійснюють об'єднання апаратних і програмних модулів на основі внутрішньо-схемного емулятора (VSE) макетної системи підтримки розробки. Весь час зростає популярність МК ряду MSP430 фірми Texas Instruments, які забезпечені програматорами і емуляторами як власної, так і інших фірм. Серед них є засоби, що мають можливість програмування біта захисту. МВР для MSP 430 звичайно є C++. Тому обираємо для даної системи МК MSP430F1611PM. Він також відповідає вимогам за швидкодією та розрядністю, що визначає точність отримання технологічного параметра.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Розрядність аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), які є складовою частиною МК, також відповідає пред'явленим вимогам.

МК типу MSP430F1611PM відрізняється невеликою споживаною потужністю в активному режимі – 280 мкА (1 МГц, 2,2 В), має 16 – розрядну RISC – архітектуру, 12 – розрядний АЦП з вбудованим джерелом опорної напруги, пристроєм вибору зберігання та функцією автоматичного перетворення, здвоєний синхронний 12 – розрядний цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП), 16 – розрядний таймер з трьома регістрами захоплення фронтів порівняння та 16 – розрядний таймер з трьома або сімома регістрами захоплення фронтів порівняння з мертвою зоною. Крім того, він забезпечений вбудованим компаратором, послідовним комунікаційним інтерфейсом USART1, що працює в режимі асинхронного UART або синхронного SPI, послідовним комунікаційним інтерфейсом (USART1), що працює в режимі асинхронного UART або синхронного SPI або I2C, супервізором напруги живлення з програмованим порогом, броунівським детектором, вбудованим послідовним внутрішньосхемним програматором, вбудованим завантажувачем, 48 Кбайтами + 256 байтами флеш – пам'яті та 10 Кбайтами оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗП).

Цільова МП система, основою якої є МК MSP430F1611PM, подається у вигляді плати. Програмування МК здійснюється через USB порт інструментальної ЕОМ, який з'єднано з цільовою системою через USB-JTAG інтерфейс. Такий інтерфейс необхідно для того, щоб сигнали, які виводяться через USB порт, сприймалися JTAG портом цільової системи, а сигнали, що надходять від цільової системи, сприймалися USB портом комп'ютера.

Програмний код для МК розробляється на ПК з ОС Windows. Для цього використовується інтегроване середовище розробки (IDE) Embedded Workbench компанії IAR Systems, яка виконується як Windows-додаток і має у своєму складі крос-асемблер, що дозволяє генерувати двійковий код програми для обраного МК. Двійковий код програми заноситься в пам'ять, що програмується (в flash-пам'ять) МК. Для цього використовують стандартний послідовний інтерфейс

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

IEEE P1149J TAG. JTAG стандарт визначає метод почергового сканування і управління станами входів/виходів компонентів цільової МПС, в тому числі входів/виходів програмованої пам'яті. Завдяки цьому можливо програмування flash-пам'яті шляхом посилення через контакти JTAG порта бітової послідовності, складеної з адресних кодів і кодів даних.

Після програмування МК здатен працювати в автономному режимі, виконуючи завантажену в його пам'ять програму.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Визначена мета кваліфікаційної магістерської роботи потребує розв'язання наступних завдань:

- дослідити підхід стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина типу МШЦ 4,5×6,0 та програмну реалізацію його інформаційної технології;

- дослідити інформаційно-керуючий блок як базову складову системи управління стабілізацією оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина типу МШЦ 4,5×6,0 та програмну реалізацію його інформаційної технології.

В процесі розв'язання сформульованих задач розробити структурні, функціональні схеми та діаграми процесів, які відбуваються в системі. Зробити висновки щодо виконаних досліджень та виокремити наукову новизну і практичну цінність роботи.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Система стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина передбачає використання молольного середовища певного об'єму і конкретного кульового складу. Обсяг кульового середовища визначається типом барабанного млина, тобто агрегатом МШЦ 4,5×6,0. Оскільки в цей час оптимальні різнорозмірні кульові завантаження є порівняно новим поняттям, його необхідно отримати в процесі досліджень. Для цього слід запропонувати підхід отримання оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина та методику перевірки його оптимальності.

Оскільки відомі системи підтримання заданого кульового завантаження відрізняються низькою точністю, необхідно розробити новий підхід стабілізації параметра в умовах роботи кульових млинів, який би відповідав технологічним вимогам подрібнення сировини в перших стадіях рудопідготовки. Такий підхід необхідно розробити в умовах експлуатації знайденого оптимального різнорозмірного кульового завантаження. Зрозуміло, що даний підхід повинен базуватися на новому енергетичному параметрі, що визначається в умовах експлуатації кульового завантаження високою точністю і реалізує такі ж точні цифрові підходи автоматичного керування.

Отже, в процесі експлуатації оптимального різнорозмірного кульового завантаження необхідно визначати за певних умов спрацювання металу, переводити його в розряд базових різнорозмірних куль і точно завантажити ці молольні тіла в технологічний агрегат. Якщо тривалість виконання цих операцій буде незначною, а точність визначення високою, то кульове завантаження барабанного млина буде залишатись практично незмінним.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

3.2 Розробка структурної схеми

Структурна схема системи алгоритму виконання операцій завантаження різнорозмірних куль у барабанний млин приведена на рис.3.1. Вона включає інформаційно-керуючий блок завантаження куль і блоки багатоструменних магазинів для різнорозмірних куль.

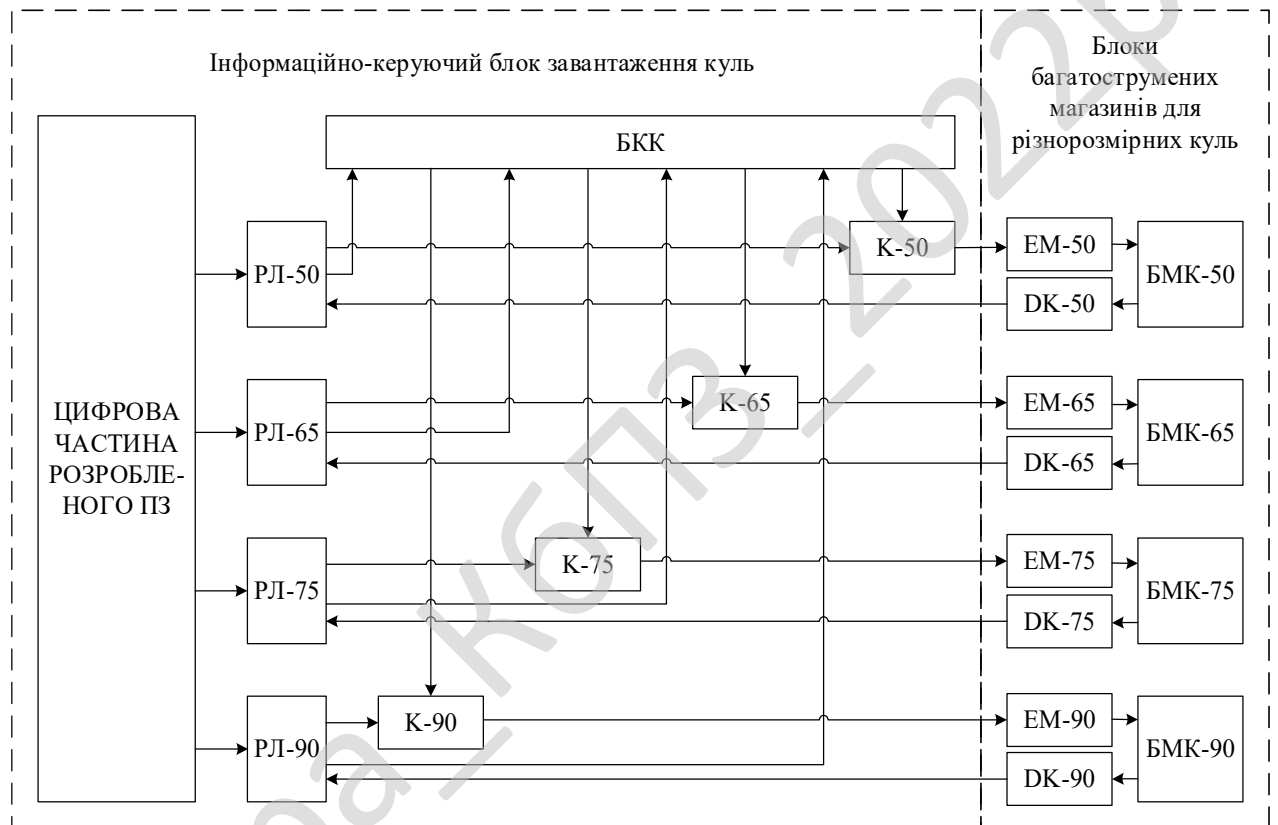


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи:

n_{50} n_{65} n_{75} n_{90} – кількість куль розміру 50, 65, 75, 90 мм, які необхідно завантажити у кульовий млин; РЛ-50, РЛ-65, РЛ-75, РЛ-90 – відповідно реверсивні лічильники заданого розміру куль; К-50, К-65, К-75, К-90 – відповідно ключі керування у каналах куль різних розмірів; БКК – блок керування каналами; ЕМ - 50, ЕМ - 65, ЕМ - 75, ЕМ - 90 – відповідно електромагніти дозування куль діаметром 50, 65, 75, 90; ДК-50, ДК-65, ДК-75, ДК-90 – відповідно датчики проходження куль розміром 50, 65, 75, 90мм; БМК-50, БМК-65, БМК-75, БМК-90, - відповідно блоки вмісту куль багатоструменних магазинів для тіл діаметром 50, 65, 75, 90 мм.

Блоки багатоструменних магазинів для різнорозмірних куль являють собою пристрій для завантаження кулями барабанного млина [51], який захищено патентом України на корисну модель. Кожен магазин завантажувального пристрою на виході має однаковий механізм для керування подаванням куль. Механізм має підпружинену засувку, яка утримує кулю в жолобі, й електромагніт, що змінює положення засувки. Такий пристрій забезпечує роботу кульового млина впродовж доби або навіть чотирьох діб, якщо використовуються кулі 5 групи стійкості. Надійність пристрою надзвичайна висока. Завантаження таких магазинів ефективно може здійснювати промисловий робот завантажувально-транспортного типу, де використовуються всі його переваги порівняно з людиною – висока продуктивність, не втомлюється, може працювати впродовж доби, не вимагає комфортних температурних умов, житла, харчування, відпочинку, відпусток, вихідних, інфраструктури, медичного обслуговування, тощо.

Керує роботою магазинів БМК, що містять електромагніти ЕМ і датчики куль ДК блок БКК керування ключами К-50, К-65, К-75, К-90. Якщо на всіх реверсивних лічильниках РЛ-50, РЛ-65, РЛ-75, РЛ-90 є інформація про кількість куль, які необхідно подати в технологічний агрегат, спрацьовує канал, який відкриває ключ К-90. При цьому спрацьовує електромагніт ЕМ-90, звільнюючи кулю на виході з магазину. Отже, завантаження куль відбувається по чергово, починаючи з найбільших, які будуть рухатися до кінця барабанного млина. Кулі рухаються одна за одною. На кожну кулю ДК-90 формується імпульс, який зменшує сигнал в РЛ-90. Коли на РЛ-90 сигнал буде дорівнювати нулю, ключ К-90 змінює положення й рух куль 90мм припиняється. При цьому створюється ситуація, що одночасно на РЛ-50, РЛ-65, РЛ-75 є сигнали, а на РЛ-90 сигнал відсутній. За таких умов БКК відкриває ключ К-75 і процес повторюється. Так відбувається по чергове завантаження куль діаметром 75, 65 і 50мм. Коли на лічильнику РЛ-50 сигнал буде відсутнім, це означає, що цикл завантаження куль закінчився. Це є сигналом на початок повного циклу.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Структурна схема системи стабілізації оптимального різномірного кульового завантаження барабанного млина типу МШЦ 4,5×6,0 показана на рис. 3.2. В ній виокремлено шість баз даних і п'ять процесів. Дані A (d_{CG} , D_{CG} і Q_3) та $C - \Delta G_C$ надходять від сторонніх джерел. Дані B щодо спрацювання футерівки млина Δq_ϕ і $\Delta q_{\phi K}$ можливо подати у наступному вигляді. Спрацювання футерівки визначити за залежністю як частка спрацьованих куль, яка складає їх відому для процесу частину, оцінювану незмінним коефіцієнтом k_ϕ , тобто, $\Delta G_\phi = k_\phi \cdot \Delta G_E$. Кулями замінюється не вся спрацьована футерівка, а лише її частина, що оцінюється незмінним коефіцієнтом $k_{\phi K}$. Теоретично доведено, що для даного процесу він дорівнює $k_{\phi K} = 0,248$. Тоді $\Delta G_{\phi K}$ – маса спрацювання футерівки, яка замінюється різномірними кулями, буде дорівнювати $\Delta G_{\phi K} = 0,248 \cdot \Delta G_\phi$ [50]. На рис. 3.2 є перервні лінії зв'язку, позначені символами λ_1 і λ_2 .

Структурна схема виконання операцій завантаження різномірних куль у барабанний млин типу МШЦ 4,5×6,0 приведена на рис. 3.2. Функції блоків вказані на рисунку. В дану мить інформація в процесі 2 відсутня, тобто число куль на реверсивних лічильниках дорівнює нулю, що є сигналом для початку нового циклу.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

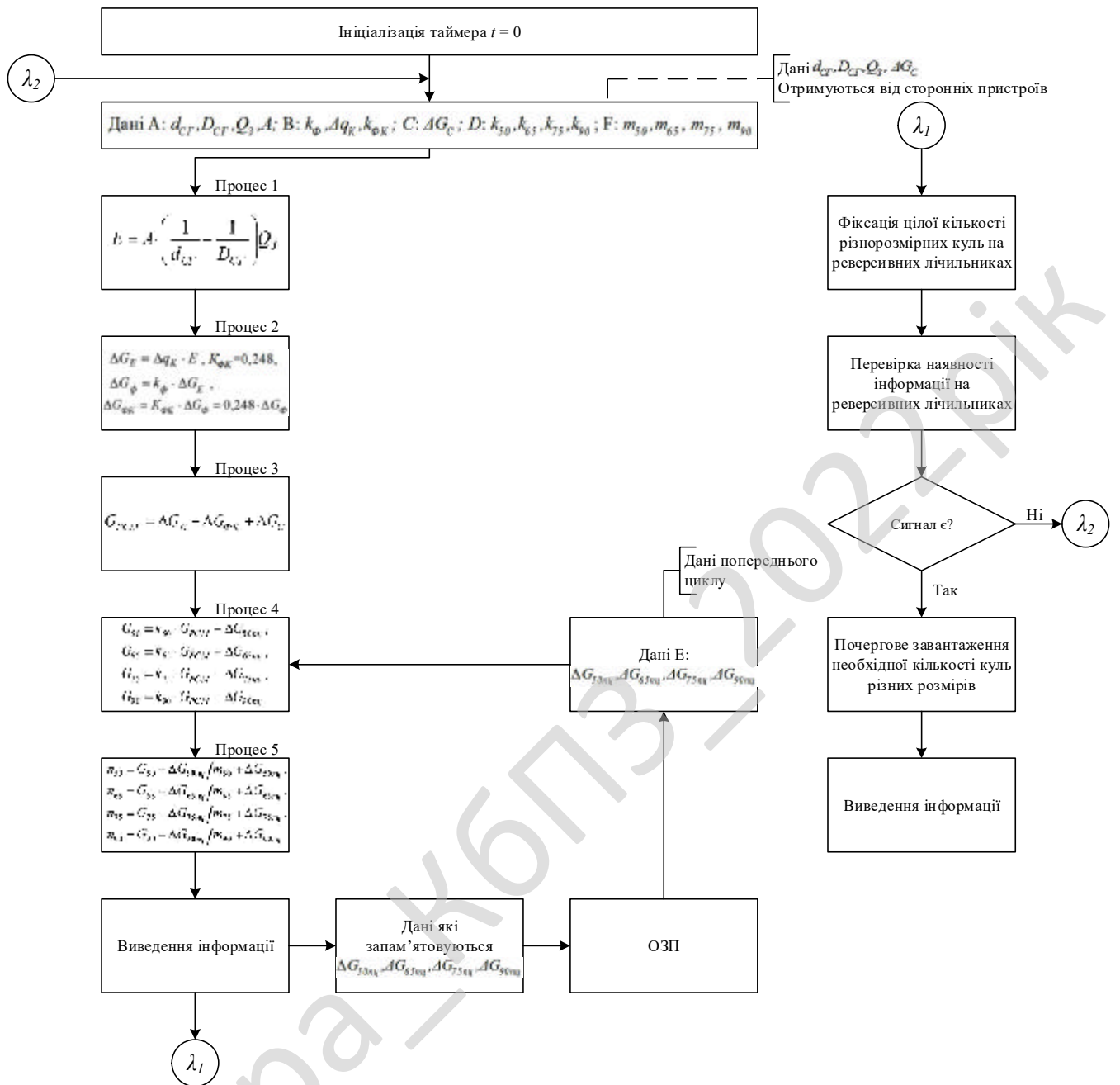


Рисунок 3.2 – Структурна схема системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина типу МШЦ 4,5×6,0

3.3 Розробка функціональної схеми

Функціональна схема системи забезпечує більш повну уяву щодо програмного забезпечення, яке проектується, з точки зору взаємодії його компонентів між собою та з зовнішнім середовищем. Тому вона більш інформативна, ніж структурна схема. Функціональна схема повинна пояснювати певні процеси, що відбуваються в окремих частинах або в системі в цілому. Вона розглядає взаємодію компонентів програмного забезпечення з описом інформаційних потоків, складу даних в них і указанням використовуваних файлів і пристроїв. Функціональні схеми зображають з використанням спеціальних позначень, які встановлені стандартом. Всі складові функціональних схем підлягають описанню. При цьому розглядають шлях руху даних в процесі розв'язання задач і визначають етапи їх обробки, символи даних, символи процесу, який слід виконувати над даними, символи ліній, що визначають потоки даних між процесами і (або) носіями даних, спеціальні символи, які використовують для пояснення зображення та читання схеми. Необхідно мати на увазі, що символи даних передують і розташовуються за символами процесу. Схема даних розпочинається та закінчується символами даних за виключенням використання спеціальних символів, таких як з'єднувач і термінатор.

Якщо проектується функціональна схема складної системи, дозволяється створення кількох таких схем. Тоді кожна схема присвячується окремим системам або підсистемам, різним режимам роботи. Розробник сам визначає необхідну кількість створюваних функціональних схем з врахуванням особливостей системи, деталізації складових частин та обсягу даних, який необхідно враховувати. Графічні схеми повинні чітко відображати послідовність функціональних процесів, що здійснюється у системі. Однак в них не враховується дійсне розташування елементів та окремих пристроїв.

Графічне зображення функціональних схем отримують за допомогою умовних графічних позначень, встановлених у відповідних стандартах. В

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

стандартах передбачено наступне: описання символів; правила використання символів і виконання схем; використання символів. Це дозволяє створювати функціональні схеми будь-якої складності. Розробку цієї схеми здійснюють на підставі структурної схеми. Функціональна схема може довільний формат коли вона призначена для візуалізації алгоритму роботи програми та спрощення алгоритму.

На функціональних схемах звичайно вказують:

- Тип та буквено-цифрове позиційне позначення кожного елемента або пристрою.
- Найменування, тип, позначення документа, який є підставою на використання даного пристрою, та позиційне позначення самого пристрою, зображеного на схемі прямокутником (Умовні позначення функціональних частин, їх типи та найменування зображають всередині прямокутників. У випадку скорочення найменувань можливо зробити пояснення на полі схеми).
- Найменування або позначення функціональних груп, які присвоєні на принциповій схемі (Найменування не вказується у випадку, коли функціональна група зображена як умовне графічне позначення).
- Технічні характеристики функціональних частин, їх параметри в точках, пояснювальні надписи та ін.

Така схема дозволяє встановити, які перетворення здійснюються в системі і які функціональні елементи потрібні для її реалізації. До складу функціональних елементів включають лише ті входи і виходи, які забезпечують коректну робочу системи.

Функціональні схеми використовують для вивчення принципу роботи систем, а також при їх налагодженні, контролі, обслуговуванні та ремонті.

Дослідження підходу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина типу МШЦ 4,5×6,0

Доведено, що відомі підходи підтримання заданого кульового завантаження в барабанних млинах не відповідають технологічним вимогам.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Запропонована математична модель аналітичного визначення величини корисно витраченої енергії на подрібнення руди в кульовому млині позбавлена вад, притаманних іншим підходам, і гарантує забезпечення отримання високої точності. Вона має наступний вигляд [52]

$$E_K = A \cdot \left(\frac{1}{d_{CF}} - \frac{1}{D_{CF}} \right) Q_3, \text{ кВт} \cdot \text{г}, \quad (3.1)$$

де A – незмінний для даних умов подрібнення руди коефіцієнт; d_{CF} , D_{CF} – відповідно середні гармонічні зважені крупності матеріалу в розвантаженні млина і вихідному живленні рудою; Q_3 – задане значення набору маси подрібненої руди.

У рівнянні (3.1) параметр A є незмінним для конкретного технологічного різнотипу руди. Задане значення набору маси подрібненої руди Q_3 може точно фіксуватись конвеєрними вагами з похибкою, що не перевищує $\pm 1\%$. Його доцільно приймати як задану константу, що наприклад дорівнює 165 т/год і відповідає наближено переробленій масі руди впродовж однієї години. Середні гармонічні зважені крупності d_{CF} і D_{CF} не вимірюються інформаційними засобами, однак їх можливо оцінити за середніми зваженими крупностями відповідних продуктів завдяки аналітично встановленому зв'язку між цими параметрами для певних технологічних точок [53]. Отже, за залежністю (3.1) можливо здійснити поповнення спрацьованих куль новими молольними тілами після подрібнення Q_3 тон руди [54]. Даний підхід оцінювання кульового завантаження барабанного млина захищено патентом на винахід №122994 на «Спосіб автоматичного визначення кульового завантаження барабанних млинів» [55]. Середньозваженому крупність розвантаження кульового млина і вихідної руди можливо оцінити з достатньо високою точністю [56, 57].

Використовуючи енергетичний параметр спрацювання куль в експерименті можливо визначати за добу. При цьому необхідно кульовий млин з нормативним різнорозмірним кульовим завантаженням і новою футерівкою завантажувати певним технологічним різнотипом руди встановленої крупності впродовж доби, витримуючи задане розрідження пульпи. Потім знайти загальну

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

масу порожнього барабана, кульового завантаження і масу куль різного розміру. Використовуючи значення цих мас до експерименту, визначити спрацювання куль, футерівки і подрібнюючих тіл у кожному класі крупності – ΔG_E , ΔG_ϕ , ΔG_{E1} , ΔG_{E2} , ΔG_{E3} і ΔG_{E4} . Віднісши ці дані до кількості E витраченої енергії, визначають питомі втрати кульового матеріалу на 1 кВт·г корисно затраченої енергії, отримуючи конкретні дані – $\Delta q_K = \Delta G_E / E$, $\Delta q_\phi = \Delta G_\phi / E$, $\Delta q_{E1} = \Delta G_{E1} / E$, $\Delta q_{E2} = \Delta G_{E2} / E$, $\Delta q_{E3} = \Delta G_{E3} / E$, $\Delta q_{E4} = \Delta G_{E4} / E$. Визначені питомі втрати кульового матеріалу і матеріалу футерівки будуть незмінними в процесі експлуатації, якщо не змінювати технологічний різнотип руди та матеріали і технологію виготовлення куль і футерівки. Відомо, що спрацювання футерівки млина залежить від крупності куль, однак в умовах стабілізації молочної середовища вона змінюватись не буде. Тому параметр Δq_ϕ також буде постійним.

Як встановлено, кулі в млин додавати бажано достатньо часто, наприклад через одну годину. Зручно їх додавати після завантаження певної кількості вихідної руди у кульовий млин, наприклад після 165 т, що наближено відповідає роботі технологічного агрегату впродовж однієї години. Разом з початком відліку маси руди, що завантажується у кульовий млин, необхідно здійснювати відлік середньозваженого розміру вихідної руди і розвантаження кульового млина. Відліки припиняють за сигналом конвеєрних вагів при досягненні 165 т. За кількістю виконаних вимірів знаходять осереднені значення d_{CP} розвантаження кульового млина і D_{CP} вихідної руди. Відповідно запропонованій математичній моделі за d_{CP} , D_{CP} і Q_3 знаходять кількість корисно витраченої енергії на подрібнення $Q_3 \approx 165$ т руди з d_{CP} і D_{CP} . Потім визначають масу спрацьованих куль

$$\Delta G_E = \Delta q_K \cdot E \quad (3.2)$$

та їх спрацювання за розмірами

$$\Delta G_{E1} = \Delta q_{E1} \cdot E, \quad (3.3)$$

$$\Delta G_{E2} = \Delta q_{E2} \cdot E, \quad (3.4)$$

$$\Delta G_{E3} = \Delta q_{E3} \cdot E, \quad (3.5)$$

$$\Delta G_{E4} = \Delta q_{E4} \cdot E. \quad (3.6)$$

Аналогічно знаходять масу спрацьованої футерівки

$$\Delta G_{\phi} = \Delta q_{\phi} \cdot E. \quad (3.7)$$

В загальному випадку ще буде виведений з кульового млина скрап ΔG_C . Він також створений з усіх спрацьованих куль, але не переніс повністю свою масу на корисну роботу. Тому його також необхідно замінити різнорозмірними кулями.

В цілому різнорозмірними кулями необхідно замінити результуючу масу спрацьованого металу на корисно витрачену енергію, футерівку і скрап

$$G_{PCM} = \Delta G_E + \Delta G_{\phi} + \Delta G_C. \quad (3.8)$$

Дані запропонованого різнорозмірного кульового завантаження млина приведені в табл.3.1.

Таблиця 3.1 – Дані оптимального різнорозмірного кульового завантаження млина МШЦ 4,5х6,0

Діаметр куль, мм	50	65	75	90
Вміст куль, %	18	23	27	32
Маса кулі, кг	0,510	1,121	1,722	2,976

Результуюча спрацьована маса металу з розміром куль повинна розподілитись відповідно їх вмісту в оптимальному кульовому завантаженні, тобто

$$G_{50} = 0,18G_{PCM} \quad (3.9)$$

$$G_{65} = 0,23G_{PCM} \quad (3.10)$$

$$G_{75} = 0,27G_{PCM} \quad (3.11)$$

$$G_{90} = 0,32G_{PCM} \quad (3.12)$$

Кількість куль, які повинні ввійти в цикл завантаження дорівнює

$$n_{50} = G_{50}/0,510 + \Delta G_{50}, \quad (3.13)$$

$$n_{65} = G_{65}/1,121 + \Delta G_{65}, \quad (3.14)$$

$$n_{75} = G_{75}/1,722 + \Delta G_{75}, \quad (3.15)$$

$$n_{90} = G_{90}/2,976 + \Delta G_{90}. \quad (3.16)$$

де ΔG_{50} , ΔG_{65} , ΔG_{75} , ΔG_{90} – залишки маси, які менші маси однієї повної кулі і які необхідно врахувати в наступному циклі.

Таким чином, рівняння (3.2), (3.7), (3.8)–(3.16) складають математичну модель оптимального різнорозмірного кульового завантаження, яке необхідно довантажити в кульовий млин на заміну спрацьованого молоткового середовища при переробленні встановленої маси Q_3 вихідної руди.

Розглянуте дозволяє побудувати функціональну схему програмної системи оцінювання кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження барабанного млина, яка зображена на рис. 3.3. Вона вміщує чотири наступні підсистеми:

- Підсистему поповнення бази.
- Підсистему кількості корисно витраченої енергії на подрібнення Q_3 тон вихідної руди.
- Підсистему визначення маси спрацьованого металу при подрібнення Q_3 тон вихідної руди.
- Підсистему визначення кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження їх у барабанний млин.

Підсистема поповнення бази зберігає введені і заздалегідь визначені питомі витрати енергії на спрацювання куль Δq_K , спрацювання футерівки Δq_Φ , спрацювання куль за розмірами – Δq_{E1} , Δq_{E2} , Δq_{E3} , Δq_{E4} . Визначені питомі витрати кульового матеріалу і матеріалу футерівки будуть незмінними в процесі експлуатації, якщо не змінювати технологічний різнотип руди та матеріали і технологію виготовлення куль і футерівки. База регулярно поповнюється інформацією про середньозважену крупність вихідної руди і розвантаження кульового млина та маси завантаженої у млин вихідної руди. Кулі в млин

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

додавати бажано достатньо часто, наприклад, через одну годину. Зручно їх додавати після завантаження в млин певної кількості вихідної руди, наприклад, після 165 т, що наближено відповідає роботі технологічного агрегату впродовж однієї години. За цей же час оцінюються і параметри крупності матеріалів.

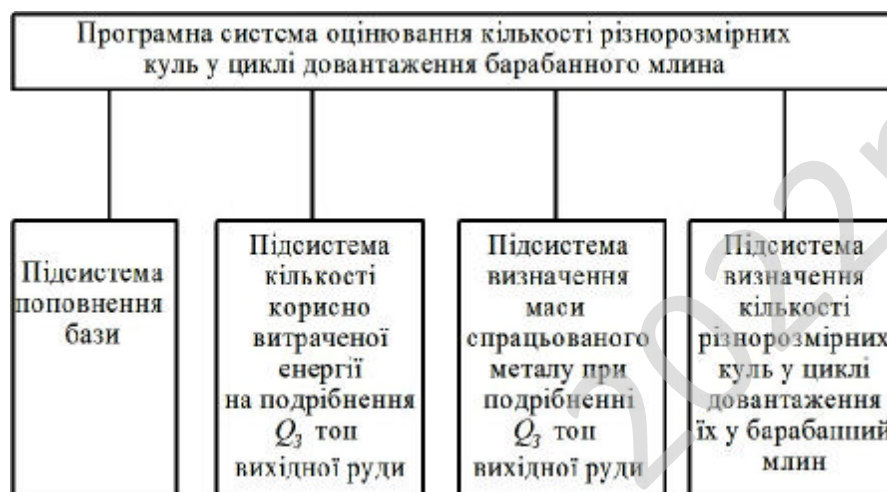


Рисунок 3.3 – Функціональна схема програмної системи оцінювання кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження барабанного млина

Підсистема кількості корисно витраченої енергії на подрібнення Q_3 тон вихідної руди реалізує математичну модель (3.3) і дані підсистеми поповнення бази.

Підсистема визначення маси спрацьованого металу при подрібненні Q_3 тон вихідної руди базується на математичних моделях, поданих залежностями (3.2) – (3.7), результатами визначення корисно витраченої енергії в циклі довантаження куль та даними $\Delta q_K, \Delta q_\Phi, \Delta q_{E1} - \Delta q_{E4}$.

Підсистема визначення кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження їх у барабанний млин заснована на математичних моделях (3.8) – (3.16), вмісті та масі різнорозмірних куль у кульовому завантаженні, які також зберігаються у системі поповнення бази.

Кожна з підсистем вміщує локальні функціональні одиниці, що є незалежними функціональними компонентами, які виконують притаманні їм функції.

Дослідження інформаційно-керуючого блока як базової складової системи управління стабілізацією оптимального кульового завантаження барабанного млина типу МШЦ 4,5×6,0

Система стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина складається з двох частин – пристрою довантаження різнорозмірних куль й інформаційно-керуючого блока [52]. Пристрій подачі різнорозмірних куль створено вперше. Він описаний в [58] і вміщує чотири магазини для кожного розміру куль. Кожен магазин на виході має однаковий механізм для управління подаванням куль. Він має підпружинену засувку, що утримує кулю в жолобі, й електромагніт, який змінює положення засувки (Додаток А). Пристрій з чотирма магазинами зібраний як одне ціле (Додаток Б). Для куль п'ятої групи твердості, які нині виробляють в Україні, завантажувальний пристрій буде компактним і може обслуговувати кульовий млин першої стадії рудопідготовки впродовж чотирьох діб. Він має розмір 1,3×0,9×0,65 м і заправляється різнорозмірними кулями в кількості 418 шт. [58]. Заправку завантажувального пристрою доцільно здійснювати промисловим роботом на спеціально відведеній позиції, оскільки тут використовуються всі їх переваги порівняно з людиною [59, 60, 72].

Інформаційно-керуючий блок управління стабілізацією оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина повинен реалізувати всі розглянуті раніше складові, а також ті, що стосуються безпосередньо самого процесу завантаження куль в технологічний агрегат. Тому його функціональна схема має вигляд, зображений на рис. 3.4.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44



Рисунок 3.4 – Функціональна схема системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина

Як видно з рис. 3.4, функціональна схема системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина вміщує програмну систему оцінювання кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження з її чотирма складовими. Базова програмна система виконання операцій завантаження різнорозмірних куль у барабанний млин складається з чотирьох наступних підсистем:

- Підсистеми фіксації цілої та неповної кількості різнорозмірних куль.
- Підсистеми перевірки інформації про наявність різнорозмірних куль на реверсивних лічильниках.
- Підсистеми почергового завантаження необхідної кількості різнорозмірних куль у млин.
- Підсистеми фіксування неповної кількості різнорозмірних куль у спеціальному запам'ятовуючому пристрої.

Підсистема фіксації кількості різнорозмірних куль заносить в пам'ять число повних і неповних куль кожного розміру. Число повних куль кожного розміру заноситься до відповідних реверсивних лічильників.

Підсистема перевірки інформації про наявність різнорозмірних куль на реверсивних відповідних лічильниках підтверджує цей факт і дає дозвіл на початок завантаження молольних тіл у технологічний агрегат.

Підсистеми почергового завантаження визначеної кількості різнорозмірних куль у технологічний агрегат безпосередньо послідовно здійснює цей процес, починаючи з молольних тіл самого великого розміру. У цьому процесі відслідковується завантаження кожної кулі з поступовим «списуванням» їх кількості в реверсивних лічильниках. Після завантаження останньої самої дрібної кулі процес зупиняється, а система автоматично приводиться у вихідний стан, очікуючи подачі нових порцій різнорозмірних куль.

Підсистема фіксування неповної кількості різнорозмірних куль заносить їх у спеціальний запам'ятовуючий пристрій, де за розмірами куль накопичується маса їх залишків у циклах довантаження. Коли накопиться маса, що відповідає повному розміру кулі певного розміру, то вона в даному циклі додатково до визначених подається у кульовий млин. Якщо є залишок маси даної кулі, то він залишається у запам'ятовуючому пристрої до накопичення певної маси і процес повторюється.

Таким чином, розглянуті функціональні схеми складають повну загальну уяву про отримання оптимального різнорозмірного кульового завантаження і його стабілізацію в процесі подрібнення руди в барабанних млинах збагачувальних фабрик.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

3.4 Розробка діаграм процесів

Діаграма процесів DFD (Date Flow Diagrams) складається з ієрархії функціональних процесів, які зв'язані з потоками даних. Завдяки даному підходу прослідковуються як процеси, притаманні системі, так і перетворення потоку вхідних даних у вихідні.

В системах, що описують асинхронний процес трансформації даних, починаючи з їх введення і закінчуючи видачею результату користувачеві, використовують модель ієрархії діаграм потоків даних.

Діаграми потоків даних дозволяють специфікувати як функції програмного забезпечення того, що розробляється, так і даних, що ним обробляються. При використанні цієї моделі систему подають у вигляді ієрархії діаграм потоків даних, які описують асинхронний процес перетворення інформації з моменту введення її в систему до видачі користувачеві. На кожному наступному рівні ієрархії здійснюється уточнення процесів до моменту, поки наступний процес не буде визнано елементарним. Класичні методології структурного аналізу і проектування програмного забезпечення засновані на моделях Йордана-Де Марка і Гейна-Сарсона, різниця між якими незначна і відрізняється різними графічними зображеннями деяких символів і даних на них.

В основу моделей покладені поняття зовнішньої сутності процесу, сховища (накопичувача) даних і потоку даних. Під зовнішньою сутністю розуміють матеріальний об'єкт або фізичну особу, які виступають в якості джерел чи приймачів інформації. Процес являє собою перетворення вхідних потоків даних у вихідні відповідно певному алгоритму. Кожному процесу привласнюють номер, він зв'язаний з виконавцем, який здійснює дане перетворення. Фізично перетворення може здійснюватися комп'ютером, вручну або спеціальним пристроєм. Стосовно верхніх рівнів ієрархії, якщо процеси ще не визначені, замість поняття «процес» доцільно використовувати поняття «система» і «підсистема», які відповідають відповідно системі в цілому або її

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

функціонально закінченій частині. Сховище даних – це абстрактний пристрій для збереження інформації. При цьому не деталізують тип пристрою, способи розміщення, витягнення та зберігання. Фізично це може бути база даних, файл, таблиця в оперативній пам'яті, картотека та ін. Потік даних являє собою процес передачі даної інформації від джерела до приймача. Фізично процес передачі інформації може здійснюватися по кабелям під керуванням програмою або програмною системою, або вручну завдяки пристроям чи людям, які знаходяться поза системою, що проектується.

Отже, діаграма ілюструє як потоки даних, породжені деякими зовнішніми сутностями, трансформуються відповідними процесами (підсистемами), зберігаються накопичувачами даних і передаються іншим зовнішнім сутностям – приймачам інформації. Як результат отримуємо мережеву модель зберігання/обробки інформації.

Побудову ієрархії діаграм потоків даних розпочинають з діаграми особливого вигляду – контекстної діаграми, яка відповідає найбільш загальному виду системи. На цій діаграмі видно як система, що розробляється, взаємодіє з приймачем та джерелами інформації без розгляду виконувачів. Часто така контекстна діаграма має форму зірки. Якщо система, що проектується, містить більше 10^{-ти} зовнішніх сутностей, відрізняється розподіленою природою або має вже існуючі підсистеми, то будують ієрархії контекстних діаграм.

Отриману таким чином модель системи перевіряють на повноту вихідних даних про об'єкт системи та ізолюваність об'єктів, тобто відсутність інформаційних зв'язків з іншими об'єктами. Згодом кожен підсистему контекстної діаграми деталізують за допомогою діаграм потоків даних. При цьому дотримуються правила балансування, яке полягає в тому, що при деталізації підсистеми можливо використовувати компоненти лише тих підсистем, з якими у підсистемі, що розробляється, існує інформаційний зв'язок (зв'язана потоками даних). Рішення про затвердження деталізації процесу приймають у наступних випадках:

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

- процес зв'язаний з 2-3^{-ма} потоками даних;
- процес можливо описати послідовним алгоритмом;
- процес реалізує єдину логічну функцію перетворення вхідної інформації у вихідну.

Елементарний процес можливо деталізувати за допомогою специфікації, яка являє собою формулювання його основних функцій. Формулювання здійснюють таким чином, щоб складалась можливість розробки відповідної програми. Специфікація є описом алгоритму задач, що реалізує процес. Специфікація може мати номер і ім'я процесу, опис процесу та списки вхідних і вихідних даних. Специфікації виконуються довільною мовою, яка може варіюватися від звичайної структурованої мови до мови візуальних мов моделювання та псевдокоду. Для строгого опису специфікації процесів звичайно використовують структуровану мову. При її використанні дотримуються кількох угод:

- дієслова повинні бути активними, однозначними і орієнтованими на певну дію;
- використовувати комбінацію конструкцій вибору та ітерацій при вираженні логіки процесу;
- однозначно виражати логіку процесу.

Деталізацію процесів при побудові ієрархії необхідно виконувати після визначення всіх потоків та накопичувачів даних, які відповідають структурам даних. Для кожного потоку даних формуються списки елементів, а потім – структури даних, що відповідають більшим об'єктам. Об'єкт вміщує кілька атрибутів. Структура даних представлена альтернативами, ітераціями та умовними входженнями. Умовне входження означає, що присутність даного компоненту не обов'язкова. Альтернатива – це можливість входження у структуру одного з перерахованих елементів. Ітерація – це можливість входження будь-якого числа елементів у вказаному діапазоні. Виходячи зі сказаного, бажано на кожній діаграмі розміщати від 3^{-х} до 6-7^{-ми} процесів, не зашарувати діаграми

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

деталлями, не суттєвими на даному рівні. Декомпозицію потоків даних необхідно здійснювати паралельно з декомпозицією процесів.

Кінцеву розробку моделі доцільно виконувати в два етапи. Перший етап присвячують побудові контекстної діаграми. Він передбачає виконання наступних дій:

- класифікацію множини вимог і організацію їх в основні функціональні групи-процеси;

- ідентифікацію зовнішніх об'єктів – зовнішніх сутностей, з якими система повинна бути зв'язаною;

- ідентифікацію основних видів інформації – потоків даних, циркулюючих між системою і зовнішніми об'єктами;

- попередню розробку контекстної діаграми;

- вивчення попередньої контекстної діаграми і вписування до неї змін за результатами відповідей на питання, що виникали при вивченні усіх її частин;

- побудова контекстної діаграми шляхом об'єднання всіх процесів попередньої діаграми в один процес, а також групування потоків.

Другий етап присвячується формуванню ієрархії діаграм потоків даних. Він для кожного рівня включає наступне:

- перевірку і вивчення основних вимог по діаграмі відповідного рівня (для першого рівня – по контекстній діаграмі);

- декомпозицію кожного процесу поточної діаграми потоків даних за допомогою деталізуючої діаграми або – якщо деяку функцію складно або неможливо виразити комбінацією процесів, побудова специфікації процесу;

- доповнення визначень нових потоків в словник даних при кожній появі їх на діаграмі;

- проведення ревізії з метою перевірки на коректність і покращення наочності моделі після побудови двох-трьох рівнів.

Повна специфікація процесів містить також описання структур даних, які використовують як при передачі інформації в потоці, так і при зберіганні в

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

накопичувачі. Для даних необхідно вказувати тип – неперервне чи дискретне значення. Для неперервних даних можуть визначатися одиниці вимірювань, діапазон значень, точність представлення і форма фізичного кодування. При дискретних даних можливе подання таблиці допустимих значень.

Після завершення побудови моделі системи здійснюють її верифікацію. Систему вважають повною, коли в ній всі об'єкти детально описані та деталізовані. Якщо буде виявлено не деталізований об'єкт, його необхідно деталізувати. При цьому повертаються до попередніх етапів розробки. Закінчену модель системи необхідно перевірити на повноту і узгодженість. Під узгодженістю моделі розуміють виконання для всіх потоків даних правила збереження інформації, яке формулюється наступним чином: «Всі дані, що надходять куди-небудь, повинні бути зчитаними та записаними».

Діаграму процесів системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина зображено на рис. 3.5. За допомогою тайм кодів та мікроконтролера послідовно в системі перетворюється інформація від входу до виходу, де формується кількість цілих різнорозмірних куль для завантаження в барабанний млин у даному циклі. Ця інформація про кількість куль n_{50} , n_{65} , n_{75} і n_{90} є вхідною для піддіаграми процесів виконання операцій завантаження різнорозмірних куль у барабанний млин. Тут формуються сигнали оновлення стану системи та ініціалізації апаратних засобів на повторний цикл, які неперервно здійснюються наближено через одну годину.

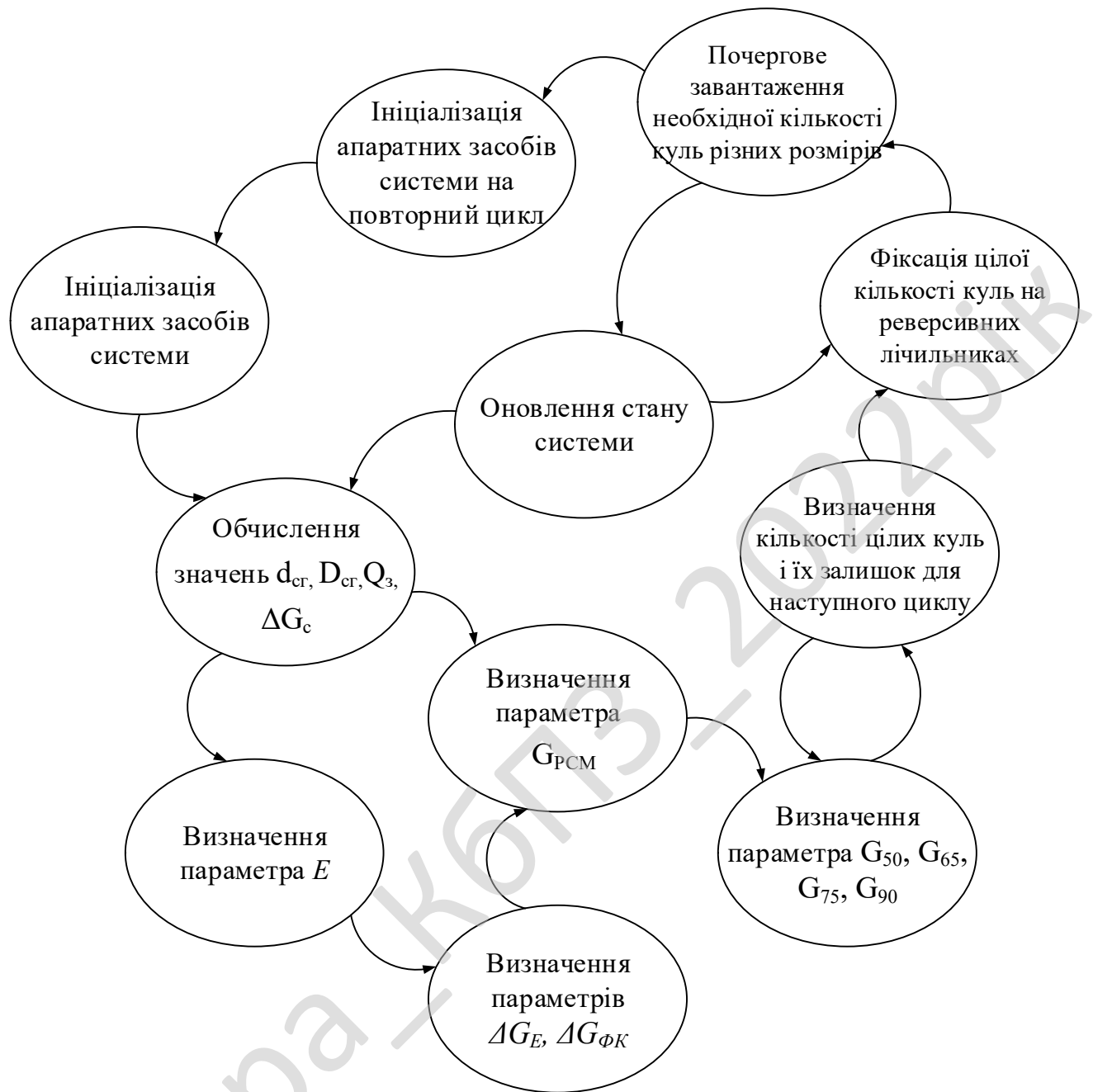


Рисунок 3.5 – Діаграма процесів системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження бараманного млина

4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Блок-схему алгоритму використовують для його графічного зображення. Для цього використовують зв'язані між собою за допомогою стрілок або ліній (лінійних переходів) блоки. Кожен такий блок відповідає певній дії алгоритму. Всередині блока необхідно зазначити опис відповідної дії.

Блок схема може містити у собі наступні частини:

- Процес. Використовується у випадку, коли необхідно зазначити дію або послідовність дій, які змінюють значення змінних системи.
- Блок-умова використовуються для позначення переходів по умові. Кожен блок має містити умову або порівняння.
- Модифікацією позначають циклічні конструкції. Всередині блока вписують параметр циклу, граничну умову та зміну параметра.

Блок-схема програми наведена на рис. 4.1. Після запуску робота програми починається с завантаження клієнтського додатку. В першу чергу, програма виводить меню користувача, яке виведе на екран всі необхідні елементи інтерфейсу. Після цього програма переходить у режим очікування вводу користувача, а саме введення даних користувачем. Якщо користувач натиснув кнопку запуску, то відбувається перевірка коректності введених користувачем даних. При некоректному введенні даних здійснюється очищення некоректно введених значень. Якщо всі значення введені коректно, то здійснюється обчислення корисно витраченої енергії на подрібнення 165 т вихідної руди. Потім за цим показником відбувається обчислення кількості куль, які необхідно додати у млин на заміну спрацьованому металу. Визначена в циклі кількість куль, які потрібно додати, виводиться і цикл закінчується.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



Рисунок 4.1 – Блок-схема алгоритму роботи основної програми

Блок-схема, зображена на рис. 4.2, дозволяє здійснити розрахунок кількості різнорозмірних куль, які необхідно додати через певний обсяг (165 т) переробленої руди.

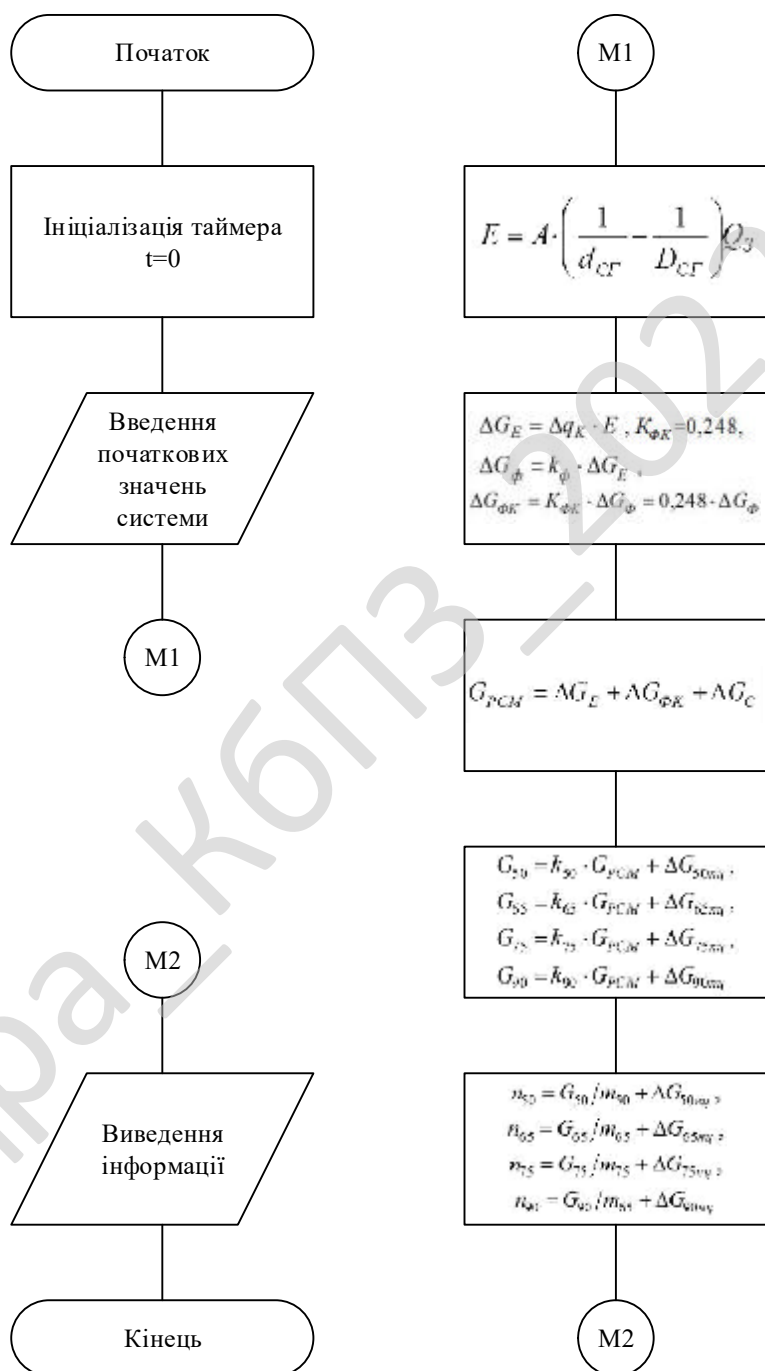


Рисунок 4.2 – Блок-схема алгоритму розрахункової програми

Реалізація блок-схеми розрахункової програми була створена наступним чином:

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

```

private MathService mathService;
private Dictionary<string, Ball> balls;
private int iteration = 0;
public Form1()
{
    InitializeComponent();
    mathService = new MathService();
    balls = new Dictionary<string, Ball>()
    {
        {"G50", new Ball(18, 0.51)},
        {"G65", new Ball(23, 1.121)},
        {"G75", new Ball(27, 1.722)},
        {"G90", new Ball(32, 2.976)},
    };

    foreach (KeyValuePair<string, Ball> ball in balls)
    {
        string[] row = {ball.Key, ball.Value.Percent.ToString(),
ball.Value.Mass.ToString(), ball.Value.NeedToAdd.ToString()};
        dataGridView1.Rows.Add(row);
    }
}
private void Btn_calculate_Click(object sender, EventArgs e)
{
    List<String> emptyValues = mathService.getEmptyValues();
    if (emptyValues.Count == 0)
    {
        mathService.calculateAdditionalBalls(balls);
        Tb_res.AppendText("Итерація: " + iteration + Environment.NewLine);
        foreach(KeyValuePair<string, Ball> ball in balls)
        {
            Tb_res.AppendText(String.Format("Куля: {0}, Потрібно додати:
{1}" + Environment.NewLine, ball.Key, ball.Value.NeedToAdd));
        }
        Tb_res.AppendText(Environment.NewLine);
        iteration++;
    }
    else
    {
        String names = "";
        foreach (String emptyValue in emptyValues)
        {

```

```

        names += emptyValue + " ";
    }
    MessageBox.Show("Наступні значення відсутні: " + names,
"Помилка");
    }
}
private void Tb_Dsz_TextChanged(Object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if(newValue != null)
    {
        mathService.setDsz(newValue);
    }
}
private void Tb_SbyT_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if(newValue != null)
    {
        mathService.setSByT(newValue);
    }
}
private void Tb_m_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if (newValue != null)
    {
        mathService.setM(newValue);
    }
}
private void Tb_deltaG_c_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if (newValue != null)
    {
        mathService.setDeltaGc(newValue);
    }
}
private void Tb_Qt_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if (newValue != null)

```

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57


```

}
public void setM(double? value)
{
    m = value;
}
public void setQt(double? value)
{
    Qt = value;
}
public void setDeltaGc(double? value)
{
    deltaG_c = value;
}
public List<String> getEmptyValues()
{
    List<String> emptyValues = new List<String>();
    if(dsz == null) emptyValues.Add("Дсз");
    if (SByT == null) emptyValues.Add("S(t)");
    if (m == null) emptyValues.Add("m");
    if (Qt == null) emptyValues.Add("Qt");
    if (deltaG_c == null) emptyValues.Add("ΔGc");
    return emptyValues;
}
public void calculateAdditionalBalls(Dictionary<string, Ball> balls)
{
    double? g_rsm = calculateG_rsm();
    foreach(KeyValuePair<string, Ball> ball in balls)
    {
        double? g = ball.Value.Percent * g_rsm + ball.Value.G_LC;
        double? n = g / ball.Value.Mass;
        ball.Value.NeedToAdd = (int) n;
        ball.Value.G_LC = (double)((decimal)n % 1);
    }
}
private double? calculateG_rsm()
{
    double? deltaG_e = energy() * dgk;
    double? deltaG_fk = deltaG_e * Kfk * kf;

    return deltaG_e + deltaG_fk + deltaG_c;
}
// (4) formula

```

					БКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

```

private double? energy()
{
    return A * (1 / dHaverageHarmonic() - 1 / DHaverageHarmonic()) * Qt;
}
private double? dHaverageHarmonic()
{
    return 0.05227 * dsz + 0.05086;
}
private double? DHaverageHarmonic()
{
    return 0.61 * Math.Pow(10, -2);
    //return (0.95 * DWeithtedAverage() - 3.5) * Math.Pow(10, -1);
}
private double? DWeithtedAverage()
{
    return UnknownConstValue * (SByT / m) - UnknownConstValue;
}
}

```

Клас Ball

```

internal class Ball
{
    private double _percent;
    public double Percent
    {
        get => _percent / 100;
        set
        {
            if(value > 0)
            {
                _percent = value;
            }
        }
    }
    private double _mass;
    public double Mass
    {
        get => _mass;
        set
        {
            if(value > 0)
            {
                _mass = value;
            }
        }
    }
}

```

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

```

    }
}
private int _needToAdd;
public int NeedToAdd
{
    get => _needToAdd;
    set => _needToAdd += value;
}
private double _g_LC;
public double G_LC
{
    get => _g_LC;
    set => _g_LC = value;
}
public Ball(double percent, double mass)
{
    Percent = percent;
    Mass = mass;
    NeedToAdd = 0;
    G_LC = 0.0;
}
}

```

З програми та рис. 4.2 видно, що при визначенні кількості різнорозмірних куль n_{50} , n_{65} , n_{75} , n_{90} , які необхідно додати в барабанний млин на заміну спрацьованому металу, створюються залишки різних за крупністю неповних молотьних тіл $\Delta G_{50нц}$, $\Delta G_{65нц}$, $\Delta G_{75нц}$, і $\Delta G_{90нц}$. Якщо цими залишками часток неповних куль знехтувати, то як алгоритм, так і програма його реалізації спростяться. Однак необхідно впевнитись – чи не вплине це суттєво на стан оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина.

В процесі дослідження введемо наступні спрощення: міцність куль незмінна, кульове завантаження є оптимальним різнорозмірним, кількість руди, що переробляється в одному циклі, є незмінною і дорівнює 165 т, крупність і міцність вихідної руди $D_{сг}$ не змінюється, крупність $d_{сг}$, до якої здійснюється подрібнення, також не змінюється. При цьому незмінною буде корисно втрачена енергія E на подрібнення руди, а відповідно і спрацювання куль і футерівки.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Незмінними будуть і кількості довантажуваних в млин куль та їх неповні залишки для кожного розміру. Для умов експерименту кількості куль і їх залишки приймали наступні значення: $n_{50}=47 \text{ шт} + 0,9765 \text{ шт}$; $n_{65}=27 \text{ шт} + 0,8894 \text{ шт}$; $n_{75} = 21 \text{ шт} + 0,3136 \text{ шт}$; $n_{90} = 14 \text{ шт} + 0,6169 \text{ шт}$. Оскільки умови подрібнення незмінні, будемо рахувати, що 165 т руди переробляється за одну годину. Якщо знехтувати неповними залишками куль – 0,9765, 0,8894, 0,3136 і 0,6169 шт, то алгоритм і програма спростяться. Тобто, після кожного циклу переробки 165 т руди в кульовий млин буде додано 47; 27; 21 і 14 куль відповідних розмірів. Однак зменшене на неповні залишки молольних тіл кульове середовище дещо змінить свій стан.

Знаючи неповні залишки куль різних розмірів в циклі і їх маси $m_{50}=0,51 \text{ кг}$; $m_{65}=1,121 \text{ кг}$; $m_{75}=1,722 \text{ кг}$; $m_{90}=2,976 \text{ кг}$, можливо визначати зміну стану кульового завантаження через годину, добу, місяць і рік роботи барабанного млина. При цьому будемо враховувати наступне: сумарний вміст куль в млині – 186000 кг; вміст куль діаметром 50 мм – 33480 кг; діаметром 65 мм – 42780 кг; діаметром 75 мм – 50220 кг; діаметром 90 мм – 59520 кг. Відносна зміна кульового завантаження барабанного млина в процесі реалізації алгоритмів і програмного забезпечення приведена в табл.4.1.

Таблиця 4.1 - Відносна зміна кульового завантаження барабанного млина в процесі реалізації алгоритмів і програмного забезпечення

Відносне зменшення маси куль	Тривалість роботи						
	одна година	одна доба	один місяць	три місяці	шість місяців	дев'ять місяців	дванадцять місяців
Усіх розмірів, %	0,0021	0,0500	1,500	4,50	8,99	13,50	17,98
Діаметра 50мм, %	0,0015	0,0357	1,070	3,21	6,42	9,63	12,84
Діаметра 65мм, %	0,0023	0,0559	1,678	5,03	10,07	15,10	20,14
Діаметра 75мм, %	0,0011	0,0258	0,774	2,32	4,64	6,97	9,29
Діаметра 90мм, %	0,0031	0,0740	2,221	6,66	13,33	19,99	26,65

При неврахуванні поповнення барабанного млина неповними кулями в окремих циклах подрібнення руди маса молоткових тіл в технологічному агрегаті зменшується, зменшується і вміст куль різних розмірів. З даних табл 4.1 видно, що за одну годину, тобто в циклі подрібнення руди, відносна зміна вмісту куль практично невідчутна. Те ж саме спостерігається і в продовж доби. Відчутна, але допустима зміна вмісту куль відбувається на протязі одного місяця. Тобто, можливо нехтувати неповними залишками куль в циклі подрібнення впродовж місяця. Це дозволяє працювати системі за спрощеним алгоритмом і робочою програмою рис 4.3. Тут результати подрібнення будуть значно кращими, ніж за іншими підходами стабілізації кульового завантаження. Однак при цьому необхідно вручну перебирати і формувати кульове завантаження, що в технології рудопідготовки практично здійснити не можливо.

З даних табл. 4.1 також слідує, що при подрібненні руди впродовж трьох місяців відхилення вмісту куль стають недопустимими відповідно вимог технології в межах $\pm 3,0\%$. Далі ці відхилення стають величезними. Після роботи кульового завантаження впродовж більше трьох місяців продуктивність барабанного млина впаде від 5 і більше відсотків, а вміст куль за розмірами зміниться настільки, що мову не можливо вести про оптимальне різномірне кульове завантаження. Тому систему необхідно будувати з врахуванням залишків неповних куль. Алгоритмічна схема системи стабілізації оптимального різномірного кульового завантаження з врахуванням неповних залишків куль приймає вигляд показаний на рис. 4.4.

Алгоритмічна схема системи стабілізації оптимального різномірного кульового завантаження барабанного млина (рис 4.3) після початку передбачає ініціалізацію таймера $t=0$ і зчитування даних з задавачів параметрів A , Q_3 , k_f , k_{fk} , k_{50} , k_{65} , k_{75} і k_{90} та датчиків d_{ce} , D_{ce} і ΔG_c . Потім відбувається осереднення значень d_{ce} і D_{ce} , після чого обчислюється кількість корисно витраченої енергії E на подрібнення 165т (Q_3) руди. Це дозволяє з залученням допоміжних даних оцінити за E спрацювання металу в даному циклі, а за цим показником визначити кількість



Рисунок 4.3 – Алгоритмічна схема системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина



Рисунок 4.4 – Алгоритмічна схема системи стабілізації оптимального різнорозмірного завантаження барабанного млина з врахуванням неповних залишків куль

куль різних розмірів, які необхідно завантажити у барабанний млин на заміну отпрацьованого металу. Ця кількість повних куль без часток їх залишків фіксується за кожним з чотирьох розмірів на відповідних реверсивних лічильниках з наступною перевіркою їх наявності. Якщо наявність куль на реверсивних лічильниках підтверджується, то починає здійснюватись їх почергове завантаження, наприклад розпочинаючи з самих крупних молоткових тіл. Ця інформація розвантаження на лічильниках формується, кінцем циклу є обнулення лічильників, що є сигналом для початку нового циклу подрібнення руди кількістю 165 т, що наближено здійснюється за одну годину.

Алгоритмічна схема системи стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина (рис 4.4) працює аналогічно. Відмінність полягає лише в тому, що з блока 8 неповна кількість куль виводиться, запам'ятовується впродовж здійснення наступного циклу подрібнення руди і додається в блоці 6 до визначення спрацювання металу в цьому циклі. Це дозволяє стабілізувати оптимальне різнорозмірне кульове завантаження барабанного млина на визначеному рівні, оскільки, як видно з даних табл 4.1, за годину воно практично не спрацьовується. В такому режимі роботи оптимальне різнорозмірне кульове завантаження барабанного млина залишається стабільним до його завантаження новими кулями при зміні спрацьованої футерівки.

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Основне призначення програмного забезпечення полягає у інформаційній технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина на будь-яких збагачувальних фабриках. Тому для розробленого програмного забезпечення необхідна вільна ліцензія.

Існують наступні види вільних ліцензій:

GNU General Public Licens

Ця ліцензія розшифровується як універсальна громадська ліцензія.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Основним її принципом є те, що будь-яка зміна кода має бути опублікованою. Програма з цією ліцензією не може бути включена до складу іншої програми, якщо остання не має вільної ліцензії. ПЗ може бути вільно розповсюджено користувачами за умови, якщо зміни будуть опубліковані. Існують три версії цієї ліцензії, у яких були дещо послаблені обмеження стосовно програм, що не мають вільної ліцензії.

MIT License

Цей вид ліцензії є дозвоільною ліцензією, тобто користувач майже не обмежений у користуванні та розробці програмного забезпечення. Також це означає, що програми з цією ліцензією можуть використовуватись як частина будь-якого програмного забезпечення.

Apache License 2.0

Ця ліцензія є також дозвоільною ліцензією. Програми з цією ліцензією не обмежені у розповсюдженні та можуть бути вбудовані у невірльне програмне забезпечення. Але заборонено змінювати назву, а файли повинні містити інформацію про всі зміни та ліцензію.

BSD License 2.0

Ця ліцензія на програмне забезпечення є схожою на ліцензію MIT. Програми з цією ліцензією дозволено вбудовувати як частину невірльного програмного забезпечення. Однак забороняється використовувати оригінальну назву вільного проекту.

Microsoft Public License (MS-PL)

Ця вільна ліцензія надає право на розповсюдження використання та зміну коду. При розповсюдженні необхідно зберігати інформацію про авторські права.

Виходячи з опису основних ліцензій вільного програмного забезпечення та вимог розробленого програмного забезпечення була обрана ліцензія GNU General Public License. Ця ліцензія дає змогу вільно розповсюджувати розроблене програмне забезпечення та не забороняє вдосконалювати його, у випадку знаходження у вільному доступі вдосконаленої версії.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Під впровадженням програмного забезпечення в промислову експлуатацію розуміють процес налагодження системи перед її експлуатацією. При цьому реалізують ряд необхідних дій, що дозволяють підготувати програмне забезпечення до використання.

Вихідні програми можливо розробляти машинною мовою, асемблером, мовою високого рівня. У випадку великих програм доцільно використовувати мови високого рівня, однак при цьому необхідно застосовувати подвійне транслявання програми на мову асемблера, а потім машинну мову. Ці процедури виконують спеціальні програми «Компілятор» і «Асемблер». Відомо, що при використанні мов високого рівня легше здійснювати керування програмами, знизити витрати на програмування та прискорити сам процес, а також забезпечити процес самодокументування та експлуатації. Недоліком використання мов високого рівня є значні затрати на трансляцію програми і великий обсяг пам'яті для їх розміщення.

Полегшують створення вихідних програм редагуючі програми.

Перенесення об'єктної програми із зовнішнього носія інформації у пам'ять мікропроцесорної системи здійснюють за допомогою програм-завантажувачів. Виконання функцій програми-завантажувача покладається на систему, для якої створено програмне забезпечення. Завантажувач може перетворювати переміщену програму на продукт в абсолютних адресах. Шляхом взаємних посилань може з завантаженою програмою здійснюватися зв'язок. Зміна об'єктної програми завантажувачем можлива лише на підставі керуючої інформації від мовного транслятора або дії програміста. Крім завантажувачів, що виконують повний набір функцій, характерний для таких програм, є засоби для обробки програм лише з абсолютними адресами. Завантажувачі можуть додатково видавати карти пам'яті, з розміщенням в

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

пам'яті програм і їх сегментів. Завантажувачі звичайно реалізують у вигляді програмованого постійного запам'ятовуючого пристрою. Інколи завантажувачі виконують в постійному запам'ятовуючому пристрої і тоді вони є частиною системи.

Налагоджують об'єктні програми без наявності мікроЕОМ за допомогою моделюючих програм. Дані програми забезпечують при необхідності діагностичну інформацію типу переповнення стека, спроби записати інформацію у постійний запам'ятовуючий пристрій та ін. Моделююча програма відслідковує виконання об'єктної програми, забезпечує виведення на дисплей вмісту пам'яті модельованої системи та регістрів мікропроцесору, зупинку програми в будь-якій точці, задавання лістингу з друкуванням кожної команди, одержання інформації про кількість команд і машинних тестів, які реалізуються від початку роботи програми до її зупинення. Оскільки повністю процес змодельовати не можливо, після моделювання обов'язково налагоджують програму на самій системі.

Налагоджувальні програми полегшують налагодження об'єктної програми на самій системі. Звичайно вони отримують від налагодчика команди на реалізацію наступних функцій:

- виведення на дисплей або друкування наповнення постійної пам'яті та регістрів центрального процесора;
- зміни наповнення пам'яті з довільним доступом;
- реалізації програми з зазначеної адреси;
- зупинки реалізації програми після здійснення певної умови або досягнення заданої команди.

В процесі налагодження при зупинці на дисплей можливо вивести і змінити змінні. Можливо сформулювати додаткові команди переривання і одночасно коректувати окремі оператори програми. Виконання програми можливо продовжити з точки переривання чи з певного оператора з позначкою.

Розроблене ПЗ представлене на рис. 5.1. Поєднання моделюючих і налагоджувальних програм дозволяє зменшити можливу появу помилок.

The screenshot shows a software interface with the following components:

- Parameters section:**
 - Дсз: 11,57
 - S(t): 12,1
 - m: 52
 - ΔGc: 5000
- Global constants section:**
 - Qc: 165
- Action:** A 'Calculate' button.
- Table:**

Тип кулі	Процентне відношення	Маса кулі
G50	0,18	0,51
G65	0,23	1,121
G75	0,27	1,722
G90	0,32	2,976
- Iteration Log:**
 - Итерація: 0
Куля: G50, Потрібно додати: 54
Куля: G65, Потрібно додати: 31
Куля: G75, Потрібно додати: 24
Куля: G90, Потрібно додати: 16
 - Итерація: 1
Куля: G50, Потрібно додати: 109
Куля: G65, Потрібно додати: 63
Куля: G75, Потрібно додати: 48
Куля: G90, Потрібно додати: 32
 - Итерація: 2
Куля: G50, Потрібно додати: 163
Куля: G65, Потрібно додати: 94
Куля: G75, Потрібно додати: 72

Рисунок 5.1 – Головне меню програми

Отже, впровадження системи в промислову експлуатацію передбачає використання вихідних, редагуючих, транслуючих програм, програм-завантажувачів, моделюючих і налагоджувальних програм.

6 НАУКОВА НОВИЗНА

Наукова новизна отриманих результатів зводиться до наступного:

1. Вперше здійснена програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина завдяки чому підвищена точність підтримання незмінності параметрів кульового завантаження порівняно з існуючими підходами до рівня вимог, які пред'являються технологічним процесом.

2. Вперше запропоновано спосіб автоматичного визначення різнорозмірного кульового завантаження барабанних млинів, який базується на математичній моделі оцінювання витраченої на подрібнення встановленого обсягу руди корисної енергії, за точністю значно перевищує відомі рішення і захищений патентом України на винахід та придатний для використання в цифрових технологіях.

3. Вперше створено математичну модель знаходження кількості різнорозмірних куль у циклі завантаження, яка враховує корисно витрачену енергію, знайдену розрахунково, та питомі витрати металу на 1 кВт·г корисно витраченої енергії і пристосована до цифрових технологій.

4. Вперше розроблено алгоритм визначення кількості різнорозмірних куль у циклі завантаження і алгоритмічну схему виконання операцій завантаження молотного середовища у технологічний агрегат на заміну спрацьованого металу, які є базою програмної реалізації інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження млина.

5. Вперше виконані структурні схеми, функціональні схеми та діаграми процесів оцінювання кількості різнорозмірних куль у циклі довантаження та виконання операцій завантаження різнорозмірних куль у барабанний млин типу МШЦ 4,5×6,0, які є основою програмної реалізації інформаційної технології оцінювання спрацьованої частки молотного середовища та його завантаження в технологічний агрегат.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ

7.1 Техніко-економічне обґрунтування теми

В ході виконання магістерської роботи було проведене дослідження та програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина. Запропоновано план створення програмного продукту і підрахований необхідний час для розробки та впровадження програми. Цей час склав 24 робочі дні [61].

Програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина вперше дозволяє здійснювати завантаження різними за розміром кулями, що створює режим найбільш ефективного подрібнення руди. Впровадження програми дозволить підвищити продуктивність кульового млина до 34,35%, зменшити витрати куль на 25%, а футерівки – на 3,125%.

Розроблене програмне забезпечення задовольняє усім поставленим умовам, а саме: а) невеликий розмір; б) невеликі системні потреби; в) зручність у користуванні; г) високу надійність.

Таблиця 7.1 – Початкові дані

	Показники	Позначення	Характеристика
1.	Кількість розроблених програм період, шт.	N	1
2.	Кількість екземплярів програм, шт.	Ne	110
3.	Запланований термін розробки, днів	Fpq	24
4.	Група задачі підсистеми управління (1-6)	–	1
5.	Ступінь новизни задачі (А, Б, В, Г)	–	Б
6.	Складність алгоритму (1, 2, 3)	–	2

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
7. Кількість макетів вхідної інформації	–	3
8. Кількість форм вихідної інформації	–	4
9. Мова програмування (1-6)	–	1
10. Попередній досвід (1-6)	–	2
11. Гнучкість проекту ПП (1-6)	–	2
12. Детальність проекту ПП (1-6)	–	3
13. Рівень спрацьованості колективу (1-6)	–	3
14. Ступінь вимірності процесів (1-6)	–	4
15. Необхідна надійність програмного забезпечення (1-6)	–	1
16. Розмір бази даних (порівняно з розміром програми) (1-6)	–	4
17. Складність кінцевого програмного продукту (1-6)	–	1
18. Необхідний рівень забезпечення повторного використання (1-6)	–	3
19. Документованість відповідно до планованого життєвого циклу (1-6)	–	1
20. Вимоги до швидкодії ПП (1-6)	–	4
21. Обмеження на розміри основного сховища даних (1-6)	–	1
22. Різноманітність використовуваних обчислювальних платформ (1-6)	–	4
23. Професійний рівень аналітиків (1-6)	–	3
24. Професійний рівень програмістів (1-6)	–	4
25. Постійність складу команди розробників (1-6)	–	1
26. Досвід розробки додатків (1-6)	–	3
27. Досвід роботи з обчислювальною платформою (1-6)	–	3

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
28. Досвід роботи з мовою і інструментами середовища розробки (1-6)	–	1
29. Досвід роботи з програмними інструментами розробки (1-6)	–	2
30. Розробка ПЗ для декількох серверів одночасно (1-6)	–	4
31. Вимоги до дотримання встановленого графіка робіт (1-6)	–	5
32. Вартість ПЗ у розробника (НМА), грн.	–	11000
33. Норматив додаткової зарплати, % :	H_d	10
34. Норматив відрахувань у соціальні фонди, %	H_c	18,5
35. Норматив загальногосподарських витрат, %	H_z	15
36. Норматив витрат на освоєння нових мов програмування, %	H_n	15
37. Рівень рентабельності програмної продукції, %	P_e	50
38. Ставка податку на додану вартість, %	$H_{дв}$	20

7.2 Розрахунок трудомісткості розробки програмної продукції

Значення трудомісткості розробки програмного забезпечення для стадій «Технічне завдання», «Ескізний проект», «Технічний проект» та «Впровадження» визначаємо по типовим нормам часу. Стадія «Робочий проект» є найбільш трудомісткою, що впливає на інші стадії проекту.

Визначимо трудомісткість розробки програмного забезпечення для стадії «Робочий проект».

Обчислюємо номінальні трудовитрати, люд-міс.:

$$T_{ном} = A \text{ Size}^B, \quad (7.1)$$

де: A – коефіцієнт Боєма, $A = 2,45$;

Size – загальний об'єм відлагодженого програмного коду, тис. рядків;

B – показник ступеня, що визначається співвідношенням:

$$B = 1,01 + 0,001 \sum W_i, \quad (7.2)$$

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

де: W_i – сумарне значення п'яти показників (попередній досвід, гнучкість проекту програмного продукту, детальність проекту програмного продукту, рівень спрацьованості колективу, ступінь вимірності процесів) [62, с. 44], що відображають особливості розробки проекту програмного продукту і колективу розробників.

$$B = 1,01 + 0,001(3,24 + 4,86 + 2,53 + 2,97 + 1,82) = 1,02542.$$

$$T_{ном} = 2,45 \cdot 3,1^{1,025} = 7,81 \text{ люд-міс.}$$

Визначаємо уточнені трудовитрати, люд-міс.:

$$T_{уточн} = T_{ном} PV_j, \quad (7.3)$$

де: PV_j – добуток сімнадцяти додаткових коефіцієнтів, приведених в [62, с.45-46]

$$T_{уточн} = 7,81 \cdot (0,75 \cdot 1,09 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,22 \cdot 1,12 \cdot 0,92 \cdot 1) = 7,38 \text{ люд-міс.}$$

Ці коефіцієнти дозволяють диференційовано оцінювати результати роботи програмістів, беручи до уваги швидкодію програми, використання різноманітних обчислювальних платформ і інструментів розробки, взаємодію декількох серверів, вимоги до об'ємів баз даних і ін.

Визначаємо підсумкові трудовитрати по стадії робочий проект, люд-дні:

$$T_{РП} = 0,3 C T_{уточн}^{0,33+0,2(B-1,01)} S, \quad (7.4)$$

де: C – визначений емпірично коефіцієнт, для мови програмування $C\#=3,23$;

S – коефіцієнт стиснення (або подовження) графіка робіт %, що дозволяє коректувати терміни розробки ПЗ згідно встановленим вимогам. Вибираємо в межах (25...350)%.

$$T_{РП} = 0,3 \cdot 3,23 \cdot 7,38^{0,33+0,2(1,025-1,01)} \cdot 60 = 113 \text{ люд/день.}$$

Для зручності визначення загальної трудомісткості на розробку програмного забезпечення результати розрахунків по стадіям зводимо до таблиці 7.2.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Таблиця 7.2 – Визначення трудомісткості розробки програмного забезпечення

Стадії розробки	Трудомісткість за типовими нормами та розрахунками	
	Величина, люд/дні	Підстава
Технічне завдання	9	[62, с. 47]
Ескізний проект	10	[62, с. 47]
Технічний проект	9	[62, с. 48]
Робочий проект	113	7.1-7.4
Впровадження	13	[62, с. 53]
Всього	154	–

7.3 Визначення чисельності виконавців і планового фонду зарплати

Чисельність ставок інженерів-програмістів для розробки програмного забезпечення визначається за формулою:

$$Ч = \frac{T_{nz} \cdot N}{F_{pq} - H_{ев}}, \quad (7.5)$$

де: T_{nz} – трудомісткість розробки програмного забезпечення люд-дні;

N – кількість розроблених програм;

F_{pq} – плановий фонд робочого часу одного спеціаліста, днів;

$H_{ев}$ - невиходи за поважних причин, днів (відпустки, виконання державних та суспільних обов'язків);

$$Ч = (154 \cdot 1) / (24 - 2) = 7 \text{ ставок.}$$

Чисельність інженерів-електронщиків для проведення технічного обслуговування та ремонту комп'ютерних мереж визначається в залежності від наявності технічних засобів і норм витрат часу на виконання профілактичних робіт на протязі року.

Визначаємо затрати часу на виконання профілактичних робіт по обслуговуванню обладнання за період розробки. Результати розрахунку зводимо до таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Затрати часу на виконання профілактичних робіт по обслуговуванню обладнання за місяць

Найменування обладнання	Профілактичне обслуговування			
	Кількість хв. на один. обл.	Кількість обладнання	Затрати часу в хв.	Затрати часу в год.
Системний блок ПК	385	9	3465	57,75
Монітор	160	9	1440	24,00
Клавіатура	140	9	1260	21,00
Маніпулятор «мишка»	30	9	270	4,50
Принтер лазерний	355	2	710	11,83
Принтер струминний	300	1	300	5,00
Сканер	155	1	155	2,58
Концентратор – маршрутизатор	155	2	310	5,17
Кабельні господарства ЛВС на 1 м. п.	2,5	100	250	4,17
Кабельне господарство електромережі	48	50	2400	40,00
Копіювальний апарат	285	1	3465	57,75
Всього:			З _ч	176

Час на профілактику обладнання в загальному балансі робочого часу інженерів-електронщиків не повинен складати більше 10%.

Виходячи з цього фонд робочого часу інженерів-електронщиків складає:

$$\Phi_{op}^c = \frac{Z_{ч} \cdot n_{mic}}{1,2}, \quad (7.6)$$

$$\Phi_{op}^c = (176 \cdot 1) / 1,2 = 146,7 \text{ год.}$$

Визначаємо необхідну кількість ставок штатного персоналу сектора ТО:

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

$$Ч_{ел} = \frac{\Phi_{др}^c}{F_{др} \cdot T_{зм}}, \quad (7.7)$$

$$Ч_{ел} = 146,7 / (24 \cdot 8) = 146,7 / 192 = 0,76 \text{ ставки.}$$

Для забезпечення нормального технічного обслуговування засобів ТО та мереж, необхідно прийняти найбільше ціле значення розрахункової чисельності інженера-електронщика.

Чисельність інженерів-системотехніків, адміністраторів мережі, дизайнерів WEB вузлів, системних програмістів (аналітиків), бухгалтерів-економістів визначається за потребою в залежності від функціональних обов'язків. Після визначення чисельності персоналу складається штатний розклад [63, 64].

Таблиця 7.4 – Розрахунок чисельності штатного персоналу сектору системного та адміністративного обслуговування засобів ОТ та комп'ютерних мереж

Посада	Вид роботи	Час	К-ть штатних одиниць
Адміністратор загальної мережі, аналітик	Адміністрування локальної мережі, поштового та серверу DNS (ОС FreeBSD), маршрутизатора Cisco, доменного контролера Windows Server 2012 R2, серверу доступу ADSL (ОС Linux), налаштування ADSL, VPN, PPPoE, Frame Relay, Wi-Fi	2	0,5
	Налаштування і конфігурування базової станції безпроводного зв'язку (CMTS)	0,5	
	Розробка та впровадження проектів з організації зв'язку між віддаленими об'єктами, ЛОМ	0,5	
	Забезпечення цілодобової роботи зв'язку клієнтів до мережі Інтернет	1	
Всього		4	

Продовження таблиці 7.4

Посада	Вид роботи	Час	К-ть штатних одиниць
Продакт-менеджер	Презентації нової продукції, пошук каналів збуту	1	0,25
	Підтримка постійних клієнтів	0,5	
	Оформлення договорів, ведення тендерів	0,25	
	Контроль взаєморозрахунків з постачальниками	0,25	
Всього		2	
Дизайнер WEB	Розробка концепції оформлення та інтерфейсу сайту, оптимізація дизайну існуючих, проектує їх структуру та навігацію	1	0,25
	Створення графічних і стилістичних елементів сайту	0,5	
	Оформлення банерів і промо-сторінок	0,25	
	Розміщення графіки і контенту на Інтернет сторінках	0,25	
Всього		2	
Інженер верстальник	Розробка та верстка макетів рекламної продукції та технічної документації	1	0,25
	Верстка друкованих видань	0,5	
	Додрукова підготовка макетів	0,25	
	Розміщення графіки і контенту на Інтернет сторінках	0,25	
Всього		2	

Складемо штатний розклад виконавців.

Таблиця 7.5 – Штатний розклад виконавців

Посада	Кількість ставок	Середньомісячний оклад, грн.	Всього за період розробки, грн.
Керівник (ІТ-менеджер)	1	8000	8000
Продакт-менеджер	0,25	6500	1625
Інженер-програміст	7	7500	52500
Інженер-електронщик	0,76	6500	4940
Інженер-системотехнік	0,25	6500	1625
Адміністратор мережі	0,5	6500	3250
Системний програміст	0,25	6500	1625
Дизайнер WEB	0,25	6500	1625
Інженер-верстальник	0,25	6500	1625
Бухгалтер-економіст	0,5	7000	3500
Всього за період розробки	$R_{cn} = 11,01$	-	$\Phi_{роб} = 80315$

Розрахуємо середньоденну зарплату одного виконавця:

$$Z_{сд} = \frac{\Phi_{роб}}{R_{cn} F_{pq}}, \quad (7.8)$$

де: $\Phi_{роб}$ – загальна сума зарплати за плановий період, грн.

$$Z_{сд} = 80315 / (10,3 \cdot 24) = 304,2 \text{ грн.}$$

7.4 Розрахунок капітальних вкладень та амортизаційних відрахувань у розробника

Балансова вартість будівель визначається з урахуванням кількості робочих місць виконавців, питомої площі на одне робоче місце, та вартості одного квадратного метра виробничої площі:

$$B_{y\partial} = R_{cn}^1 S_y \Pi_{пл}, \quad (7.9)$$

де: R_{cn}^1 – кількість робочих місць виконавців, шт. Приймаємо 10 робочих місць;

S_y – питома площа на одне робоче місце, m^2 ;

$\Pi_{пл}$ – вартість одного квадратного метра площі, грн.

Згідно даних АН «Алекс-Р» (м. Кропивницький, вул. Велика Перспективна, 35/54, оф. 301) ціна одного квадратного метра площі новобудови, вік якої не перевищує 25 років, по місту складає в середньому 9500 грн за 1 кв. м. На кожне робоче місце у середньому потрібно $8m^2$. З урахуванням цього:

$$B_{y\partial} = 10 \cdot 8 \cdot 9500 = 760000 \text{ грн.}$$

Вартість передавальних пристроїв складає 10% від вартості будівель, і у даному випадку вона складе: 76000 грн.

Балансова вартість інвентарю розраховується за нормою 3500 грн. на одне робоче місце. Тобто:

$$I_{нв} = R_{cn}^1 \cdot \Pi_m, \quad (7.10)$$

де: Π_m – ціна меблів для одного робочого місця, грн.

$$I_{нв} = 10 \cdot 3500 = 35000 \text{ грн.}$$

Балансова вартість обчислювальної техніки визначається по оптовим цінам постачальника з врахуванням витрат на транспортування.

Специфікація на обчислювальну техніку наведена в таблиці 7.6.

Дані по оптовій ціні на обладнання та комплектуючі вибирались за комерційною пропозицією фірми Magnus за 01.11.22 – джерело <http://www.magnus.kr.ua>

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Таблиця 7.6 – Специфікація

Найменування комплектуючої або обладнання	Тип	Оптова ціна
Персональний комп'ютер		10947
Системний блок		7347
Процесор	AMD A6-3620 (AD3620OJZ43GX, rev.B0, 2.2GHz, QC, L2:4M, HD6530D, 65W)	1750
Системна плата	Материнська плата MB ASUS F1A55-M LE sFM1 mATX (A55 FCH (Hudson D2), sFM1, 2xDDR3-2250(OC), VC - AMD Radeon HD 6000	1200
Відеокарта	Gigabyte GeForce 210 1024Mb 64bit	750
Жорсткий диск	Seagate Barracuda 7200.12 500GB 7200rpm 16MB ST500DM002 3.5 SATA III	1200
Оперативна пам'ять	Kingston DDR3-1600 4096MB PC3-12800	900
DVD-привод	DVD -RW/+RW , LG SATA SuperMulti Bulk 22x, SecurDisc, black	416
Корпус	ATX Middle Tower FOXCONN Pro, 3GTLA-489, PSU 350W(FSP Brand: ATX-350PNR, 12cm), black, (front bezel – black+light silver; body material – 0.6mm), 80mm fan (rear), 2xUSB2.0/AUDIO/MIC, Air Duct, Tool-less chassis design,Thermally Advantaged Chassis	911
Кулер	–	–
Кардрідер внутрішній	USB 2.0 Card reader STORM CR-35U1A4-B, int. 3.5", 1*USB2.0+AUDIO+1394, multi: All Type Cards, black	220

Продовження таблиці 7.6

Найменування комплектуючої або обладнання	Тип	Оптова ціна
інше	Клавіатура, мишка	Подарунок
Монітор	22" TFT, ASUS VW223D (5ms, 300/3000:1, 170/160, D-SUB, Wide)	3600
Принтер лазерний	Canon i-SENSYS LBP6030W	2700
Принтер струминний	Epson Stylus Photo P50 (C11CA45341) + USB cable	5500
Копіювальний апарат	Canon i-SENSYS MF217W with Wi-Fi	5965

Витрати на транспорт, монтаж та випробування можуть бути прийняті в межах до 10% від оптової ціни.

Для визначення необхідної кількості капітальних вкладень складемо таблицю 7.7.

Таблиця 7.7 – Балансова вартість обчислювальної техніки

Найменування обчислювальної техніки	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Витрати на транспортування, монтаж та випробування.	Загальна вартість, грн.
Персональні комп'ютери	9	10947	9852,3	108375,30
Принтер лаз.	2	2700	540	5940,00
Принтер струм.	1	5500	550	6050,00
Сканери	1	968	96,8	1064,80
Копіюв. апарат	1	5965	596,5	6561,50
Всього	—	—	—	127992

Таблиця 7.8 – Вартість основних фондів та амортизаційні відрахування розробника

Групи та види основних фондів	Балансова вартість, грн.	Амортизація	
		Норма, %	Відрахування, грн.
1	2	3	4
Група 3			
1. Будівлі	760000	-	-
2. Передавальні пристрої	76000	-	-
Всього по групі	836000	5	41800
Група 4			
3. Обчислювальна техніка	127992	-	-
Всього по групі	127992	50	63996
Нематеріальні активи			
4. Нематеріальні активи	11000	10	1100
Група 5, 6			
5. Вимірювальні пристрої	5419	25	1355
6. Транспортні засоби	137200	20	27440
7. Господарський інвентар	35000	25	8750
Всього по групі	177619	-	37545
Разом	$K_p = 1152611$		$A_p = 144441$

Примітка: вартість автомобіля взята по даним <https://auto.ria.com> і складає 137200 грн.

7.5 Визначення собівартості розробки та ціни програмної продукції

Визначимо основну зарплату виконавців:

$$Z_o = \frac{Z_{cd} \cdot T_{nz}}{N_e}, \quad (7.11)$$

де: N_e – кількість екземплярів програм, шт.

$$Z_o = (304 \cdot 154) / 110 = 425,6 \text{ грн.}$$

Визначимо додаткову зарплату (оплата відпусток, виконання державних та суспільних обов'язків) на рівні 10%:

$$Z_d = Z_o \cdot H_q \cdot 0,01, \quad (7.12)$$

де: H_q – норматив додаткової зарплати, %.

$$Z_d = 425,6 \cdot 10 \cdot 0,01 = 42,56 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби за нормативом $H_c = 18,5\%$ від суми основної та додаткової зарплати:

$$C_{oc} = 0,01 \cdot H_c (Z_o + Z_d), \quad (7.13)$$

де: H_c – відрахування на соціальні потреби, %.

$$C_{oc} = 0,01 \cdot 18,5 (425,6 + 42,56) = 86,6 \text{ грн.}$$

Визначимо загальногосподарські витрати (електроенергію, ремонт і утримання приміщень і т.д) за нормативом $H_z = 15\%$ від основної зарплати:

$$G_{ocn} = Z_o \cdot H_z \cdot 0,01, \quad (7.14)$$

де: H_z – загальногосподарські витрати, %.

$$G_{ocn} = 425,6 \cdot 15 \cdot 0,01 = 63,84 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на матеріали для розробки програмної продукції за нормами споживання та діючими цінами за одиницю виміру:

$$Z_M = (Z_{M1} + Z_{M2} + Z_{M3}) / N_e, \quad (7.15)$$

де: Z_{M1} – вартість паперу, грн.;

Z_{M2} – вартість запам'ятовуючих пристроїв, грн.;

Z_{M3} – вартість фарби, картриджей, тонеру, грн.;

N_e – кількість екземплярів програм, шт.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

Згідно виданих викладачем норм приймаємо 0,5 пачки паперу на місяць розробки. Тоді, враховуючи, що вартість пачки паперу складає $C_n = 210$ грн., визначаємо вартість паперу за період розробки $N_m = 1$ міс:

$$Z_{M1} = C_n \cdot N_m, \quad (7.16)$$

$$Z_{M1} = 210 \cdot 0,5 \cdot 1 = 105 \text{ грн.}$$

Згідно виданих викладачем норм до вартості запам'ятовуючих пристроїв входить вартість CD дисків в кількості, що дорівнює кількості екземплярів програм та одного DVD диска для збереження резервної копії програми:

$$Z_{M2} = \sum C_d, \quad (7.17)$$

де: C_d – вартість дисків CD/DVD: CDR TDK 700Mb, 80Min, 52x Cake box – 1 грн./шт., DVD-R LG 4,7Gb, 16x speed Cake box – 10 грн./шт.

$$Z_{M2} = 111 \cdot 10 = 1110 \text{ грн.}$$

Згідно виданих викладачем норм одноразовій заправці підлягають усі друкуючі пристрої і становить:

$$Z_{M3} = \sum C_z, \quad (7.18)$$

де: C_z – вартість розхідних матеріалів друкуючих пристроїв: відновлення та заправка картриджу для Canon i-SENSYS LBP6030W – 574 грн.; картридж для Epson Stylus Photo P50 – 558 грн.; відновлення картриджу для MF217W – 570 грн.

$$Z_{M3} = 574 + 558 + 570 = 1702 \text{ грн.}$$

$$Z_M = (105 + 1110 + 1702) / 110 = 27 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на освоєння нових мов програмування або операційних систем за нормативом ($H_n = 15\%$) від основної зарплати виконавців:

$$O_n = Z_o \cdot H_n \cdot 0,01, \quad (7.19)$$

де: H_n – норматив витрат на освоєння нових мов програмування, %.

$$O_n = 425,6 \cdot 15 \cdot 0,01 = 64 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на амортизацію основних фондів з урахуванням загальної річної суми амортизаційних відрахувань та кількості екземплярів програм ($N_e = 110$ прим.):

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

$$A_m = \frac{A_p \cdot N_{mic}}{N_e \cdot 12}, \quad (7.20)$$

де: A_p – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

$$A_m = (144441 \cdot 1) / (110 \cdot 12) = 109 \text{ грн.}$$

Величини ціна підприємства, податок на додану вартість, відпускна ціна програмної продукції визначаються за формулами, приведеними в таблиці 7.9

Таблиця 7.9 – Нормативна калькуляція собівартості розробки програмного забезпечення задачі

Найменування статей витрат	Позначення	Величина, грн.
1	2	3
1. Основна зарплата виконавців	Z_o	426
2. Додаткова зарплата виконавців	Z_o	43
3. Відрахування на соціальні потреби	C_{oc}	87
4. Загальногосподарські витрати	G_{ocn}	64
5. Витрати на матеріали	Z_M	27
6. Освоєння нових операційних систем, мов програмування	O_n	64
7. Амортизація основних фондів	A_m	109
8. Повна собівартість програмного забезпечення	C_n	820
9. Плановий прибуток	P_p	410
10. Ціна підприємства $C_n = C_n + P_p$	C_n	1230
11. Податок на додану вартість $ПДВ = 0.01 \cdot H_{об} \cdot C_n$	$ПДВ$	246
12. Відпускна ціна програмної продукції $C = C_n + ПДВ$	C	1476

Повна собівартість ПЗ визначається як сума витрат за попередніми статтями калькуляції:

$$C_n = Z_o + Z_d + C_{oc} + \Gamma_{ocn} + Z_m + O_n + A_m. \quad (7.21)$$

$$C_n = 423 + 43 + 87 + 64 + 27 + 64 + 109 = 820 \text{ грн.}$$

Визначимо плановий прибуток за рівнем рентабельності (P_n) програмної продукції, яка залежить від складності програми та ступеня новизни задачі.

Для даного програмного забезпечення рівень рентабельності складає 50%.

$$P_p = 0,01 \cdot P_n \cdot C_n, \quad (7.22)$$

де: P_n – рівень рентабельності, %.

$$P_p = 0,01 \cdot 50 \cdot 820 = 410 \text{ грн.}$$

7.6 Визначення об'єму капітальних вкладень у споживача програмної продукції

Об'єм капітальних вкладень у споживача програмної продукції визначаємо на основі балансової вартості основних фондів, яка враховує ціну, транспортно-заготівельні витрати, вартість будівель, монтажних та пусконаладжувальних робіт, а також витрати на випробування у виробничих умовах. Результати розрахунків зводимо у таблицю 7.10.

Таблиця 7.10 – Розрахунок об'єму капітальних вкладень у споживача програмної продукції

Найменування капітальних вкладень	Сума за варіантами, грн.	
	Базовий	Новий
Вартість програмної продукції	–	1476
Всього капітальних витрат	–	1476

7.7 Визначення експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати у споживача програмної продукції визначаємо при умові роботи підсистеми на протязі року. Результати зводимо до таблиці 7.11.

Таблиця 7.11 – Розрахунок експлуатаційних витрат у споживача програмної продукції

Найменування статей витрат	Позначення	Сума витрат за варіантами, грн.	
		Базовий	Новий
1. Витрати на обслуговування системи	Z_p	3770	377
2. Витрати на електроенергію	$Z_{ел}$	1597	160
3. Витрати на амортизацію	$Z_{ам}$	0	369
Всього витрат за рік	I	5367	906

Витрати на обслуговування системи та навчання нейронної мереж:

$$Z_p = T_p \cdot Z_z \cdot (1 + 0,01 \cdot H_q) \cdot (1 + 0,01 \cdot H_c), \quad (7.23)$$

де: T_p – кількість годин обслуговування сегменту мережі за рік, год;

Z_z – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн/год.

Після купівлі нового програмного забезпечення витрати на технічне обслуговування та навчання зменшилися з 240 годин на рік до 24 годин на рік, тому витрати на технічне обслуговування зменшаться з:

$$Z_{p \text{ баз}} = 240 \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 1,19 = 3770 \text{ грн. до:}$$

$$Z_{p \text{ нов}} = 24 \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 1,19 = 377 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію визначаються з урахуванням споживаємої потужності ($P_{ел}$) в кіловатах, часу експлуатації технічних засобів (T_p) в годинах та ціни однієї кіловат-години ($C_{ел}$):

$$Z_{ел} = P_{ел} \cdot T_p \cdot C_{ел}. \quad (7.24)$$

$$Z_{ел \text{ баз}} = 9 \cdot 0,15 \cdot 240 \cdot 4,93 = 1597 \text{ грн.}$$

$$Z_{ел нов} = 9 \cdot 0,15 \cdot 24 \cdot 4,93 = 160 \text{ грн.}$$

Витрати по амортизації визначаються на основі норм амортизаційних відрахувань, вартості програмної продукції і основних фондів. Для розрахунку складаємо таблицю 7.12.

Таблиця 7.12 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Групи основних фондів	Норма амортизації %	Балансова вартість, грн., за варіантами		Сума відрахувань, грн., за варіантами	
		Базовий	Новий	Базовий	Новий
Програмна продукція	25	–	1054	–	369
Всього відрахувань	-	–	1054	–	369

7.8 Визначення економічної ефективності програмної продукції

Економічна ефективність програмного забезпечення визначається для виготовлювача і споживача за такими показниками.

Величина економічного ефекту при виготовленні програмної продукції, розраховуємо за формулою:

$$E_e = (C_n - C_n) \cdot N_e - \sum_{i=1}^m E_{p_m} \cdot K_{p_m}, \quad (7.25)$$

де: K_p – балансова вартість основних фондів розробника, грн.;

E_p – розрахунковий коефіцієнт капіталовкладень.

$$E_e = (1230 - 820) \cdot 110 -$$

$$(0,05 \cdot 836000 + 0,5 \cdot 127992 + 0,1 \cdot 11000 + 0,2 \cdot 137200 + 0,25 \cdot 40419) \cdot 1/12 = 33063 \text{ грн.}$$

Визначимо період окупності додаткових капітальних вкладень у виробника програмної продукції:

$$T_e = \frac{K_p^*}{(C_n - C_n) \cdot N_e}, \quad (7.26)$$

де: K_p^* – балансова вартість основних фондів розробника без врахування вартості ОФ третьої групи, так як їх строк служби на порядок більший ніж період розробки ПЗ.

$$T_{\epsilon} = 316611 / ((1230 - 820) \cdot 110 \cdot 12 / 1) = 0,59 \text{ року.}$$

Визначимо величину економічного ефекту у користувача програмної продукції за формулою:

$$E_{cn} = (I_{\delta} - I_n) - E_n (K_n - K_{\delta}), \quad (7.27)$$

де: I_{δ}, I_n – величина експлуатаційних витрат за базовим и новим варіантом відповідно;

K_{δ}, K_n – об'єм капітальних вкладень за варіантами, що порівнюються.

$$E_{cn} = (5367 - 906) - 0,25 \cdot 1476 = 4092 \text{ грн.}$$

Визначимо період окупності додаткових капітальних вкладень у споживача програмної продукції за рахунок зниження експлуатаційних витрат:

$$T_{cn} = \frac{K_n - K_{\delta}}{I_{\delta} - I_n}, \quad (7.28)$$

$$T_{cn} = 1476 / (5367 - 906) = 0,33 \text{ року.}$$

Показники економічної ефективності програмної продукції зводимо до таблиці 7.13.

Таблиця 7.13 – Показники економічної ефективності програмної продукції

Найменування показників	Одиниця виміру	Величина
1	2	3
1. Кількість екземплярів програми	Прим.	110
2. Повна собівартість розробленої програми	Грн.	820
3. Ціна розробленої програми	Грн.	1230
4. Плановий прибуток від реалізації розробленої програми	Грн.	410
5. Рентабельність програмної продукції	%	50

Продовження таблиці 7.13

1	2	3
6. Об'єм додаткових капітальних вкладень у виробника програмної продукції	Грн.	1152611
7. Загальний прибуток від реалізації програмної продукції	Грн.	45100
8. Величина економічного ефекту при виготовлені програмної продукції	Грн.	33063
9. Період окупності додаткових капітальних вкладень у виробника програмної продукції	Років	0,59
10. Об'єм додаткових капітальних вкладень у споживача програмної продукції	Грн.	1476
11. Величина економічного ефекту у користувача програмної продукції	Грн.	4092
12. Період окупності додаткових капітальних вкладень у користувача програмної продукції	Року	0,33

7.9 Висновки

Розроблена програма економічно вигідна. За рахунок впровадження програмного забезпечення досягається скорочення часу обробки інформації, можлива автоматизація процесу, підвищується культура праці, підвищується якість управлінських рішень, які приймаються.

8 ЗАХОДИ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Ознакою сучасного науково-технічного прогресу є масове впровадження комп'ютерних технологій в усіх сферах життя і діяльності людини. Застосування персональних комп'ютерів і ЕОМ дозволило значно підвищити продуктивність праці, змінити характер і зміст праці.

Комп'ютеризація, поряд з незаперечними перевагами, створює і багато проблем. Вона має вельми суперечливий вплив на всі сфери людського життя в цілому. Комп'ютерна техніка, як породження науки, що з'явилася спочатку як засіб вирішення багатьох соціальних проблем, з плином часу сама стала великою суспільною проблемою. Це потребує створення нової моделі інформаційного суспільства, де позитивний ефект від комп'ютеризації був би найбільшим, а негативні риси проявлялися найменше.

Тому Законом України "Про охорону праці" [65] регламентуються загальні положення державної політики в галузі охорони праці, а конкретизуються ці положення нормативно-правовими актами про охорону праці, зокрема Наказом Міністерства соціальної політики України 14.02.2018 № 207, який зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 р. за №508/31960 «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [66], яким затверджено нормативно-правовий акт з охорони праці НПАОП 0.00-7.15- 18, «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», та «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 3.3.2-007-99 [67].

Програмісти в процесі роботи знаходяться під дією електромагнітного випромінювання, нервово-емоційної напруженості, високого інтелектуального навантаження, монотонності праці, шуму, статичного навантаження на кістково-м'язовий апарат, штучного освітлення, ризику виникнення пожежі, ризику

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

ураження електричним струмом. Ці шкідливі фактори можуть привести до професійних захворювань.

Запобігти цьому можливо методом аналізу умов праці програміста. При цьому розглядають конкретне місце роботи програміста, аналізують загальні його характеристики – розмір приміщення, температуру, шум, потужність тощо. Оцінюють небезпеки та шкідливості, встановлюють причини імовірних професійних захворювань. Шляхом аналізу небезпечних і шкідливих факторів розробляють заходи з охорони праці. До них обов'язково включають вентиляцію приміщення, його освітлення, параметри повітряного середовища та інше. На підставі таких досліджень організують робоче місце програміста. Необхідно щоб робоче місце програміста відповідало усім вимогам до нього, враховуючи розроблені заходи і діюче законодавство України.

8.1 Дослідження та аналіз умов праці на робочому місці програміста

На робочому місці програміста виникають небезпечні та шкідливі фактори: підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, недостатній рівень освітленості, шкідливі речовини, підвищений рівень електромагнітних випромінювань радіочастот, висока напруга електричної мережі, статична електрика та інші.

Робота з ПК супроводжується також підвищеним ступенем напруженості трудового процесу. При систематичному впливі виробничих факторів, які не відповідають нормативним показникам, зростає рівень професійно зумовленої захворюваності працюючих та можуть виникнути професійні захворювання органів зору, руху, нервової системи.

Таким чином, вивчення умов праці на робочому місці програміста є необхідною умовою запобігання впливу небезпечних та шкідливих факторів на організм персоналу.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		94

Дослідження санітарно-гігієнічних умов у приміщенні звичайно проводять з використанням пристроїв вимірювання параметрів мікроклімату – вологи повітря (психрометр Августа), освітленості (люксметр Ю–116) та шуму (шумомір Шум 1М), а також відомих розрахункових методик.

8.2 Організація робочого місця програміста

Слід відзначити, що згідно ДСанПіН 3.3.2.007 - 99 [67] площа одного робочого місця програміста не повинна бути меншою 6 м^2 , а об'єм не менший 20 м^3 . Тоді приміщення, в якому знаходиться робоче місце програміста, повинно бути загальною площею 18 м^2 , і висотою стелі $3,35\text{ м}$., якщо в ньому знаходиться 3 робочих місця з ПК. Кожне робоче місце обладнують робочим столом площею $1,2\text{ м}^2$, стільцем та персональним комп'ютером, що складається з монітора, системного блока, клавіатури та миші.

Проаналізуємо санітарно-гігієнічні характеристики вказаного приміщення на відповідність нормованому рівню показників.

Мікроклімат приміщення

Нормування параметрів проводиться в залежності від періоду року та категорії важкості виконуваних робіт. Для постійних робочих місць, якими є робочі місця програміста, встановлені оптимальні параметри мікроклімату, а за неможливості їх дотримання використовують допустимі параметри.

Робота програміста за енерговитратами відноситься до категорії легких робіт *Ia*. В таблиці 8.1 наведені оптимальні параметри мікроклімату в приміщеннях, де виконуються роботи офісного типу.

Виміряні за допомогою приладів температура та вологість у приміщенні відповідають вказаним у таблиці для теплого періоду року. Слід зазначити, що для нормалізації параметрів мікроклімату слід використовувати у приміщеннях кондиціонування повітря, або забезпечити подачу свіжого повітря системами вентиляції.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

Таблиця 8.1 – Параметри мікроклімату для приміщень з ПК

Період року	Параметр мікроклімату	Величина
Холодний	Температура повітря в приміщенні; відносна вологість; швидкість руху повітря	22...24°C; 40... 60%; до 0,1 м/с
Теплий	Температура повітря в приміщенні; відносна вологість; швидкість руху повітря	23...25 °C 40...60% 0,1...0,2 м/с

Норми подачі свіжого повітря наведені у таблиці 8.2

Таблиця 8.2 - Норми подачі свіжого повітря в приміщення з ПК

Характеристика приміщення	Об'ємна витрата свіжого повітря, що подається в приміщення, м ³ на одну людину в годину
Об'єм до 20 м ³ на людину	Не менше 30
20... 40 м ³ на людину	Не менше 20
Більше 40 м ³ на людину	Може бути використана природна вентиляція

Розташовані у приміщенні 3 ПК є джерелами тепловиділень, крім того для підтримання у приміщенні в холодний період року оптимальних параметрів мікроклімату використовуються нагріті поверхні опалювальної системи.

Нормованим показником ІЧВ являється гранично допустима густина потоку енергії $I_{г.д}$, Вт/м², яка встановлюється в залежності від площі опромінюваної поверхні тіла людини ($S_{оп}$). Нормовані рівні складають:

$$I_{г.д} = 35 \text{ Вт/м}^2 \text{ за } S_{оп} > 50\%;$$

$$I_{г.д} = 70 \text{ Вт/м}^2 \text{ за } S_{оп} \sim 25-50\%;$$

$I_{г.д} = 100 \text{ Вт/м}^2$ за $S_{опр} < 25\%$

Освітленість

Нормованим параметром природного освітлення являється коефіцієнт природного освітлення (КПО). КПО встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт.

Робота програміста відноситься до робіт середньої точності (IV розряд зорових робіт, мінімальний розмір об'єкту розрізнення складає 0,5 – 1,0 мм), для яких при використанні бокового освітлення КПО=1,5 %.

Для штучного освітлення нормованим параметром виступає E_{min} – мінімальний рівень освітленості, та K_n – коефіцієнт пульсації світлового потоку, який не повинний бути більшим ніж 20%.

Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона складає 300...500 лк.

Перевіримо освітленість робочого місця програміста на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК, складає 200 лк за освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 2000 лк, тобто КПО = 1%, що не відповідає нормативному КПО. Щоб забезпечити достатній рівень освітлення робочого місця, в приміщенні використовують додатково ще штучне освітлення. Для штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи.

В приміщенні використовуються світлодіодний світильник LED LEBRON L-T8-LPP в кількості 11 шт. На момент атестації робочого місця програміста працювало 7 світильників, тому рівень штучного освітлення не задовольняв санітарним нормам. Для покращення умов праці рекомендуємо збільшити рівень загальної освітленості приміщення шляхом заміни 4 світильників.

Шум

Як було вказано вище, в приміщенні знаходиться три робочих місця програмістів, кожне з яких устатковане монітором, вінчестером в системному

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

блоці, трьома вентиляторами системи охолодження ПК та клавіатурою. Крім того поряд працює периферійна техніка. Таким чином у приміщенні мають місце шуми механічного і аеродинамічного походження, широкосмугові із аперіодичним підсиленням при роботі принтерів.

Орієнтовні еквівалентні рівні звукового тиску джерел шуму, що діють на програміста на його робочому місці, представлені в таблиці 8.3. Допустимий еквівалентний рівень шуму для робочого місця програміста складає 65 дБА. Розрахуємо середній рівень шуму на робочому місці програміста під час роботи всієї вказаної техніки.

Таблиця 8.3 Рівні звукового тиску від різних джерел.

Джерело шуму	Рівень шуму, дБА
Жорсткий диск	45
Вентилятор	45
Принтер	55
Сканер	50

Користуючись даними таблиці 8.3. Розрахуємо середній рівень шуму на робочому місці під час роботи всієї вказаної техніки.

Рівень шуму, що виникає від декількох некогерентних джерел, що працюють одночасно, підраховується на підставі принципу енергетичного підсумовування рівня інтенсивності окремих джерел:

$$L_{сep} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \times L_i} \quad (8.1)$$

де L_i - рівень звукового тиску i -го джерела шуму; n - кількість джерел шуму.

Підставивши значення рівня звукового тиску для кожного виду устаткування у формулу, отримаємо:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(10^{4,5} + 10^{4,5} + 10^{5,5} + 10^5) = 44,2 \text{ дБ}$$

За наявності декількох джерел шуму з однаковим рівнем інтенсивності L_i загальний рівень шуму визначають за формулою:

$$L = L_i + 10 \lg n. \quad (8.2)$$

У нашому випадку таких джерел сім, отже загальний рівень шуму буде визначатися так:

$$L = 44,2 + 10 \lg 7 = 52,7 \text{ дБ.}$$

Отримані результати розрахунку порівнюється з допустимим значенням рівня шуму для даного робочого місця. Якщо розрахований рівень шуму перевищує допустиме значення, то необхідні спеціальні заходи зі зниження шуму. До них відносяться: облицьовування стін і стелі залу звукопоглинальними матеріалами, зниження шуму в джерелі, правильне планування устаткування і раціональна організація робочого місця програміста. Розраховане значення середнього рівня шуму не перевищує гранично допустимого рівня шуму для робочого місця, тобто в спеціальних заходах зі зниження рівня шуму не має потреби.

Випромінювання монітору

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітору комп'ютера представлені в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відеомонітору	10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відеомонітору	0,3 А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати: для дорослих користувачів для дітей дошкільних установ і що навчаються середніх спеціальних і вищих навчальних закладів	20кВ/м 15кВ/м

Нормованим параметром невикористаного рентгенівського випромінювання виступає потужність експозиційної дози. На відстані 5 см від поверхні екрану монітору її рівень не повинен перевищувати 100 мкР/год. Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці програміста не перевищує 20 мкР/год.

8.3 Пропозиції щодо підвищення працездатності програмістів

За результатами досліджень санітарно – гігієнічних умов праці програмістів у зазначеному приміщенні можна зробити висновок, що взагалі вони відповідають вимогам ДСанПіНЗ.3.2.007 – 99 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно – обчислювальних машин» [67], крім рівня штучного освітлення, яке не задовольняє санітарним нормам. Для покращення умов праці рекомендуємо збільшити рівень загальної освітленості приміщення шляхом заміни 4 світильників.

При роботі з персональним комп'ютером дуже важливу роль грає дотримання правильного режиму праці та відпочинку. В іншому випадку у персоналу наголошуються значна напруга зорового апарату з появою скарг на незадоволеність роботою, головні болі, дратівливість, порушення сну, втому і хворобливі відчуття в очах, в поясниці, в області шиї і руках.

У табл. 8.5 представлені відомості про регламентовані перерви, які необхідно робити при роботі на комп'ютері, залежно від тривалості робочої зміни, видів і категорій трудової діяльності з ВДТ (відеодисплейний термінал) і ПЕОМ (відповідно до ДСанПіН 2.2.2 542-96 «Гігієнічні вимоги до відеодисплейних терміналів, персональних електронно-обчислювальних машин і організації робіт») [68].

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

Таблиця 8.5 - Час регламентованих перерв при роботі на комп'ютері

Категорія роботи з ВДТ або ПЕОМ	Рівень навантаження за робочу зміну при видах роботи з ВДТ			Сумарний час регламентованих перерв, хв.	
	Група А, кількість знаків	Група Б, кількість знаків	Група В, годин	При 8-годинній зміні	При 12-годинній зміні
I	до 20000	до 15000	до 2,0	30	70
II	до 40000	до 30000	до 4,0	50	90
III	до 60000	до 40000	до 6,0	70	120

Відповідно до ДСанПіН 2.2.2 546-96 всі види трудової діяльності, пов'язані з використанням комп'ютера, розділяються на три групи:

- група А: робота з зчитування інформації з екрана ВДТ або ПЕОМ з попереднім запитом;
- група Б: робота по введенню інформації;
- група В: творча робота в режимі діалогу з ЕОМ.

Ефективність перерв підвищується при поєднанні з виробничою гімнастикою або організації спеціального приміщення для відпочинку персоналу із зручними м'якими меблями, акваріумом, зеленою зоною і т.п.

8.4 Розрахункова частина

Початкові дані: ширина робочого приміщення: 3 м.; довжина – 6 м.; висота – 3,35 м.

Розрахунок штучного освітлення розрахуємо за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Для того, щоб визначити потрібну кількість світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F=ESKZ/n \quad (8.3),$$

де: F - світловий потік, що розраховується, $Лм$;

E - нормована мінімальна освітленість, $Лк$; $E = 300 Лк$;

S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 3 \times 6 = 18 м^2$);

K - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку $K = 1,5$);

Z - відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1.1... 1.2, в нашому випадку $Z = 1,1$);

n - коефіцієнт використання світлового потоку, (відношення світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в долях одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{стін}$) і стелі ($\rho_{стелі}$), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{стін} = 50\%$ і $\rho_{стелі} = 50\%$ [69].

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$i = S / (h(A+B)),$$

де: S - площа приміщення, $S = 18 м^2$;

h - розрахункова висота підвісу, $h = 3,35 м$;

A - ширина приміщення, $A = 3 м$;

B - довжина приміщення, $B = 6 м$.

Підставимо всі значення у формулу та розрахуємо індекс приміщення:

$$i = 18 / (3,35(3+6)) = 0,597.$$

Знаючи індекс приміщення, знаходимо $n = 0,29$ (з табличних даних коефіцієнтів використання світлового потоку (n) світильників відповідного типу

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

[70]). Підставимо всі значення у формулу, визначимо світловий потік:
 $F=30724$ Лм.

Будемо використовувати лампи LED LEBRON L-T8-LPP, світловий потік яких $F_n = 3000$ Лм.

Число ламп визначається по формулі:

$$N=F/F_n$$

де: F - світловий потік,

F_n - світловий потік одного світильника.

Підставимо всі значення у формулу та визначимо індекс приміщення:
 $N=30724/3000=10,24$ шт.

Приймаємо необхідну кількість світильників 11 шт.

8.5 Висновки до розділу

У даному розділі магістерської роботи проведено аналіз умов програміста. Проведено заміри основних санітарно – гігієнічних показників в заданому приміщенні, де працівники зайняті постійною роботою за комп'ютером. Створені умови повинні забезпечувати комфортну роботу. На підставі вивченої літератури з даної проблеми, були зазначені оптимальні параметри мікроклімату, освітлення, допустимі рівні шуму та іонізуючого випромінювання при роботі з комп'ютером, а також проведено, розрахунок штучного освітлення на робочому місці. Дотримання умов, що визначають оптимальну організацію робочих місць працівників, дозволить зберегти високу працездатність протягом усього робочого дня, підвищить кількісно і якісно продуктивність їх праці.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

9 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

В процесі виконання магістерської роботи встановлено наступне:

1. В даний час не існує альтернативи недосконалим в наслідок низької точності часовому, за витратою руди в млин і за середнім значенням активної потужності споживаної приводом технологічного агрегату принципам керування станом кульового завантаження млинів. Відомі теоретичні залежності визначення потужності кульових млинів також не дозволяють ефективно розв'язати дану задачу, що потребує нового підходу її розв'язання.

2. Задачу можливо вирішити підходом, що реалізує захищений патентом на винахід авторський спосіб, в якому витрачену енергію на подрібнення руди визначають за формулою, що включає незмінний для даних умов подрібнення коефіцієнт, середні гармонічні зважені крупності матеріалу у розвантаженні млина і вихідному живленні рудою, задане значення набору маси подрібненої руди.

3. Вперше виконані структурні, функціональні схеми та діаграми процесів оцінювання кількості різнорозмірних куль, які є основою програмної реалізації інформаційних технологій.

4. Вперше здійснена програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина, основою якої є розроблені математичні моделі процесів та дані комп'ютерного оцінювання параметрів, що порівняно з існуючими засобами, дозволило значно підвищити продуктивність кульових млинів по вихідній руді і готовому продукту, практично не допускати перевитрати куль і футерівки та суттєво зменшити витрату електроенергії на подрібнення руди в перших стадіях.

5. Програмне забезпечення створено за допомогою об'єктного підходу програмування з використанням алгоритмічної мови C# та розбивання програми на окремі модулі, що дало можливість спростити проектування системи.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

6. Вперше на рівні патенту України запропоновано виконавчий пристрій довантаження визначеної кількості різнорозмірних куль в кожному циклі, що гарантує чітке підтримання балансу між спрацьованими і введеними на їх заміну молольними тілами.

7. Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні програмної реалізації інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина, яка базується на теоретичному обґрунтуванні принципів положень роботи молольного середовища, що дозволяє використовувати теоретичні підходи і програмне забезпечення для підвищення ефективності подрібнення матеріалів в перших стадіях рудозбагачувальних фабрик, цементної, вугільної та енергетичної галузей. Запропоновані алгоритмічні, програмні та технічні рішення викликають зацікавленість фахівців промисловості, оскільки дозволяють значно підвищити продуктивність кульових млинів, зменшити витрати куль і футеровки.

8. Результати наукових досліджень, досягнення в даній магістерській роботі, здійснюють науковий прорив в області інформаційних технологій керування кульовим завантаженням млинів першої стадії подрібнення руди на збагачувальних фабриках і все ж таки необхідно продовжити вивчення можливостей підвищення точності оцінювання середньозважених крупностей вихідної руди і матеріалу в розвантаженні кульового млина комп'ютерними засобами.

9. Розроблена програма економічно вигідна. За рахунок впровадження програмного забезпечення досягається скорочення часу обробки інформації, можлива автоматизація процесу, підвищується культура праці, підвищується якість управлінських рішень, які приймаються.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Разумов К. А. Проектирование обогатительных фабрик. Москва: Недра, 1970. 592 с.
2. Науменко Ю. В. Основы теорії режимів роботи барабанних млинів. Рівне: СПД Зелент, 2009. 282 с.
3. Иванов А. Б., Куваев В. Н., Куваев Я. Г. Перспективные направления автоматизации процессов дробления и измельчения. *Горный журнал*. 2010. №11. С. 74–76.
4. Конох И. С., Найда В. В. Анализ актуальности развития информационных технологий для оптимизации работы первой стадии обогатительной фабрики ПГОКа. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2014. Вип. 5 (88). С. 68–76.
5. Измельчение. Энергетика и технология / Пивняк Г. Г. и др. Москва: Изд. дом «Руда и металлы», 2007. 226 с.
6. Matsui A., Kondratets V., Abashina A. Energy efficiency optimization of ore grinding by ball mills in a closed cycle with a single-spiral classifier. *Modeling, control and information technologies*. Proceeding IV Intern. scien. and pract. conf. (Rivne, 5-7 Nov. 2020). Rivne, 2020. P. 96–99.
7. Кондратець В. О., Мацуй А. М., Абашина А. А. Аналіз впливу факторів при покращенні енергетичної ефективності подрібнення руди кульовими млинами. *Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві: матеріали Міжнар. наук.-практ. on-line конф. (Кропивницький, 11-12 лист. 2020р.)*. Кропивницький, 2020. С. 163–165.
8. Кондратець В. О., Сербул О. М., Мацуй А. М. Автоматизація процесів керування розрідженням пульпи при подрібненні руди барабанными млинами. Кіровоград: КОД, 2013. 368 с.
9. Kondratets V. A., Matsui A. N., Abashina A. A. Substantiation of the approach to increasing the accuracy of the information supply of the mechanical single-spiral

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

classifier during crushing-classification of ore. *Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources*. Proceeding 3rd Intern. scien. and techn. conf. (Petrosani, Romania, 26 Oct. 2020). Petrosani, 2020. P. 155–158.

10. Мацуї А. М., Кондратець В. О., Абашина А. А. Теоретичне дослідження первинного перетворювача засобу автоматичного контролю енергоефективності руйнування руди кульовими млинами. *Science, research, development #13. Technics and technology: monogr. pokonf.* (Berlin, 30–31 січ. 2019 р.). Berlin, 2019. С. 75–85.

11. Мацуї А. М., Кондратець В. О., Абашина А. А. Обґрунтування вибору діаметра кулі перетворювача енергоефективності подрібнення руди в кульовому млині. *Прикладні науково-технічні дослідження: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф.* (Івано-Франківськ, 01-03 квітн. 2020 р.). Івано-Франківськ, 2020. С.106-108.

12. Мацуї А. М., Кондратець В. О., Абашина А. А. Теоретичне дослідження інваріантності первинного перетворювача енергоефективності подрібнення руди до впливу експлуатаційних факторів. *Science, research, development #14. Technics and technology: monogr. pokonf.* (London, 27–28 лют. 2019 р.). London, 2019. С. 9–18.

13. Баатархуу Ж., Давацэрэн Г., Биленко П. Об одном из путей интенсификации процесса измельчения в шаровых мельницах МШЦ-5500-6500 на комбинате «ЭРДЭНЭТ». *Обогащение руд*. 2000.№3. С. 3–5.

14. Яценко А. А. О повышении эффективности работы шаровых мельниц на основе использования комбинированной мелющей загрузки. *Обогащение руд*. 2011. №3. С. 3–5.

15. Бызов В. Ф. Усреднительные системы на горно-обогатительных предприятиях. Москва: Недра, 1988. 220 с.

16. Маляров П. В. Основы интенсификации процессов рудоподготовки. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2004. 320 с.

17. Улитенко К. Я., Морозов В. В. Управление операциями измельчения и классификации на основе типизации руд. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2014. №3. С. 162–167.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

18. Биленко Л. Ф. Закономерности совместного измельчения разнопрочных минеральных компонентов. *Обогащение руд*. 2000. №1. С. 7–10.
19. Масленников В. Г. Резиновая футеровка ООО «Уральский завод футеровочных РТИ». IX Конгресс обогатителей стран СНГ: сб. материалов. Том II. Москва: МИСиС. 2013. С. 375–380.
20. Даваасамбуу Д., Эрдэнэцогт Д. Повышение эффективности обогащения медно-молибденовых руд на основе оптимизации процессов дробления и измельчения. Современные процессы комплексной и глубокой переработки труднообогатимого минерального сырья (Плаксинские чтения 2015): Материалы Международного совещания. Иркутск (21-25 сентября 2015 года). С. 110-113.
21. Кусков В. Б., Сищук Ю. М. Совершенствование технологий обогащения железных руд различных типов и вещественного состава. *Горный журнал*. 2016. №2. С. 70–74.
22. Бастан П. П., Костина Н. К. Смешивание и сортировка руд. Москва: Недра, 1990. 168 с.
23. Кондратець В. О., Мацуй А. М. Моделювання розподілу дробленої руди вздовж конвеєрної стрічки при розвантаженні бункерів. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2015. №3. С. 42–50.
24. Хопунов Э. А. Новый взгляд на процессы переработки минерального сырья. *Современная техника и технология*. 2015. №3 [электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2015/03/5944> (дата обращения: 18.04.2015).
25. Аброськин А. С. Применение современных систем автоматизации на открытых горных работах. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2015. Т.326. №12. С. 122–130.
26. Троп А. Е., Козин В. З., Аршинский В. М. Автоматизация обогатительных фабрик. Москва: Недра, 1970. 320 с.
27. Daniel M. J. Measurement of electrical energy consumption in a Bond ball mill. *Proc. Of the XXIII Intern. Mineral Processing Congress*. 2006. pp. 92–97.
28. Улитенко К. Я. Оптимизация шаровой загрузки барабанных мельниц по

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вым.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

потребляемой мощности. *Обогащение руд*. 2008. №5. С. 42–44.

29. Huang P., Jia M.-P., Zhong B.-L. Investigation on measuring the fill level of an industrial ball mill based on the vibration characteristics of the mill shell. *Minerals Engeneering*. 2009. Vol. 22. Iss. 14. P. 1200–1208. DOI: 10.1016/j.mineng.2009.06.008.

30. Frequency domain characterization of torque in tumbling ball mills using DEM modelling: Application to filling level monitoring / Pedrayes F. and other. *Powder Technology*. 2018. Vol. 323. P. 433–444. DOI: 10.1016/j.powtec.2017.10.026.

31. Le Roux J. D., Craig I. K. Requirements for estimating the volume of rocks and balls in a grinding mill. *IFAC-PaperOnLine*. 2017. Vol. 50. Iss.1. P. 1169–1174. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.403.

32. Серго Е. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. Киев, 1975. 240 с.

33. Андреев С. Е., Зверевич В. В., Перов В. А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. Москва: Недра, 1980. 415 с.

34. Производство концентрата на обогатительной фабрике ОАО «Полтавский ГОК». Технологическая инструкция ТИ-3-01-05. Комсомольск-на-Днепре: ПГОК, 2005. 63 с.

35. Способ управления шаровыми мельницами: а. с. 1414462 СССР: МКИ В02С 25/00. № 4185408/31-33; заявл. 20.01.87; опубл. 07.08.88, Бюл. №29. 5 с.

36. Способ управления загрузкой барабанной мельницы: а. с. 1012984 СССР: МКИ В02С 25/00. № 3256130/29-33; заявл. 03.03.81; опубл. 23.04.83, Бюл. №15. 3 с.

37. Волотковский С. А., Бунько В. А. Автоматизация производственных процессов на обогатительных фабриках. Москва: Недра, 1964. 282 с.

38. Андреев Е. Е., Тихонов О. Н. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2007. 439 с.

39. Потапов Ф. П. Влияние различного средневзвешенного диаметра шаров на гранулометрический состав измельченного в барабанной шаровой мельнице портландцементного клинкера. *Сухие строительные смеси*. 2014. №4. С. 36–37.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

40. Lam M. M., Serov A. I., Smirnov E. N., Bazarova G. S. Mastering the production of 40- and 60mm diam. grinding balls in hardness classes III and IV at the Donetsk Metal-rolling Plant. *Metallurgist*. 2016. Vol. 60. P. 1–7.

41. Bwalya M. M., Moys M. H., Finnie G. J., Mulenga F. K. Exploring ball size distributione in coal grinding mills. *Powder Technology*. 2014. Vol. 257. P. 68–73. DOI: 10.1016/j.powtec.2014.02.044.

42. Шеховцов В. А. Операційні системи. Київ: Видавнича група ВНУ, 2005. 576 с.

43. С++. Теорія та практика / Трофименко О. Г. та ін. Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2011. 587 с.

44. Ришковець Ю. В., Висоцька В. А. Алгоритмізація та програмування. Ч.1. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. 337 с.

45. Орлов С. А. Теория и практика языков программирования. Санкт-Петербург: Питер, 2013. 688 с.

46. Козак Л. І., Костюк І. В., Стасевич С. П. Основи програмування. Львів: Новий світ – 2000, 2019. 326 с.

47. Тюташев А. А. Основы программирования. Ч.1. Санкт-Петербург: УНИВЕРСИТЕТ ИТМО, 2016. 164 с.

48. Рогоза М. Є., Рамазанов С. К., Велічура А. В., Танченко С. М. Основи інформатики та технологій програмування. Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2012. 568 с.

49. Грицюк Ю., Рак Т. Програмування мовою С++. Львів: Від-во ЛДУ БЖД, 2011. 146 с.

50. Kondratets V. A., Matsui A. N., Abashina A. A. Data of computer estimation of the volume of worn-out grinding bodies in different-sized optimal ball loading. Proceeding 5rd Intern. scien. and techn. conf. (Petrosani, Romania, 11 Nov. 2022). Petrosani, 2022. P. 155–157.

51. Пристрій для завантаження кулями барабанного млина; пат. на кор. мод. 150693 Україна:МПК В02С23/02; В02С 17100; В02С25/00. №2019009798; заява

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

13.09.2019; опубл. 16.03.2022. Бюл№11. 3с.

52. Kondratets V., Matsui A., Abashina A. Virtual assessment of the state of the optimal ball load of the mill grinding ore dressing plants. Modernization and engineering development of resource-saving technologies in mineral mining and processing. Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing. 2019. P. 163–185.

53. Мацуї А. М., Кондратець В. О., Абашина А. А. Математичне моделювання зв'язку середньогармонічної зваженої крупності та середньозваженої крупності в технологічних процесах рудопідготовки. *Проблеми математичного моделювання*: матеріали Всеукр. наук.-метод. конф. (Кам'янське, 25-28 трав. 2020 р.). Кам'янське, 2020. С.68-70.

54. Мацуї А. М., Кондратець В. О., Абашина А. А. Віртуальне оцінювання стану оптимального кульового завантаження млина, що подрібнює руду збагачувальних фабрик. *Розвиток промисловості та суспільства*: матеріали Міжн. наук.-техн. конф. (Кривий Ріг, 17-20 лист., 2020 р.). Кривий Ріг, 2020. С.252.

55. Спосіб автоматичного визначення кульового завантаження барабанних млинів: пат. 122994 Україна: МПК В02С 17/18, В02С 25/00, F23К 1/02, G01L 3/26. №а201909799; заявл. 13.09.19; опубл. 28.01.21, Бюл.№4. 7 с.

56. Мацуї А. М., Кондратець В. О. Теоретичне і експериментальне дослідження магнітоелектричної системи, що сприймає крупність пісків односпірального класифікатора. *Електротехніка та електроенергетика*. Запоріжжя, 2017. №2. С.38–47.

57. Спосіб визначення середньозваженої крупності руди в технологічному потоці: пат. 143234 Україна: МПК В02С 25/00, G01N 15/00, G01G 11/00. №а201802601; заявл. 15.03.18; опубл. 27.07.20, Бюл.№14. 5 с.

58. Matsui A. N., Kondratets V. A., Abashina A. A. Loading device for ball Mills with different sized grinding bodies. *Innovative development of resource-saving technologies of mineral mining and processing*. Proceeding 2nd Intern. scien. and techn. intern. conf. (Petrosani, Romania, 18 Nov. 2019). Petrosani, 2019. P. 150–152.

59. Абашина А. А. Дослідження особливостей сучасних промислових

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

роботів. *Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті*: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтерн.-конф. (Кропивницький, 16-17 лист., 2017 р.). Кропивницький, 2017. С.53-55.

60. Matsui A. N., Abashina A. A. Features of modern industrial robots. Third International Conference of European Academy of Science: Proceedings. (Bonn, 20-30 Dec. 2018). Bonn, 2018. pp. 33–34.

61. The mythical man-month: essays on software engineering / Frederick P. Brooks, Jr. -2002, 322p.

62. Методичні рекомендації до виконання розділу "Економічна ефективність розробленої програми" випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти для студентів спеціальностей: 123 "Комп'ютерна інженерія" та 122 "Комп'ютерні науки" - Кропивницький: ЦНТУ, 2022, 75 с.

63. Плєскач В. Л. Інформаційні системи і технології на підприємствах: підручник / В. Л. Плєскач, Т. Г. Затонацька. – К.: Знання, 2011. – 718 с.

64. Economics of Iterative Software Development, The: Steering Toward Better Business Results / Walker Royce, Kurt Bittner, Mike Perrow - Addison -Wesley Professional. – 2009. – 191p.

65. Закон України «Про охорону праці» №229-IV від 21 листопада 2002 р.(зі змінами та доп. внесені у ЗУ від 19.12.2017 № 2249-VIII). – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 16.11.2022).

66. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Повний текст нормативно-правового акта, затвердженого наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 №207, на заміну НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин». Охорона праці. – №6. 2018. С. 8–12.

67. ДСанПіНЗ.3.2.007 – 99 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно – обчислювальних машин»

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

[Електронний ресурс] // Міністерство охорони здоров'я України. – 1012. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text>. (дата звернення: 16.11.2022).

68. ДСанПіН 2.2.2 542-96 «Гігієнічні вимоги до відеодисплейних терміналів, персональних електронно-обчислювальних машин і організації робіт». [Електронний ресурс] // Міністерство охорони здоров'я України. – 1012. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text> (дата звернення: 16.11.2022).

69. Охорона праці. Ч. 1. Захисне заземлення: метод. вказ. до викон. розрахунків з викор. персон. ЕОМ IBM сумісного типу / Кіровоград. ін-т с.-г. машинобуд.; [укл. О. В. Оришака, Є. К. Солових, В. О. Оришака]. – Кіровоград: КІСМ, 1997. – 20 с. Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4358> (дата звернення: 16.11.2022).

70. Методичні рекомендації до виконання розділу "Заходи з охорони праці та техніки безпеки" випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти для здобувачів вищої освіти спеціальностей 123 "Комп'ютерна інженерія" та 122 "Комп'ютерні науки" / [уклад.: О. В. Оришака, К. М. Марченко]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. кібербезпеки та програм. забезпечення. - Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – 19 с.

71. Оришака О. В. Основи охорони праці: навч. посіб. / О. В. Оришака, Г. П. Горбачова, К. М. Марченко; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. - 175 с. – Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/12161> (дата звернення: 16.11.2022).

72. Кондратець В. О., Мелешко Є. В., Мацуй А. М., Абашина А. А. Стабілізація оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина реалізацією алгоритмів оцінювання його стану. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2022. Том 33 (72) № 4 . Ч.1. С.97–102.

					ВКМР-122.22.0022.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

Додаток А
(обов'язковий)

Технічне завдання

Зміст

1	Найменування та область застосування.....	2
2	Підстава для розробки.....	2
3	Мета та призначення розробки.....	2
4	Джерела розробки.....	2
5	Технічні вимоги.....	2
5.1	Вміст проекту.....	2
5.2	Показники призначення.....	3
5.3	Вимоги до функціональних характеристик.....	3
5.4	Вимоги до архітектури.....	3
5.5	Вимоги до надійності.....	3
5.6	Умови експлуатації.....	4
5.7	Вимоги до складу та параметрів технічних засобів.....	4
5.8	Вимоги до інформаційної і програмної сумісності.....	4
5.8.1	Обладнання.....	4
5.8.2	Мова програмування.....	4
5.8.3	Вхідні дані.....	5
5.8.4	Вихідні дані.....	5
6	Вимоги до програмної документації.....	5
7	Економічні вимоги.....	5
8	Вимоги до охорони праці.....	6
9	Перелік документів, що розробляються.....	6
10	Етапи розробки.....	6
11	Порядок контролю та приймання.....	7

					MP-122.22.0022.00.00.T3			
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Абашина А.А.				Дослідження та програмна реалізація інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Мелешко Є.В.					Б	1	7
Н. Контр.	Гермак В.С.				ЦНТУ КН-21М			
Затв.	Смірнов О.А.							

1 Найменування та область застосування

Це технічне завдання розповсюджується на дослідження та програмну реалізацію інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина, що використовується в гірничо-рудній промисловості.

2 Підстава для розробки

Підставою для розробки служить завдання на магістерську роботу, видане на кафедрі кібербезпеки та програмного забезпечення (пр. 18-13 від 17.08.2022р.).

3 Мета та призначення розробки

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності функціонування технології рудопідготовки в першій стадії шляхом покращення кульового завантаження барабанного млина на основі впровадження нових інформаційних технологій і застосування сучасних засобів програмування.

4 Джерела розробки

Джерелом цієї магістерської роботи є розробки, які ведуться кафедрою автоматизації виробничих процесів для гірничо-збагачувальної галузі і стосовні до теми бібліографічні джерела.

5 Технічні вимоги

5.1 Склад продукції

					MP-122.22.0022.00.00.ВП	Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		2

Складовими розробки є:

- аналіз існуючих систем стабілізації кульового завантаження барабанного млина;
- вибір засобів для побудови системи та мови програмування;
- дослідження підходу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина;
- дослідження інформаційно-керуючого блока як базової складової системи управління стабілізацією оптимального кульового завантаження барабанного млина;
- розробка структурної схеми, функціональних схем; принципової схеми та діаграми процесів системи;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності прийнятого до розробки програмного забезпечення інформаційної технології процесу стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження барабанного млина;
- аналіз умов з охорони праці та техніки безпеки при розробці та експлуатації програмного забезпечення системи, що розробляється.

5.2 Показники призначення

Система повинна забезпечувати:

- автоматичне функціонування з визначенням кількості різнорозмірних куль, які необхідно завантажити в технологічний агрегат, в кожному циклі подрібнення 165 тон руди;
- автоматичне завантаження визначеної кількості різнорозмірних куль (чотирьох розмірів) в кожному циклі наближено через одну годину роботи на заміну спрацьованого металу;
- врахування неповчих кількостей куль;
- цілісність базових даних процесу подрібнення руди, занесених до пам'яті.

					MP-122.22.0022.00.00.ВП	Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		3

5.3 Вимоги до функціональних характеристик

Розроблене програмне забезпечення не повинно містити обмежень щодо зміни крупності матеріалу вихідного живлення і розвантаження млина, вмісту різнорозмірних куль і їх маси.

5.4 Вимоги до архітектури

Компонент, що розробляється повинен використовувати системні засоби та апаратні засоби, що на даному етапі розвитку обчислювальної техніки найбільше поширені.

5.5 Вимоги до надійності

Компонент повинен використати існуючі угоди по стандартним викликам процедур, функцій, засобів і форм, визначених технологічною документацією на середовище розробки.

5.6 Умови експлуатації

Автоматичні робочі місця користувачів системи повинні задовольняти наступним умовам експлуатації:

- температура повітря: 5-50 град. по Цельсію;
- відносна вологість повітря при 20 град по Цельсію до 80%;
- атмосферний тиск 107 кПа.

5.7 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів

Компонент повинен бути реалізований на Unity, працювати в ОС Windows 10 і з сумісними з цією платформою пристроями і прикладним програмним забезпечення. ЕОМ типу ІВМ.

					MP-122.22.0022.00.00.ВП	Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		2

Програмне забезпечення повинно бути реалізоване на C#.

5.8 Вимоги до інформаційної і програмної сумісності

Сумісність програмного забезпечення повинна бути забезпечена за рахунок його реалізації засобами об'єктно орієнтованого підходу під управлінням ОС Windows 10.

5.8.1 Обладнання

Комп'ютер Intel® Celeron/8 Mb/1.2 Gb/SVGA 14" 1Mb або сумісні з ним.

5.8.2 Мова програмування

Середовище Visual Studio 2022.

5.8.3 Вхідні дані

Опис алгоритму роботи запропонованої системи.

5.8.4 Вихідні дані

Робоча програма.

6 Вимоги до програмної документації

					MP-122.22.0022.00.00.ВП	Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		5

Програмна продукція повинна бути представлена у вигляді опису структури даних, схем та описів алгоритмів, інструкції користувача, а також текстів вхідних модулів програмного забезпечення в відповідності з ЄСПД .

7 Економічні вимоги

7.1 Для ПЗ необхідно виробити функціонально-вартісний аналіз варіантів розробки.

7.2 Виконати розрахунок показників економічної ефективності програмної продукції з урахуванням розцінок на 1 вересня 2022 р.

8 Вимоги щодо охорони праці

В частині охорони праці магістерської роботи повинен бути наведений аналіз умов праці програміста на робочому місці і проведений розрахунок штучного освітлення.

9 Перелік документів, що розробляються

– Наукова новизна	– 2 аркуша
– Структурна схема системи	– 2 аркуша
– Функціональна схема системи	– 1 аркуш
– Діаграма процесів	– 1 аркуш
– Блок-схема алгоритму роботи програми	– 2 аркуша
– Показники економічної ефективності	– 1 аркуш
– Пояснювальна записка	– 113 аркушів

10 Етапи розробки

					MP-122.22.0022.00.00.ВП	Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		6

10.1 Збір і обробка інформації по темі магістерської роботи. Постановка задачі на виконання магістерської роботи (складання ТЗ).

10.2 Проведення досліджень або експериментальних робіт для уточнення основних положень магістерської роботи.

10.3 Розробка функціональних схем, блок-схем алгоритмів роботи програмного забезпечення компоненту.

10.4 Побудова схем взаємодії структурних даних.

10.5 Створення прототипу компоненту. Створення програмного продукту.

10.6 Віднаходження компоненту, аналіз отриманих результатів.

10.7 Оформлення пояснювальної записки і виконання робіт по графічній частині.

11 Порядок контролю та приймання

11.1 Подання магістерської роботи на попередній захист 10.12.2022 р.

11.2 Подання магістерської роботи на захист 22.12.2022 р.

					MP-122.22.0022.00.00.ВП	Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		7

Додаток Б
(обов'язковий)

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник випускної кваліфікаційної роботи
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

_____ Є.В. Мелешко

*Дослідження та програмна реалізація інформаційної технології процесу
стабілізації оптимального різнорозмірного кульового завантаження
барабанного млина*

Лістинг програми

Код документу 12

Носій: DVD-диск

Загальна кількість аркушів: 11

Літера: РП

Кропивницький – 2022 року

Основна програма

```

public partial class Form1 : Form
{
    private MathService mathService;
    private Dictionary<string, Ball> balls;
    private int iteration = 0;

    public Form1()
    {
        InitializeComponent();
        this.mathService = new MathService();
        this.balls = new Dictionary<string, Ball>()
        {
            {"G50", new Ball(15, 80)},
            {"G65", new Ball(20, 100)},
            {"G75", new Ball(30, 120)},
            {"G90", new Ball(35, 140)},
        };

        foreach (KeyValuePair<string, Ball> ball in balls)
        {
            string[] row = {ball.Key, ball.Value.Percent.ToString(),
ball.Value.Mass.ToString(), ball.Value.NeedToAdd.ToString()};
            dataGridView1.Rows.Add(row);
        }

        private void Btn_calculate_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            List<String> emptyValues = mathService.getEmptyValues();
            if (emptyValues.Count == 0)
            {
                mathService.calculateAdditionalBalls(balls);
                Tb_res.AppendText("Итерація: " +iteration +
Environment.NewLine);
                foreach(KeyValuePair<string, Ball> ball in balls)
                {
                    Tb_res.AppendText(String.Format("Куля: {0}, Потрібно додати:
{1}" + Environment.NewLine, ball.Key, ball.Value.NeedToAdd));
                }
                Tb_res.AppendText(Environment.NewLine);
                iteration++;
            }
            else
            {
                String names = "";
                foreach (String emptyValue in emptyValues)
                {
                    names += emptyValue + " ";
                }
                MessageBox.Show("Наступні значення відсутні: " + names,
"Помилка");
            }
        }

        private void Tb_Dsz_TextChanged(Object sender, EventArgs e)
        {
            double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
            if(newValue != null)
            {
                this.mathService.setDsz(newValue);
            }
        }

        private void Tb_SbyT_TextChanged(object sender, EventArgs e)
        {

```

```
double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
if (newValue != null)
{
    this.mathService.setSByT(newValue);
}
}

private void Tb_m_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if (newValue != null)
    {
        this.mathService.setM(newValue);
    }
}

private void Tb_deltaG_c_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if (newValue != null)
    {
        this.mathService.setDeltaGc(newValue);
    }
}

private void Tb_Qt_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    double? newValue = getDoubleValueFromTextBox((TextBox) sender);
    if (newValue != null)
    {
        this.mathService.setQt(newValue);
    }
}

private double? getDoubleValueFromTextBox(TextBox textBox)
{
    String newValue = textBox.Text;
    if (String.Empty == newValue)
    {
        return null;
    }
    try
    {
        return Convert.ToDouble(newValue);
    }
    catch (Exception)
    {
        MessageBox.Show("Введено значення некоректне.", "Помилка");
        textBox.Text = "";
        return null;
    }
}
}
```

Файл MathService.cs

Розраховує математичну частину програми

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace Diplom_M
{
    internal class MathService
    {
        /** Consts **/
        private double A = 1.33154 * Math.Pow(10, -6);
        private const double UnknownConstValue = 4221; // Unknown constant's
value
        private const double Kfk = 0.248;
        private double dgk = 160000;
        private float kf = 1 / 6;

        /** Sensors Values **/
        private double? dsz;
        private double? SByT;
        private double? m;
        private double? Qt; // Entered by human
        private double? deltaG_c;

        public void setDsz(double? value)
        {
            dsz = value;
        }

        public void setSByT(double? value)
        {
            SByT = value;
        }

        public void setM(double? value)
        {
            m = value;
        }

        public void setQt(double? value)
        {
            Qt = value;
        }

        public void setDeltaGc(double? value)
        {
            deltaG_c = value;
        }

        public List<String> getEmptyValues()
        {
            List<String> emptyValues = new List<String>();

            if (dsz == null) emptyValues.Add("Дсз");
            if (SByT == null) emptyValues.Add("S(t)");
            if (m == null) emptyValues.Add("m");
            if (Qt == null) emptyValues.Add("Qt");
            if (deltaG_c == null) emptyValues.Add("ΔGc");

            return emptyValues;
        }

        public void calculateAdditionalBalls(Dictionary<string, Ball> balls)

```

```

{
    double? g_rsm = calculateG_rsm();
    foreach(KeyValuePair<string, Ball> ball in balls)
    {
        double? g = ball.Value.Percent * g_rsm + ball.Value.G_LC;
        double? n = g / ball.Value.Mass;
        ball.Value.NeedToAdd = (int) n;
        ball.Value.G_LC = (double)((decimal)n % 1);
    }
}

private double? calculateG_rsm()
{
    double? deltaG_e = energy() * dgk;
    double? deltaG_fk = deltaG_e * Kfk * kf;

    return deltaG_e + deltaG_fk + deltaG_c;
}

// (4) formula
private double? energy()
{
    return A * (1 / dHaverageHarmonic() - 1 / DHaverageHarmonic()) * Qt;
}

// (3) formula
private double? dHaverageHarmonic()
{
    return 0.05227 * dsz + 0.05086;
}

// (2) formula
private double? DHaverageHarmonic()
{
    return (0.95 * DWeithtedAverage() - 3.5) * Math.Pow(10, -1);
}

// (1) formula
private double? DWeithtedAverage()
{
    return UnknownConstValue * (SByT / m) - UnknownConstValue;
}
}
}

```

Файл Ball.cs

Розраховує кількість куль, яку необхідно додати

```
internal class Ball
{
    private double _percent;
    public double Percent
    {
        get => _percent / 100;
        set
        {
            if(value > 0)
            {
                _percent = value;
            }
        }
    }

    private double _mass;
    public double Mass
    {
        get => _mass;
        set
        {
            if(value > 0)
            {
                _mass = value;
            }
        }
    }

    private int _needToAdd;
    public int NeedToAdd
    {
        get => _needToAdd;
        set => _needToAdd += value;
    }

    private double _g_LC;
    public double G_LC
    {
        get => _g_LC;
        set => _g_LC = value;
    }

    public Ball(double percent, double mass)
    {
        Percent = percent;
        Mass = mass;
        NeedToAdd = 0;
        G_LC = 0.0;
    }
}
```

Файл Form1.cs

Основна форма програми

```

partial class Form1
{
    /// <summary>
    /// Required designer variable.
    /// </summary>
    private System.ComponentModel.IContainer components = null;

    /// <summary>
    /// Clean up any resources being used.
    /// </summary>
    /// <param name="disposing">>true if managed resources should be
disposed; otherwise, false.</param>
    protected override void Dispose(bool disposing)
    {
        if (disposing && (components != null))
        {
            components.Dispose();
        }
        base.Dispose(disposing);
    }

    #region Windows Form Designer generated code

    /// <summary>
    /// Required method for Designer support - do not modify
    /// the contents of this method with the code editor.
    /// </summary>
    private void InitializeComponent()
    {
        System.Windows.Forms.DataGridViewCellStyle dataGridViewCellStyle1 =
new System.Windows.Forms.DataGridViewCellStyle();
        this.l_Dsz = new System.Windows.Forms.Label();
        this.Tb_Dsz = new System.Windows.Forms.TextBox();
        this.l_SbyT = new System.Windows.Forms.Label();
        this.Tb_SbyT = new System.Windows.Forms.TextBox();
        this.l_m = new System.Windows.Forms.Label();
        this.Tb_m = new System.Windows.Forms.TextBox();
        this.groupBox1 = new System.Windows.Forms.GroupBox();
        this.l_deltaG_c = new System.Windows.Forms.Label();
        this.Tb_deltaG_c = new System.Windows.Forms.TextBox();
        this.groupBox2 = new System.Windows.Forms.GroupBox();
        this.Tb_Qt = new System.Windows.Forms.TextBox();
        this.l_Qt = new System.Windows.Forms.Label();
        this.Btn_calculate = new System.Windows.Forms.Button();
        this.dataGridView1 = new System.Windows.Forms.DataGridView();
        this.Column1 = new System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();
        this.Column2 = new System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();
        this.Column3 = new System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();
        this.Tb_res = new System.Windows.Forms.TextBox();
        this.groupBox1.SuspendLayout();
        this.groupBox2.SuspendLayout();

        ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.dataGridView1)).BeginInit();
        this.SuspendLayout();
        //
        // l_Dsz
        //
        this.l_Dsz.AutoSize = true;
        this.l_Dsz.Location = new System.Drawing.Point(15, 31);
        this.l_Dsz.Name = "l_Dsz";
        this.l_Dsz.Size = new System.Drawing.Size(29, 15);
        this.l_Dsz.TabIndex = 0;
        this.l_Dsz.Text = "Дсз:";
        //
    }
}

```

```

// Tb_Dsz
//
this.Tb_Dsz.Location = new System.Drawing.Point(50, 28);
this.Tb_Dsz.Name = "Tb_Dsz";
this.Tb_Dsz.Size = new System.Drawing.Size(100, 23);
this.Tb_Dsz.TabIndex = 1;
this.Tb_Dsz.TextChanged += new
System.EventHandler(this.Tb_Dsz_TextChanged);
//
// l_SbyT
//
this.l_SbyT.AutoSize = true;
this.l_SbyT.Location = new System.Drawing.Point(16, 64);
this.l_SbyT.Name = "l_SbyT";
this.l_SbyT.Size = new System.Drawing.Size(28, 15);
this.l_SbyT.TabIndex = 2;
this.l_SbyT.Text = "S(t):";
//
// Tb_SbyT
//
this.Tb_SbyT.Location = new System.Drawing.Point(50, 61);
this.Tb_SbyT.Name = "Tb_SbyT";
this.Tb_SbyT.Size = new System.Drawing.Size(100, 23);
this.Tb_SbyT.TabIndex = 3;
this.Tb_SbyT.TextChanged += new
System.EventHandler(this.Tb_SbyT_TextChanged);
//
// l_m
//
this.l_m.AutoSize = true;
this.l_m.Location = new System.Drawing.Point(23, 92);
this.l_m.Name = "l_m";
this.l_m.Size = new System.Drawing.Size(21, 15);
this.l_m.TabIndex = 4;
this.l_m.Text = "m:";
//
// Tb_m
//
this.Tb_m.Location = new System.Drawing.Point(50, 89);
this.Tb_m.Name = "Tb_m";
this.Tb_m.Size = new System.Drawing.Size(100, 23);
this.Tb_m.TabIndex = 5;
this.Tb_m.TextChanged += new
System.EventHandler(this.Tb_m_TextChanged);
//
// groupBox1
//
this.groupBox1.Controls.Add(this.l_deltaG_c);
this.groupBox1.Controls.Add(this.Tb_deltaG_c);
this.groupBox1.Controls.Add(this.l_Dsz);
this.groupBox1.Controls.Add(this.Tb_m);
this.groupBox1.Controls.Add(this.Tb_Dsz);
this.groupBox1.Controls.Add(this.l_m);
this.groupBox1.Controls.Add(this.l_SbyT);
this.groupBox1.Controls.Add(this.Tb_SbyT);
this.groupBox1.Location = new System.Drawing.Point(12, 12);
this.groupBox1.Name = "groupBox1";
this.groupBox1.Size = new System.Drawing.Size(173, 166);
this.groupBox1.TabIndex = 6;
this.groupBox1.TabStop = false;
this.groupBox1.Text = "Параметри датчиків";
//
// l_deltaG_c
//
this.l_deltaG_c.AutoSize = true;
this.l_deltaG_c.Location = new System.Drawing.Point(12, 121);
this.l_deltaG_c.Name = "l_deltaG_c";
this.l_deltaG_c.Size = new System.Drawing.Size(32, 15);
this.l_deltaG_c.TabIndex = 7;

```

```

this.l_deltaG_c.Text = "ΔGc:";
//
// Tb_deltaG_c
//
this.Tb_deltaG_c.Location = new System.Drawing.Point(50, 118);
this.Tb_deltaG_c.Name = "Tb_deltaG_c";
this.Tb_deltaG_c.Size = new System.Drawing.Size(100, 23);
this.Tb_deltaG_c.TabIndex = 6;
this.Tb_deltaG_c.TextChanged += new
System.EventHandler(this.Tb_deltaG_c_TextChanged);
//
// groupBox2
//
this.groupBox2.Controls.Add(this.Tb_Qt);
this.groupBox2.Controls.Add(this.l_Qt);
this.groupBox2.Location = new System.Drawing.Point(201, 12);
this.groupBox2.Name = "groupBox2";
this.groupBox2.Size = new System.Drawing.Size(173, 64);
this.groupBox2.TabIndex = 7;
this.groupBox2.TabStop = false;
this.groupBox2.Text = "Глобальні константи";
//
// Tb_Qt
//
this.Tb_Qt.Location = new System.Drawing.Point(50, 22);
this.Tb_Qt.Name = "Tb_Qt";
this.Tb_Qt.Size = new System.Drawing.Size(100, 23);
this.Tb_Qt.TabIndex = 1;
this.Tb_Qt.TextChanged += new
System.EventHandler(this.Tb_Qt_TextChanged);
//
// l_Qt
//
this.l_Qt.AutoSize = true;
this.l_Qt.Location = new System.Drawing.Point(21, 25);
this.l_Qt.Name = "l_Qt";
this.l_Qt.Size = new System.Drawing.Size(23, 15);
this.l_Qt.TabIndex = 0;
this.l_Qt.Text = "Qt:";
//
// Btn_calculate
//
this.Btn_calculate.Location = new System.Drawing.Point(201, 96);
this.Btn_calculate.Name = "Btn_calculate";
this.Btn_calculate.Size = new System.Drawing.Size(173, 82);
this.Btn_calculate.TabIndex = 8;
this.Btn_calculate.Text = "Calculate";
this.Btn_calculate.UseVisualStyleBackColor = true;
this.Btn_calculate.Click += new
System.EventHandler(this.Btn_calculate_Click);
//
// dataGridView1
//
this.dataGridView1.ColumnHeadersHeightSizeMode =
System.Windows.Forms.DataGridViewColumnHeadersHeightSizeMode.AutoSize;
this.dataGridView1.Columns.AddRange(new
System.Windows.Forms.DataGridViewColumn[] {
this.Column1,
this.Column2,
this.Column3});
this.dataGridView1.Location = new System.Drawing.Point(409, 12);
this.dataGridView1.Name = "dataGridView1";
this.dataGridView1.RowTemplate.Height = 25;
this.dataGridView1.Size = new System.Drawing.Size(354, 166);
this.dataGridView1.TabIndex = 9;
//
// Column1
//

```

```

        this.Column1.AutoSizeMode =
System.Windows.Forms.DataGridViewAutoSizeColumnMode.ColumnHeader;
        dataGridViewCellStyle1.Alignment =
System.Windows.Forms.DataGridViewContentAlignment.MiddleCenter;
        this.Column1.DefaultCellStyle = dataGridViewCellStyle1;
        this.Column1.HeaderText = "Тип кулі";
        this.Column1.Name = "Column1";
        this.Column1.Width = 71;
        //
        // Column2
        //
        this.Column2.AutoSizeMode =
System.Windows.Forms.DataGridViewAutoSizeColumnMode.ColumnHeader;
        this.Column2.HeaderText = "Процентне відношення";
        this.Column2.Name = "Column2";
        this.Column2.Width = 148;
        //
        // Column3
        //
        this.Column3.AutoSizeMode =
System.Windows.Forms.DataGridViewAutoSizeColumnMode.ColumnHeader;
        this.Column3.HeaderText = "Маса кулі";
        this.Column3.Name = "Column3";
        this.Column3.Width = 85;
        //
        // Tb_res
        //
        this.Tb_res.Location = new System.Drawing.Point(12, 194);
        this.Tb_res.Multiline = true;
        this.Tb_res.Name = "Tb_res";
        this.Tb_res.ReadOnly = true;
        this.Tb_res.ScrollBars = System.Windows.Forms.ScrollBars.Vertical;
        this.Tb_res.Size = new System.Drawing.Size(776, 244);
        this.Tb_res.TabIndex = 10;
        //
        // Form1
        //
        this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(7F, 15F);
        this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
        this.ClientSize = new System.Drawing.Size(800, 450);
        this.Controls.Add(this.Tb_res);
        this.Controls.Add(this.dataGridView1);
        this.Controls.Add(this.Btn_calculate);
        this.Controls.Add(this.groupBox2);
        this.Controls.Add(this.groupBox1);
        this.Name = "Form1";
        this.Text = "Form1";
        this.groupBox1.ResumeLayout(false);
        this.groupBox1.PerformLayout();
        this.groupBox2.ResumeLayout(false);
        this.groupBox2.PerformLayout();

        ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.dataGridView1)).EndInit();
        this.ResumeLayout(false);
        this.PerformLayout();

    }

#endregion

private Label l_Dsz;
private TextBox Tb_Dsz;
private Label l_SbyT;
private TextBox Tb_SbyT;
private Label l_m;
private TextBox Tb_m;
private GroupBox groupBox1;
private GroupBox groupBox2;
private Label l_Qt;

```

```
private TextBox Tb_Qt;
private Label l_deltaG_c;
private TextBox Tb_deltaG_c;
private Button Btn_calculate;
private DataGridView dataGridView1;
private DataGridViewTextBoxColumn Column1;
private DataGridViewTextBoxColumn Column2;
private DataGridViewTextBoxColumn Column3;
private TextBox Tb_res;
    }
}
namespace Diplom_M
{
    internal static class Program
    {
        /// <summary>
        /// The main entry point for the application.
        /// </summary>
        [STAThread]
        static void Main()
        {
            // To customize application configuration such as set high DPI
            settings or default font,
            // see https://aka.ms/applicationconfiguration.
            ApplicationConfiguration.Initialize();
            Application.Run(new Form1());
        }
    }
}
```

Кафедра _ КБПЗ _ 2022 рік