

Міністерство освіти і науки України
Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломної роботи

магістра
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузь знань 12 Інформаційні технології
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(код і назва спеціальності)

спеціалізація Програмне забезпечення систем
(код і назва спеціалізації)

освітній рівень Магістр
(назва освітнього рівня)

кваліфікація інженер-програміст
(назва кваліфікації)

на тему: Дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів
ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів

Виконавець:

студент 2 курсу, групи 121М-16-1

Шевельов А.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівники	Посада, прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
проекту	д.т.н., проф. Мецєряков Л. І.		
розділів:			
Спеціальний	д.т.н., проф. Мецєряков Л. І.		
Економічний	к.е.н., доц. Касьяненко Л. В.		

Рецензент			
-----------	--	--	--

Нормоконтроль	к.т.н., доц. Коротенко Л.М.		
---------------	-----------------------------	--	--

Дніпропетровськ
2018

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

програмного забезпечення комп'ютерних систем

(повна назва)

І.М. Удовик

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« »

20 ____ року

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи магістра

спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення
(код і назва спеціальності)

студенту 121М-16-1 Шевельову Антону Дмитровичу
(група) (прізвище та ініціали)

Тема дипломної роботи Дослідження чутливості моментних функцій
супутніх сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів

1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Наказ ректора Державного ВНЗ «НГУ» від 26. 12 .2017 р. № 2127 -л

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ

Об'єкт досліджень – технологічний стан гірничої підйомної установки

Предмет досліджень – інформаційні сигнали струму АТК, ЕРС ротора швидкість АЗКЦ гірничих підйомних машин

Мета НДР – виявлення значущих ознак стану і супутніх сигналів струму АТК, ЕРС ротора та швидкості АЗКЦ за допомогою моментних функцій вищих порядків

Вихідні дані для проведення роботи: експериментальні сигнали у вигляді осцилограм струму АТК, ЕРС ротора швидкість АЗКЦ

3 ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

Наукова новизна результатів, що очікуються, полягає у: вперше отримано експериментальні значення моментних функцій, їх періодограми та спектральні щільності

Практична цінність результатів полягає у: підвищенні достовірності визначення технічного стану гірничої підйомної установки

4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Програмний додаток дослідження чутливості моментних функцій супутніх сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів

5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування етапів робіт	Строки виконання робіт (початок – кінець)
Формування та формалізація завдань магістерської роботи	21.04.2017-01.05.2017
Аналіз сфери застосування моментних функцій вищих порядків	18.08.2017-21.09.2017
Проектування та розробка програмного продукту, що вирішує поставлені в дипломній роботі задачі	24.09.2017-04.10.2017
Тестування розробленого програмного продукту на експериментальних даних і аналіз отриманих результатів	06.10.2017-20.11.2017

6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічний ефект від реалізації результатів роботи очікується позитивним завдяки використанню більш глибокого аналізу вихідних даних сигналів з високою вірогідністю удосконалення процесу дослідження стану гірничих машин.

Соціальний ефект від реалізації результатів роботи очікується позитивним завдяки створенню програмного продукту, що задовольняє потреби широкого можливих споживачів

7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ

Завдання видав

_____ (підпис)

Мещеряков Л.І.

_____ (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Шевельов А.Д.

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання 12.03.2017р.

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 19.01.2018

Реферат

Пояснювальна записка: 144 стор., 194 рис., 3 додатка, 65 джерела.

Об'єкт дослідження: технологічний стан гірничої підйомної установки

Мета магістерської роботи: виявлення значущих ознак стану і супутніх сигналів струму АТК, ЕРС ротора та швидкості АЗКЦ за допомогою моментних функцій вищих порядків

Методи дослідження. При вирішенні поставленого завдання використовувалися наукові досягнення в областях математичного та статистичного аналізу і розробки програмного забезпечення

Наукова новизна полягає у тому, що вперше отримано експериментальні значення моментних функцій, їх періодограми та спектральні щільності

Практична цінність результатів полягає в розробці програмного забезпечення, яке реалізує оригінальний алгоритм дослідження чутливості моментних функцій супутніх сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів

Область застосування. Розроблене програмне забезпечення дослідження чутливості моментних функцій супутніх сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів може бути використане відповідними службами на підприємствах для більш детального дослідження вихідних характеристик, таких як струм АТК, швидкість АЗКЦ роботи двигуна та ЕРС ротора. Також дане ПЗ може бути використане в навчанні. Наприклад в технікумах та університетах під час вивчення предметів пов'язаних з електромеханікою.

Значення роботи та висновки Розроблене програмне забезпечення дослідження чутливості моментних функцій супутніх сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів дозволить швидко та завчасно проводити аналіз вихідних сигналів та попереджувати передаварійні та аварійні стани.

Прогнози щодо розвитку досліджень. На основі отриманих результатів дослідження чутливості моментних функцій супутніх сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів розробити та скласти довідник станів роботи шахтних підйомних установок та більш швидко та ефективно проводити діагностику шахтних підйомних установок

У розділі «Економіка» проведені розрахунки трудомісткості й тривалості розробки програмного забезпечення, витрат на його створення, проведені маркетингові дослідження розробленого програмного забезпечення, а також оцінена економічна ефективність від його впровадження.

Список ключових слів: КОРЕЛЯЦІЙНА ФУНКЦІЯ, МОМЕНТНА ФУНКЦІЯ, МАТЕМАТИЧНЕ ОЧІКУВАННЯ, ДИСПЕРСІЯ, АСИМЕТРІЯ, ЕКСЦЕС, ШАХТНА ПІДЙОМНА УСТАНОВКА

Реферат

Пояснительная записка: 144 стр., 194 рис., 3 приложения, 65 источников.

Объект исследования: технологическое состояние горной подъемной установки

Цель магистерской работы: выявление значимых признаков состояния и сопутствующих сигналов тока АТК, ЭДС ротора и скорости АЗКЦ с помощью моментных функций высших порядков

Методы исследования. При решении поставленной задачи использовались научные достижения в областях математического и статистического анализа и разработки программного обеспечения

Научная новизна заключается в том, что впервые получены экспериментальные значения моментных функций, их периодограммы и спектральные плотности

Практическая ценность исследования заключается в разработке программного обеспечения, которое реализует оригинальный алгоритм исследования чувствительности моментных функций сопутствующих сигналов идентификации состояний горных подъемных комплексов

Область применения. Разработанное программное обеспечение исследования чувствительности моментных функций сопутствующих сигналов идентификации состояний горных подъемных комплексов может быть соответствующими службами на предприятиях для более детального исследования выходных Характеристики, таких как ток АТК, скорость АЗКЦ работы двигателя и ЭДС ротора. Также данное ПО может быть использовано в обучении. Например, в техникумах и университетах при изучении предметов связанных с электромеханика.

Значение работы и выводы. Разработанное программное обеспечение исследования чувствительности моментных функций сопутствующих сигналов идентификации состояний горных подъемных комплексов позволит быстро и заблаговременно проводить анализ исходных сигналов и предупреждать предаварийных и аварийных состояниях.

Прогнозы по развитию исследований. На основе полученных результатов исследования чувствительности моментных функций сопутствующих сигналов идентификации состояний горных подъемных комплексов разработать и составить справочник состояний работы шахтных подъемных установок и более быстро и эффективно проводить диагностику шахтных пдйомних установок

В разделе «Экономика» проведены расчеты трудоемкости и длительности разработки программного обеспечения, расходов на его создание, проведены маркетинговые исследования разработанного программного обеспечения, а также оценена экономическая эффективность от его внедрения.

Список ключевых слов: КОРЕЛЯЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ, МОМЕНТНЫЕ ФУНКЦИИ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОЖИДАНИЕ, ДИСПЕРСИЯ, АСИММЕТРИЯ, ЭКСЦЕСС, ШАХТНАЯ ПОДЪЕМНАЯ УСТАНОВКА

Abstract

Explanatory note: 144 pages, 194 figures, 3 appendixes, 65 sources.

Object of research: technological condition of mining lifting plant

The purpose of the master's work: the identification of significant state signs and associated signals of current ATK, EMF rotor and speed AZKTS with the help of torque functions of higher orders

Research methods. In solving the problem, scientific achievements were used in the areas of mathematical and statistical analysis and software development

The scientific novelty consists in the fact that for the first time experimental values of moment functions, their periodograms and spectral densities

The practical value of the results is the development of software that implements the original algorithm for studying the sensitivity of the torque functions of the accompanying signals of the identification of the states of the mining lift complexes

Scope of application. The developed software for studying the sensitivity of the torque functions of the accompanying signals of the identification of the states of the mining lifting complexes may be appropriate services at the enterprises for a more detailed study of the initial characteristics, such as the current ATK, the speed of the ACC of the engine and the EMF of the rotor. Also, this software can be used in the training. For example in colleges and universities when studying subjects related to electromechanics.

The value of the work and conclusions The developed software for studying the sensitivity of the momentary functions of the accompanying signals of the identification of the states of the mountain lifting complexes will allow quick and timely analysis of the output signals and the prevention of transient and emergency conditions.

Projections for research development. On the basis of the obtained results of the study of the sensitivity of the torque functions of the accompanying signals of the identification of the states of the mountain lifting complexes, to develop and compile a handbook of the state of work of the mine lifting plants and to carry out more quickly and effectively the diagnostics of the mines of the lifting installations

In the section "Economics" calculations of the complexity and duration of development of software, expenses for its creation, marketing researches of the developed software, and also estimated economic efficiency from its introduction were made.

List of key words: CORRELATION FUNCTION, MOMENT FUNCTION, MATHEMATICAL EXPECTATIONS, DISPERSION, ASYMETRY, EXCESS, MINE LIFTING UNIT

Зміст

Список скорочень.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ «ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ МОМЕНТНИХ ФУНКЦІЙ СУПУТНИХ СИГНАЛІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНІВ ГІРНИЧИХ ПІДЙОМНИХ КОМПЛЕКСІВ».....	13
1.1 Опис предметної області.....	13
1.1.1 Розрахункова схема підйомної установки	14
1.1.2 Розрахунок і вибір підйомної машини	17
1.1.3 Попередній вибір приводу підйомної системи	18
1.1.4 Розрахунок діаграми рухомих зусиль	21
1.1.5 Уточнення продуктивності установки і потужності приводу.....	22
1.1.6 Аварійні ситуації які виникають у системах шахтного підйому	24
1.2 Опис математичного апарату	31
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	50
2.1 Алгоритм розрахунку моментних функцій.....	50
2.2 Реалізація алгоритму розрахунку моментних функцій	62
2.3 Опис використовуваного програмного інструментарію	64
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	68
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	119
4.1 Розрахунок трудомісткості розробки програмного забезпечення.....	119
4.2 Витрати на створення програмного забезпечення	121
4.3 Маркетингові дослідження ринку збуту розробленого програмного продукту	122
4.5 Оцінка економічної ефективності впровадження програмного забезпечення.....	125
Висновки.....	127
Список використаних джерел.....	128
ДОДАТОК А	133
ДОДАТОК Б.....	143
ДОДАТОК В.....	144

Список скорочень

ГЕМК – Гірничо-електромеханічний комплекс

АСК ТП – Автоматизована система керування технологічним процесом

TS - TypeScript

JS - JavaScript

MVC - Model View Control

HTML - HyperText Markup Language

JSON - JavaScript Object Notation

АЗКЦ - Цифрові апарати задання і контролю

ЕРС - Електро рушійна сила

ЕОМ - Електронна обчислювальна машина

ПЗ - програмне забезпечення

ТОіР - технічне обслуговування і ремонт

RCM - Reliability-Centered Maintenance

ВСТУП

Актуальність роботи. Як відомо, гірничо-шахтне обладнання орієнтоване на видобуток корисних копалин, будівництво підземних споруд, а також проведення гірничих виробок. Специфіка режимів і умов експлуатації такого обладнання обумовлена обмеженим робочим простором, мінливим характером механічних властивостей розроблюваних порід, запиленою атмосферою, хімічною активністю води, а також складністю проведення ремонту, технічного обслуговування, монтажу і демонтажу.

Гірська техніка, застосовувана в ході розробки родовищ, підрозділяється на два типи в залежності від виконуваних процесів. Перший тип представлений гірськими машинами, що виконують основні процеси, в числі яких буріння і зарядження свердловин і шпурів, переміщення корисних копалин, кріплення виробок. Що стосується другого типу, це машини, що виконують допоміжні процеси, а саме доставку обладнання та матеріалів, прибирання гірничої виробки. До перерахованого обладнання висуваються жорсткі вимоги щодо санітарних умов праці та безпеки, ефективності виконання функцій в ході усунення фізичної праці, а також трудомісткості роботи по монтажу і демонтажу.

Процедура використання гірничошахтного обладнання є реалізацією його можливостей, які були закладені в рамках проектування, виготовлення, а також при ремонті і технічному обслуговуванні. В ході визначення раціональної сфери застосування такого обладнання враховуються різні критерії, в числі яких ефективність застосування, безпеку використання і надійність функціонування.

При видобутку гірничих копалин важливу роль відіграє аналіз стану, попередження збоїв у роботі гірничого обладнання. Прогнозування і запобігання аварійних станів - завдання першочергової важливості. Адже від цього залежить якість виконуваних робіт, терміни та потужність роботи, а також витрати на експлуатацію шахтного устаткування. Але найбільш важливим є безпека життя та праці робітників та обслуговуючого персоналу на підприємстві.

Застосування комп'ютерних технологій для аналізу вихідних сигналів та обробки отриманих результатів для попередження несправностей дозволить підвищити надійність і довговічність обладнання, збільшить продуктивність, зменшить витрату енергії, дозволить оптимально відпрацьовувати задану діаграму швидкості без аварійних кидків струму і моменту приводу, що руйнівно діють на обладнання, забезпечить повний контроль за всіма необхідними параметрами, що впливають на робочий стан машини, і реакцію на їх зміни.

Мета та задачі дослідження. Метою даної магістерської роботи є створення вдосконаленого алгоритму аналізу вихідних сигналів шахтних машин для дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів

Для досягнення поставленої мети у роботі сформовані та вирішені наступні задачі:

- 1) проведення аналізу та виявлення недоліків існуючих методів аналізу стану гірничих машин;
- 2) створення оригінального алгоритму дослідження вихідних сигналів, графічна обробка отриманих даних та реалізація розробленого алгоритму у вигляді програмного забезпечення.

Об'єкт дослідження – алгоритми аналізу вихідних сигналів.

Предмет дослідження – аналіз вихідних сигналів гірничих машин.

Ідея роботи полягає у вдосконаленні алгоритмів аналізу вихідних даних за допомогою моментних функцій.

Методи дослідження. При рішенні поставленої задачі використовувалися наукові досягнення в областях математичного та статистичного аналізів даних та розробки програмного забезпечення.

Наукові положення, очікувані наукові результати:

- 1) сформований аналіз традиційних підходів до створення та перевірки цифрових підписів файлів, а також виявлення їх недоліків;

2) створення оригінального алгоритму цифрового підпису, у якому будуть усунені виявлені недоліки традиційних підходів до створення та перевірки цифрових підписів файлів.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій магістерської роботи обумовлені коректністю поставлених проблем і прийнятих допущень при математичному описі дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у проведенні аналізу та виявленні недоліків традиційних алгоритмів аналізу вихідних даних гірничих підйомних машин, а також у розробці оригінального алгоритму дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробленні програмного забезпечення, що реалізує оригінальний алгоритм дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів.

Зв'язок роботи із державними програмами, планами науково-дослідних робіт. Результати дипломної роботи можуть бути використані відповідними службами на підприємствах та більш детального дослідження вихідних характеристик, таких як струм АТК, швидкість АЗКЦ роботи двигуна та ЕРС ротора. Також дане ПЗ може бути використане в навчанні. Наприклад в технікумах та університетах під час вивчення предметів пов'язаних з електромеханікою.

Особливий вклад магістра полягає у:

- 1) виборі методів досліджень та технологій реалізації;
- 2) розробці теоретичної частини роботи, у якій досліджені та систематизовані знання про математичний та статистичний аналіз вихідних даних гірничих підйомних машин;

3) створенні оригінального алгоритму дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів;

4) створенні програмного забезпечення, що реалізує оригінальний алгоритм дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів;

5) оцінці отриманих результатів.

Структура і об'єм роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів та висновків, містить 122 сторінки друкованого тексту, у тому числі 113 сторінок тексту основної частини з 13 рисунками, 23 формулами, список використаних джерел з 45 найменуваннями на 4 сторінках, 4 додатка на 5 сторінках.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ «ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ МОМЕНТНИХ ФУНКЦІЙ СУПУТНИХ СИГНАЛІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНІВ ГІРНИЧИХ ПІДЙОМНИХ КОМПЛЕКСІВ»

1.1. Опис предметної області

Підйомні машини з двома циліндричними барабанами застосовуються для одношарової і двошарової навивки каната на двоскіпових і двухклетевих підйомах, а також для одно судинних підйомів з противагою.

Відмінною особливістю цих машин типу МПБ є розташування гальма всередині барабана. Це дозволяє повністю використовувати зовнішню циліндричну поверхню барабана під навивку каната (збільшує канатоємність при заданих розмірах барабана і зменшує його габарити при заданій канатоємності).

Машини дозволяють піднімати вантаж з декількох горизонтів, відстань між якими визначається канатоємністю одного барабана.

Для швидкого регулювання довжини канатів при їх витяжці або обрубання на випробуваннях і для швидкої зміни горизонтів, один барабан - заклинений, з'єднується з валом за допомогою болтових з'єднань, а інший пересувний – за допомогою пружинно-пневматичного розчіплювальних пристроїв зубчатого типу.

Нижній канат, закріплений на заклиненому барабані і верхній канат, закріплений на пересувним барабані, навивається в межах свого барабана.

Машини можуть мати праве або ліве розташування приводу, але в обох випадках правий канат повинен бути верхнім, а лівий - нижнім.

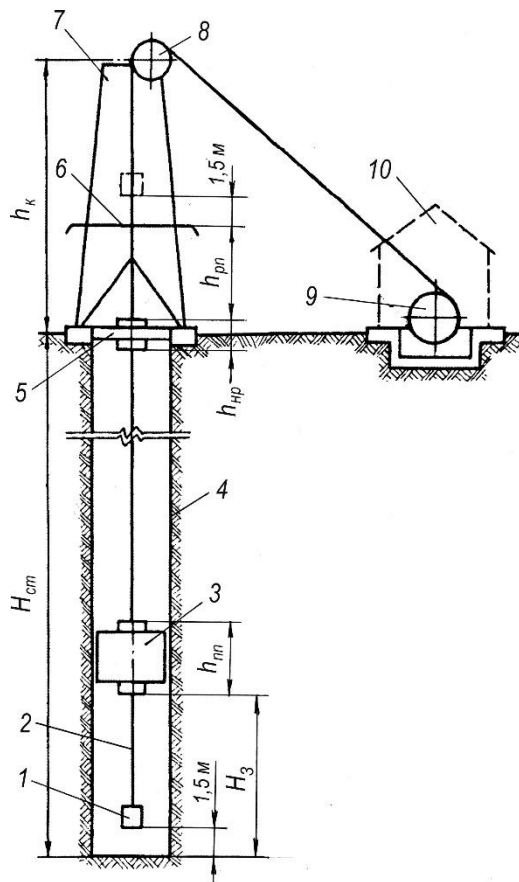
Підйомні машини типу 2Ц можуть комплектуватися радіально колодковими гальмами з зовнішнім розташуванням або дисковими гальмами.

Підйомні машини типу МПБ комплектуються радіально колодковими гальмами з внутрішнім розташуванням.

1.1.1. Розрахункова схема підйомної установки

Вихідні дані для розрахунку:

1. Глибина шахтного стовбура - $H_{ст} = 720$ м.
2. Продуктивність підйомної установки - $Q_{ч} = 25$ м³ /ч.
3. Тип підйомної установки – одно баддєва.
4. Призначення - для підйому людей, матеріалів і гірської маси.
5. Технологічна схема будівництва шахтного стовбура - поєднана з використанням прохідницького комплексу КС-2У.
6. Додаткові дані: висота розташування розвантажувального полку на поверхні - $h_p = 8$ м; висота отвору в нульовій рамі - $h_{нр} = 4$ м; висота отвору в підвісному прохідницькому полиці - $h_{пп} = 6$ м; максимальне видалення прохідницького полку від забою - $H_3 = 10,5$ м



- 1 - прохідницька баддєа;
- 2 - підйомний (головний) канат;
- 3 - прохідницька підвісна полиця;
- 4 - шахтний ствол;
- 5 - нульова рама;
- 6 - розвантажувальний майданчик;
- 7 - прохідницький Копер;
- 8 - направляючий шків;
- 9 - підйомна машина;
- 10 - будівля підйомної машини.

Рис. 1.1. Схема шахти та шахтної підйомної машини

Розрахунок і вибір підйомної посудини

Повна висота підйому бадді

$$H = H_{CT} + h_p = 720 + 8 \text{ м,}$$

Оптимальна величина максимальної швидкості підйому судини

$$v_{MO} = b_v \sqrt{H} = 0,25 \sqrt{728} = 6,75 \text{ м/с,}$$

де $b_v = 0,2 \div 0,25$ - коефіцієнт оптимальної оптимального значення максимальної швидкості для прохідницьких баддевих установок.

Розрахункова тривалість підйому бадді

$$T_p = \frac{H - H_{II}}{v_{MO}} + \frac{(v_{MO} - v_{II})^2}{a_o v_{MO}} + T_{II} = \frac{728 - 26,5}{6,75} + \frac{(6,75 - 1)^2}{0,6 \cdot 6,75} = 142,1 \text{ с,}$$

де $H_{II} = 26,5$ м це висота підйому бадді зі зниженою швидкістю в забої і в межах отворів в прохідницькому обладнанні, м; $v_{II} = 1$ м / с це допустима швидкість руху цебра через отвори в прохідницьких полицях при підйомі гірської маси; $a_o = 0,6$ м / с² це допустимий прискорення при русі бадді на основній ділянці шахтного стовбура поза прохідницького обладнання; $T_{II} = 30$ с це тривалість підйому зі зниженою швидкістю при однобаддевом підйомі, с.

Тривалість циклу підйому

$$T_{II} = 2(T_p + \theta) = 2(142,1 + 80) = 444,2 \text{ с,}$$

де $\theta = 70 \div 90$ с — тривалість паузи для вантажно-розвантажувальних операцій при однобаддевом підйомі.

Розрахункова місткість бадді

$$V_{6p} = Q_{II} \frac{T_{II}}{3600} \cdot \frac{k_H}{k_3} = 25 \frac{442,2}{3600} \cdot \frac{1,15}{0,9} = 3,92 \text{ м}^3 ,$$

де $k_H = 1,15$ и $k_3 = 0,9$ — коефіцієнти відповідно нерівномірності роботи підйомної установки і заповнення бадді породою.

Приймається вибір баддя марки БПС-4: місткість бадді - $V_6 = 4$ м³:

маса вантажу в бадді (не більше) - $Q_{гр} = 7,4$ т; маса бадді $Q_б = 1,28$ т; маса направляючої рамки - $m_{нр} = 0,65$ т; маса причіпного пристрою $m_{пу} = 0,18$ т; зовнішній діаметр корпусу бадді - $D_{кб} = 1,6$ м.

Розрахунок і вибір підйомних канатів

Маса кінцевого вантажу на головному канаті

$$Q_0 = V_б \rho_T + Q_б = T_{нр} + T_{пу} = 4 \cdot 1850 \cdot 10^{-3} + 1,28 + 0,65 + 0,18 = 9,51 \text{ т,}$$

де $\rho_T = 1800 \div 2000$ кг/м³ — щільність розпушеному гірської маси в бадді.

Максимальна довжина схилу каната

$$H_0 = H_{ст} + h_k = 720 + 20,5 = 740,5 \text{ м,}$$

де $h_k = 20,5$ м — висота прохідницького копра до підшківного майданчики.

Розрахункова лінійна маса каната.

$$p_p = \frac{m' \rho_0 g}{\sigma_b} \cdot Q_0 = \frac{10 \cdot 9500 \cdot 9,81}{16 \cdot 10^8} 9,51 \cdot 10^3 = 5,56 \text{ кг/м,}$$

де $m' = 10$ запас міцності по кінцевій статичному навантаженні на канати для вантажно-людських одно канатних підйомних установок; $\rho_0 = 9000 \div 10000$ кг/м³ — умовна щільність каната; $\sigma_b = (14 \dots 19) \cdot 10^8$ Па — тимчасовий опір розриву дротів каната.

Вибір головних канатів приймається дротяний багатопасмовий канат подвійного звивання типу ЛК-Р за ГОСТ 3088-80: лінійна маса канатів — $p = 6,335$ кг/м; діаметр канатів — $d_k = 38,5$ мм; сумарне розривне зусилля дротів каната для маркувальної групи з тимчасового опору розриву 1570 МПа — $F_{сп} = 1010$ кН.

Перевірочний розрахунок фактичного запасу міцності каната:

а) по кільцевій статичнім навантаженні -

$$m'_ф = \frac{F_{сп}}{g Q_0} = \frac{1010}{9,81 \cdot 9,51} = 10,8 > m' = 10;$$

б) по повній статичнім навантаженні —

$$m_{\phi} = \frac{F_{\text{сп}}}{g(Q_0 + pH_0)} = \frac{1010 \cdot 10^3}{9,81(9,51 \cdot 10^3 + 6,335 \cdot 740,5)} = 7,25 > m = 5,$$

де $m = 5$ — допустимий запас міцності канатів глибоких шахт по повній статичній навантаженні для вантажно-людських установок.

1.1.2. Розрахунок і вибір підйомної машини

Розрахунковий діаметр канатопровідного органу

$$D_{\text{но}} = k_D \cdot d_k = 60 \cdot 38,5 = 2310 \text{ мм} = 2,31 \text{ м},$$

де $k_D = 60$ — коефіцієнт співвідношення між діаметрами барабана і каната для прохідницьких підйомних установок.

Максимальна статичний натяг каната

$$S_{\text{max}} = g(Q_0 + pH_0) = 9,81(9,51 \cdot 10^3 + 6,335 \cdot 740,5) \cdot 10^{-3} = 139,3 \text{ кН}.$$

Максимальна статичне зусилля підйомної системи

$$F_{\text{max}} = S_{\text{max}} = 139,3 \text{ кН}.$$

Попередній вибір підйомної машини приймається підйомна машина марки Ц-3 × 2,2: діаметр барабана - $D_{\text{б}} = 3$ м; ширина барабана - $B = 2,2$ м; допустиме статичне натяг каната - $S_{\text{д}} = 140$ кН; допустиме статичне зусилля - $F_{\text{д}} = 140$ кН; передавальні відносини редукторів $i_p = 11,5, 20$ та 30 ; допустиме значення лінійної швидкості на поверхні барабана $v_{\text{д}} = 8$ м/с; приведена маса барабана - $m_{\text{Mi}} = 12,6$ т.

Перевірочний розрахунок ширини заклиненому частини барабана

$$B_p = \left(\frac{H + l_p}{\pi D_{\text{б}}} + z_{\text{тр}} \right) \cdot \frac{d_k + \varepsilon}{n_{\text{сл}}} \leq B,$$

де $l_p = 30 \div 40$ м — резерв довжини каната для компенсації його укорочення при відборі проб на випробування; $z_{\text{тр}} = 5,5$ — кількість витків тертя для барабанів з нефутерованою поверхнею; $\varepsilon = 2 \div 5$ мм — величина зазору між витками; $n_{\text{сл}} = 3$ — допустима кількість шарів навивки каната на барабан для прохідницьких підйомних установок.

$$B_p = \left(\frac{728 + 35}{3,14 \cdot 3} + 5,5 \right) \frac{38,5 + 3}{3} 10^{-3} = 1,2 \text{ м}.$$

Так як $B_p = 1,2 \text{ м} < B = 2,2 \text{ м}$, підйомна машина Ц-3×2,2 вибирається остаточно.

Вибір напрямних шківів відповідно до діаметра застосованого барабана обраної підйомної машини ($D_6 = D_{\text{шк}}$) приймається шків марки ШК-3: діаметр направляючого шківа— $D_{\text{шк}} = 2,96 \text{ м}$; момент інерції шківа щодо власної осі обертання — $J_{\text{шк}} = 2,45 \text{ т}\cdot\text{м}^2$.

1.1.3. Попередній вибір приводу підйомної системи

Уточнення розрахункових параметрів циклу підйому:

а) тривалість циклу підйому:

$$T_{\text{ц}} = 3600 \frac{V_6 \cdot k_3}{Q_{\text{ч}} \cdot k_{\text{н}}} = 3600 \frac{4 \cdot 0,9}{25 \cdot 1,15} = 450,8 \text{ с};$$

б) Тривалість підйому судини:

$$T = 0,5 T_{\text{ц}} - \theta = 0,5 \cdot 450,8 - 80 = 145,4 \text{ с}.$$

Тривалість підйому судини на основній ділянці траси

$$T_1 = T - T_{\text{п}} = 145,4 - 30 = 115,4 \text{ с}.$$

Умовна висота підйому на основній ділянці траси

$$H_1 = H - H_{\text{п}} - v_{\text{п}} T_1 = 728 - 26,5 - 1 \cdot 115,4 = 586,1 \text{ м}.$$

Константа кінематичного режиму підйомної системи

$$E_{\lambda 1} = \frac{T_1^2 a_0}{2H_1} = \frac{115,4^2 \cdot 0,6}{2 \cdot 586,1} = 6,82,$$

де $a_0 = 0,6 \text{ м/с}^2$ — допустима величина прискорень на основній ділянці траси підйому поза прохідницьким обладнання.

Умовна ступінь неповноти діаграми швидкості на основній ділянці траси підйому

$$\lambda_1 = E_{\lambda 1} - \sqrt{E_{\lambda 1}^2 - 2 E_{\lambda 1}} = 6,82 - \sqrt{6,82^2 - 2 \cdot 6,82} = 1,087.$$

Розрахункова величина максимальної швидкості підйому

$$v_{\text{мр}} = v_{\text{п}} + \lambda_1 \frac{H_1}{T_1} = 1 + 1,087 \frac{586,1}{115,4} = 6,52 \text{ м/с.}$$

Розрахункова частота обертання двигуна при різних передавальних відносинах редукторів для обраної підйомної машини

$$n_i = \frac{60 v_{\text{мр}}}{\pi D_6} \cdot i_p = \frac{60 \cdot 6,52}{3,14 \cdot 3} i_p = 41,53 i_p.$$

Результати обчислень: $i_p = 11,5 \Rightarrow n = 477,6 \text{ хв}^{-1}$;

$$i_p = 20 \Rightarrow n = 830,6 \text{ хв}^{-1};$$

$$i_p = 30 \Rightarrow n = 1246 \text{ хв}^{-1}.$$

Вибір синхронної частоти обертання двигуна виробляються з орієнтацією стандартний ряд ($n_c = 250, 300, 375, 500, 600, 750, 1000$ и 1500 мин^{-1}) з умови $n_i < n_c$ таким чином, щоб різниця між n_c та n_i була мінімальною. При цьому необхідно мати невеликий (2%) запас, так як справжня частота обертання ротора двигуна менше синхронної частоти обертання магнітного поля статора на величину ковзання.

Приймаємо $n_c = 500 \text{ хв}^{-1}$ та $i_p = 11,5$.

Максимальний статичний крутний момент на валу підйомної машини

$$M_{\text{ст}} = F_{\text{max}} D_6 / 2 = 139,3 \cdot 3 / 2 = 209 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Вибір редуктора підйомної машини за умови $M_{\text{сд}} \geq M_{\text{ст}}$, де $M_{\text{сд}}$ — дозволений статичний момент на тихохідному валу редуктора, приймається редуктор марки ЦДН-150: $M_{\text{сд}} = 200 \text{ кН}\cdot\text{м}$ (різниця між МСД і МСТ не перевищує 5%, що вважається допустимим); момент інерції зубчастої передачі редуктора щодо тихохідного вала — $J_{\text{зп}} = 5,6 \text{ т}\cdot\text{м}^2$; допустима частота обертання швидкохідного вала — $n_{\text{д}} = 600 \text{ мин}^{-1}$; коефіцієнт корисної дії редуктора $\eta_p = 0,96$.

Розрахункова потужність підйомного двигуна

$$N_p = 10^{-3} \rho V_6 \rho_{\text{т}} g \frac{H}{T} = 10^{-3} \cdot 1,65 \cdot 4 \cdot 1850 \cdot 9,81 \frac{728}{145,4} = 599,7 \text{ кВт,}$$

де $\rho = 1,65$ — характеристика динамічного режиму підйомної системи, чисельне значення якої приймається відповідно до даних.

Попередній вибір підйомного двигуна відповідно до розрахункових значень $n_c = 500 \text{ мин}^{-1}$ и $N_p = 599,7 \text{ кВт}$ приймається двигун марки АКН2-16-48-12: потужність двигуна — $N = 630 \text{ кВт}$; частота обертання ротора — $n = 490 \text{ мин}^{-1}$; ККД двигуна — $\eta_{дв} = 0,94$; максимальна перевантажувальна здатність $\gamma_{\max} = 2,3$; момент інерції ротора щодо власної осі обертання — $J_{\text{рот}} = 0,225 \text{ т/м}^2$

Кінематичний режим підйомної системи

Діаграми швидкості і прискорень підйомної системи стосовно суміщеної схемою будівництва шахтного стовбура відповідає прискоренню завантаженої бадді в забої; 2 – рівномірному підйому в забої і через отвір в прохідницькій полиці; 3, 4 і 5 - відповідно прискорення, рівномірному руху і уповільнення на основній ділянці траси підйому; 6 - рівномірному руху через отвір в нульовий рамі і на поверхні; 7 - останову бадді над розвантажувальної майданчиком перед маневровими операціями.

Максимальна швидкість підйому судини при номінальній частоті обертання електродвигуна

$$v_{\max} = \frac{\pi D_6 n}{60 i_p} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 490}{60 \cdot 11,5} = 6,9 \text{ м/с.}$$

Висота підйому судини в межах прохідницького обладнання:

а) в забої і через отвір в прохідницькому полиці

$$h_{1-2} = H_3 + h_{\text{шп}} - 1,5 = 10,5 + 6 - 1,5 = 15 \text{ м;}$$

б) через отвір в нульовий рамі і на поверхні

$$h_{6-7} = 0,5 h_{\text{нр}} + h_p + 1,5 = 0,5 \cdot 4 + 8 + 1,5 = 11,5 \text{ м;}$$

с) на основній ділянці траси підйому

$$h_{3-5} = H - h_{1-2} - h_{6-7} = 728 - 15 - 11,5 = 701,5 \text{ м.}$$

Розрахунок семиперіодної діаграми швидкості:

а) тривалості періодів і лінійні переміщення бадді при прискореному і уповільненому рухах

$$t_1 = t_7 = v_{\Pi} / a_{\Pi} = 1 / 0,3 = 3,3 \text{ с}; \quad h_1 = h_7 = v_{\Pi}^2 / (2a_{\Pi}) = 1^2 / (2 \cdot 0,3) = 1,7 \text{ м};$$

$$t_3 = t_5 = (v_{\max} - v_{\Pi}) / a_0 = (6,9 - 1) / 0,6 = 9,8 \text{ с};$$

$$h_3 = h_5 = (v_{\max}^2 - v_{\Pi}^2) / (2a_0) = (6,9^2 - 1^2) / (2 \cdot 0,6) = 38,8 \text{ м};$$

б) тривалості періодів і лінійні переміщення бадді при рівномірних рухах

$$h_2 = h_{1-2} - h_1 = 15 - 1,7 = 13,3 \text{ м}; \quad t_2 = h_2 / v_{\Pi} = 13,3 / 1 = 13,3 \text{ с};$$

$$h_4 = h_{3-5} - h_3 - h_5 = 701,5 - 2 \cdot 38,8 = 623,9 \text{ м};$$

$$t_4 = h_4 / v_{\max} = 623,9 / 6,9 = 90,4 \text{ с};$$

$$h_6 = h_{6-7} - h_7 = 11,5 - 1,7 = 9,8 \text{ м}; \quad t_6 = h_6 / v_{\Pi} = 9,8 / 1 = 9,8 \text{ с},$$

де $v_{\Pi} = 1 \text{ м/с}$ та $a_{\Pi} = 0,3 \text{ м/с}^2$ — відповідно швидкість і прискорення підйомної системи при русі бадді в забої в межах прохідницького обладнання;

$a_0 = 0,6 \text{ м/с}^2$ — прискорення при переміщенні бадді на основній ділянці траси.

1.1.4. Розрахунок діаграми рухомих зусиль

Наведена маса підйомної системи

$$m_i = Q_0 + pL_{\text{ГК}} + m_{\text{Мі}} + \frac{4J_{\text{шк}}}{D_{\text{шк}}^2} + \frac{4J_{\text{зп}}}{D_{\text{шт}}^2} + \frac{4J_{\text{рот}}}{D_{\text{шт}}^2} i_p^2,$$

де $L_{\text{ГК}}$ — довжина головного каната:

$$L_{\text{ГК}} = H_0 + L_s + l_p + z_{\text{тр}} \pi D_6 = 740,5 + 60 + 35 + 5,5 \cdot 3,14 \cdot 3 = 887,3 \text{ м};$$

$L_s = 60 \div 65 \text{ м}$ — довжина струни каната між барабаном і спрямовуючим шківом.

$$m_i = 9,51 + 6,335 \cdot 887,3 \cdot 10^{-3} + 12,6 + \frac{4 \cdot 2,45}{2,96^2} + \frac{4 \cdot 5,6}{3^2} + \frac{4 \cdot 0,225}{3^2} 11,5^2 = 44,56 \text{ т}.$$

Рівняння для розрахунку діаграми рушійних зусиль

$$F = gQ_0 + g(k-1)V_6\rho_T + gp(H-x_i) \pm m_i a_i,$$

де $k = 1,15$ це вантажний коефіцієнт, що враховує шкідливі опору при канатному підйомі; x_i — висота підйому судини до оскільки він розглядався

моменту часу щодо початку руху; a_i — лінійне прискорення підйомної системи в аналізованому періоді циклу підйому.

Формули для визначення квадратів усереднених за ефектом нагріву рушійних зусиль в межах періодів циклу:

а) період усталеного руху з максимальною швидкістю

$$F_{4cp}^2 = (F_{4н}^2 + F_{4н}F_{4к} + F_{4к}^2) / 3;$$

б) інші періоди (1, 2, 3, 5, 6 і 7) діаграми швидкості

$$F_{icp}^2 = (F_{iн}^2 + F_{iк}^2) / 2,$$

де $F_{iн}$ и $F_{iк}$ — рушійні зусилля відповідно на початку і кінці розглянутих періодів діаграми швидкості.

1.1.5. Уточнення продуктивності установки і потужності приводу

Уточнення тривалості циклу підйому

$$\begin{aligned} T_{ц} &= 2(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + \theta) = \\ &= 2(3,3 + 13,3 + 9,8 + 90,4 + 9,8 + 9,8 + 3,3 + 80) = 439,4 \text{ с.} \end{aligned}$$

Продуктивність підйомної установки

$$Q_u = V_6 \frac{3600}{T_{ц}} \cdot \frac{k_3}{k_n} = 4 \frac{3600}{439,4} \cdot \frac{0,9}{1,15} = 25,65 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Еквівалентна за ефектом охолодження підйомного двигуна тривалість циклу підйому

$$\begin{aligned} T_{эф} &= t_4 + 0,7(t_3 + t_5) + 0,35(t_1 + t_2 + t_6 + t_7) + 0,25 \cdot \theta = \\ &= 90,4 + 0,7(9,8 + 9,8) + 0,35(3,3 + 13,3 + 9,8 + 3,3) + 0,25 \cdot 80 = 134,5 \text{ с.} \end{aligned}$$

Ефективне рушійний зусилля підйомної системи

$$F_{эф} = \sqrt{\frac{\sum F_{icp}^2 t_i}{T_{эф}}} = \sqrt{\frac{230,84 \cdot 10^4}{134,5}} = 131 \text{ кН,}$$

де $\sum F_{icp}^2 t_i$ визначається як сума числових значень останнього стовпчика розрахункової таблиці:

$$\begin{aligned} \sum F_{icp}^2 t_i &= (8,74 + 29,48 + 26,67 + 146,27 + 6,21 + 10,74 + 2,73) \cdot 10^4 = \\ &= 230,84 \cdot 10^4 \text{ кН}^2 \cdot \text{с.} \end{aligned}$$

Потужність підйомного двигуна

а) за допустимим перевантаження –

$$N_H = \frac{F_{\max} v_{\max}}{10^3 \gamma_d \eta_p} = \frac{175210 \cdot 6,9}{10^3 \cdot 1,8 \cdot 0,96} = 699,6 \text{ кВт};$$

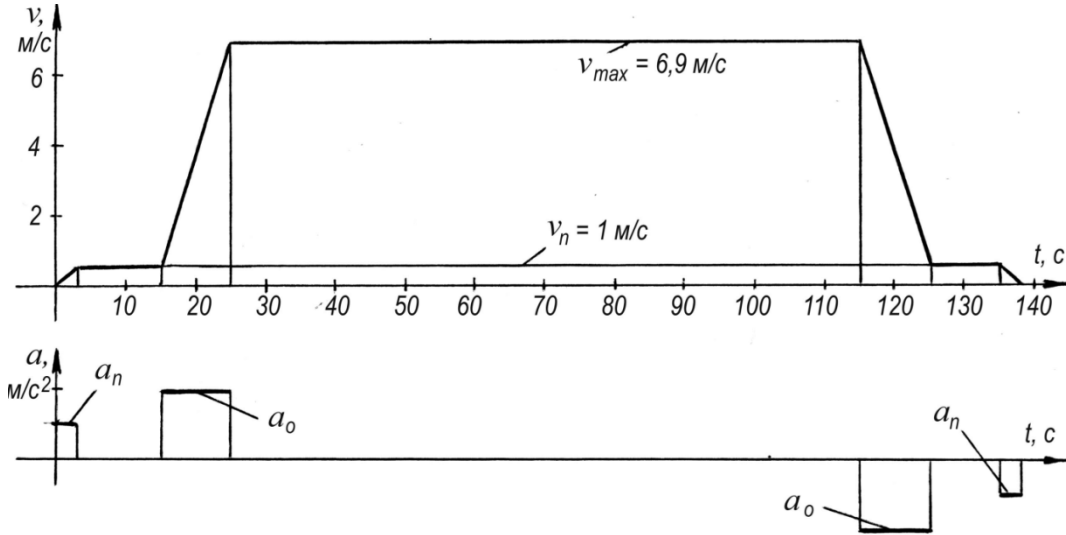


Рис. 1.2. Розрахунок потужності підйомного двигуна за допустимим перевантаження

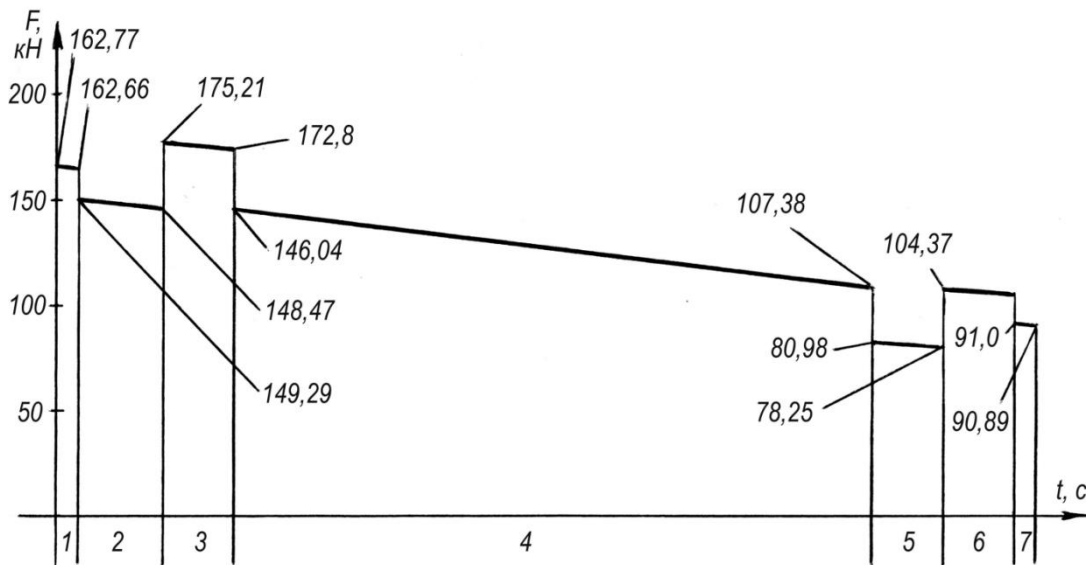


Рис. 1.3. Розрахунок потужності підйомного двигуна за допустимим нагрівом

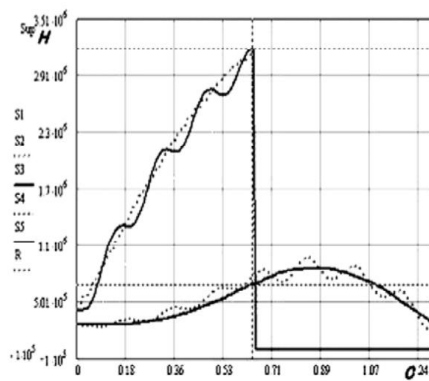
$$N_H = \frac{F_{\text{эф}} v_{\max}}{10^3 \eta_p} = \frac{131000 \cdot 6,9}{10^3 \cdot 0,96} = 941,6 \text{ кВт},$$

де $F_{\max} = 175,21 \cdot 10^3 \text{ Н}$ — максимальне рушійне зусилля підйомної системи.

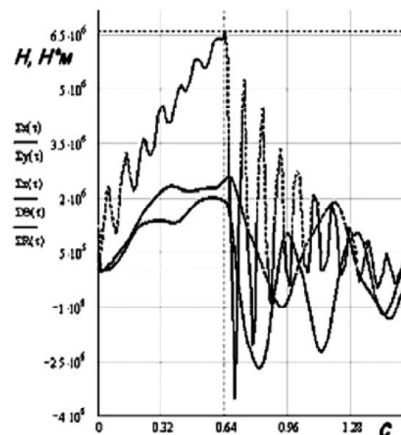
Остаточний вибір підйомного двигуна виробляється за найбільшим значенням потужності з двох розрахункових остаточно приймається асинхронний електродвигун марки АКН2-17-48-12: потужність двигуна — $N = 1000 \text{ кВт}$; частота обертання ротора — $n = 499 \text{ хв}^{-1}$; ККД двигуна — $\eta_{\text{дв}} = 0,95$; максимальна перевантажувальна здатність $\gamma_{\max} = 2,3$; момент інерції ротора щодо власної осі обертання — $J_{\text{рот}} = 0,47 \text{ т}\cdot\text{м}^2$.

1.1.6. Аварійні ситуації які виникають у системах шахтного підйому

- Прослизання /розрив троса або його кріплення трапляється найчастіше через людську халатність: якщо при проектуванні було допущено помилку у розрахунках навантаженні, або навмисне знехтування розрахунками і у підйомну судину було завантажено більше ніж було спроектовано, або при виробництві допустили дефект.
- Деформація стовбуру шахти сприяє техногенні зсуви і переміщення гірського масиву (технологічний фактор).
- Витяжка канатів – розтягування (деформація) каната при перевантаженнях.
- Вихід з ладу вимірювача швидкості.



а)



б)

Рис. 1.4. Результати математичного моделювання заземлення судини при підйомі в шахтному стовбурі: а) зусилля в підйомних канатах; б) особливе навантаження з урахуванням сил інерції (головний вектор).

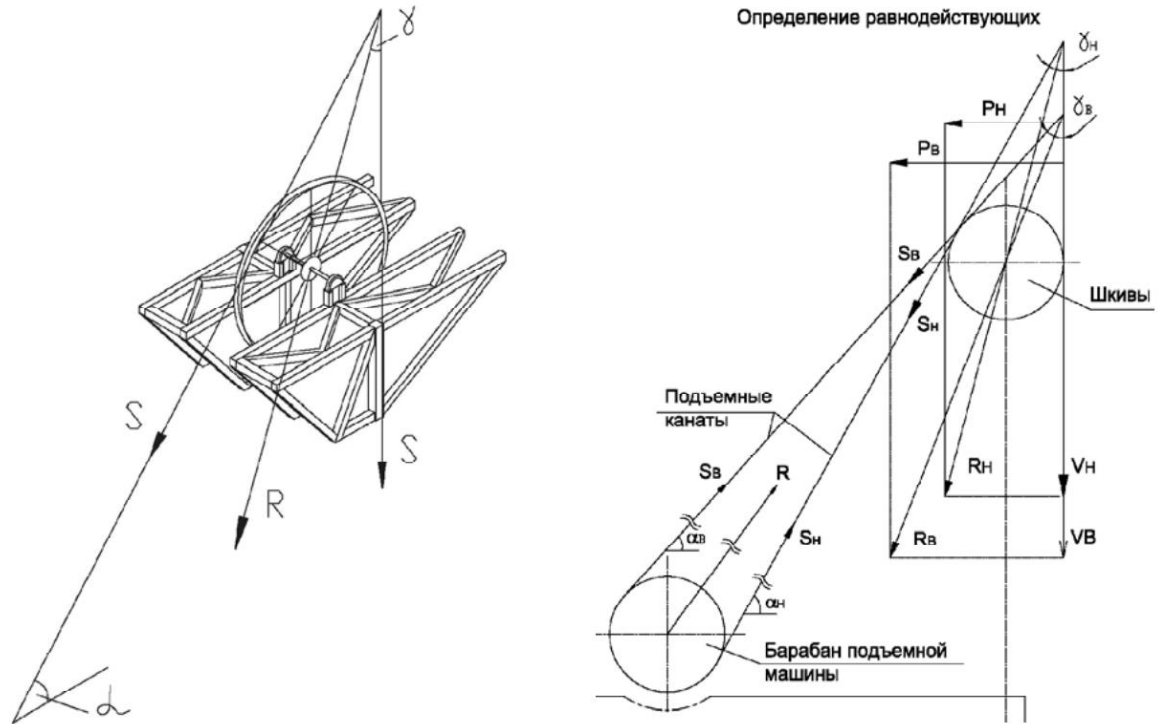


Рис. 1.5. Схема передачі навантажень від підйомних канатів на конструкції копрів.

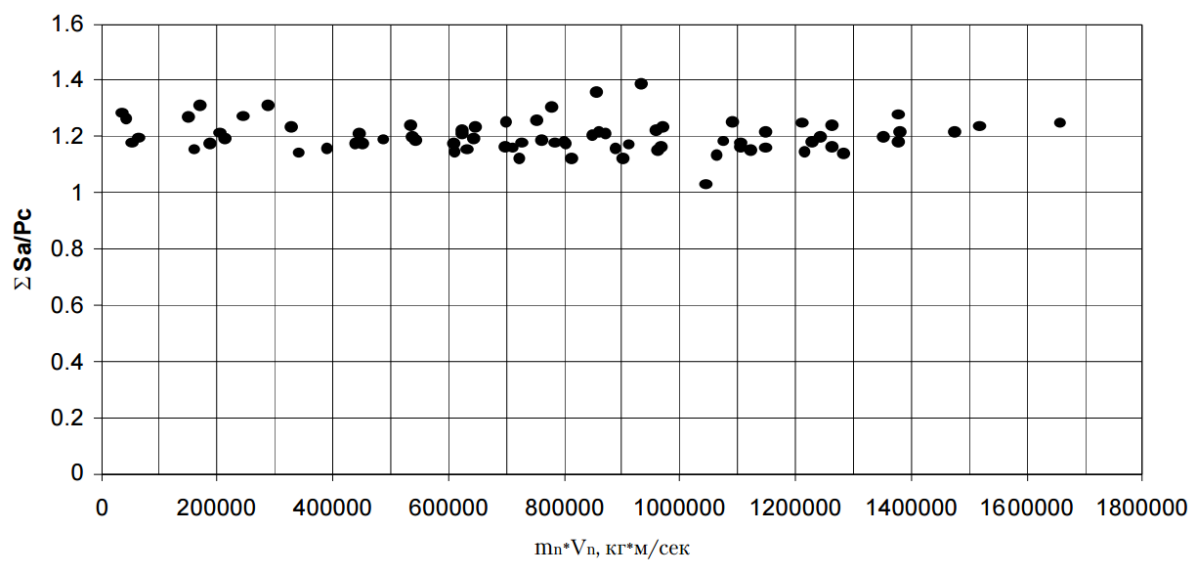


Рис. 1.6. Залежність відносних значень екстремальних амплітуд сумарного натягу гілок підйомних канатів від кількості руху наведеної маси рухомих частин підйомної машини при затисканні підйому судини

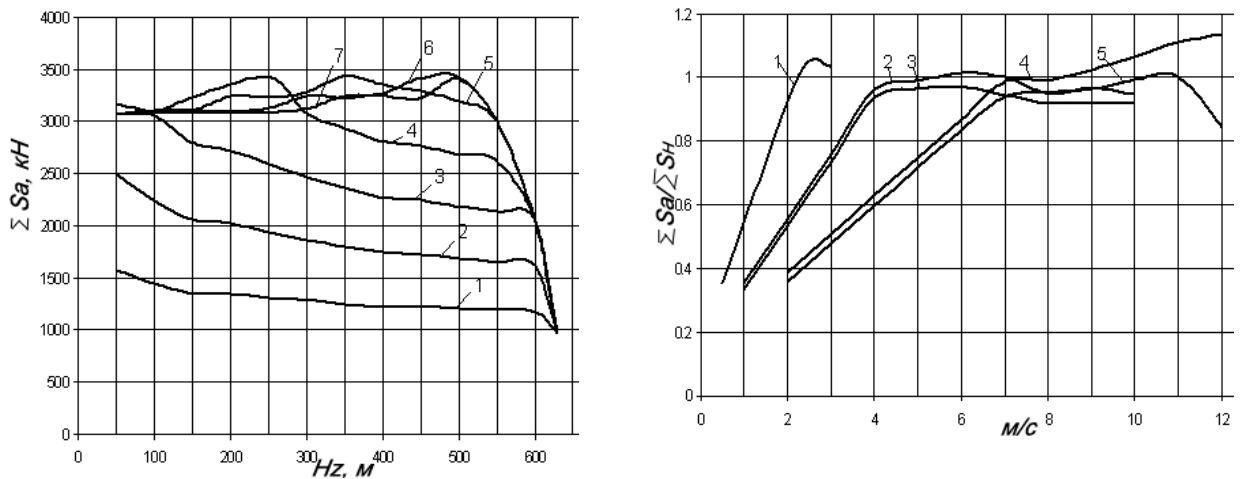


Рис. 1.7. Характерні залежності екстремальних значень амплітуд сумарних зусиль від швидкості руху і положення аварії по висоті підйому.

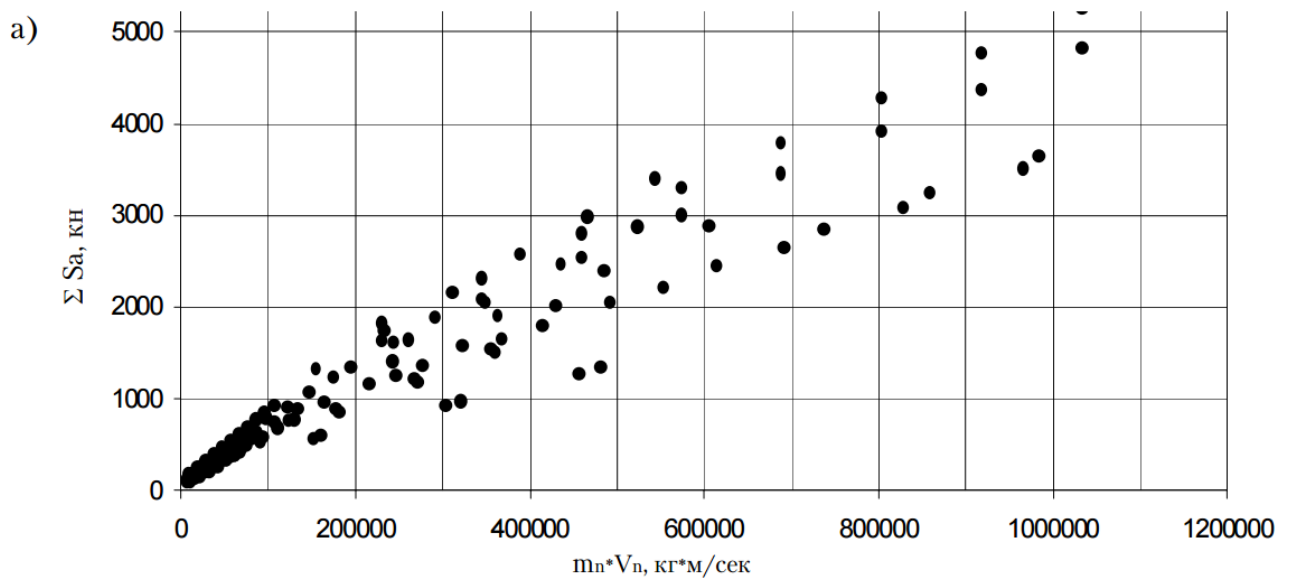


Рис. 1.8. Екстремальні значення амплітуди сумарних зусиль в гілках підйомного каната залежно від імпульсу кількості руху підйомної установки: розрив підйомного каната неможливий

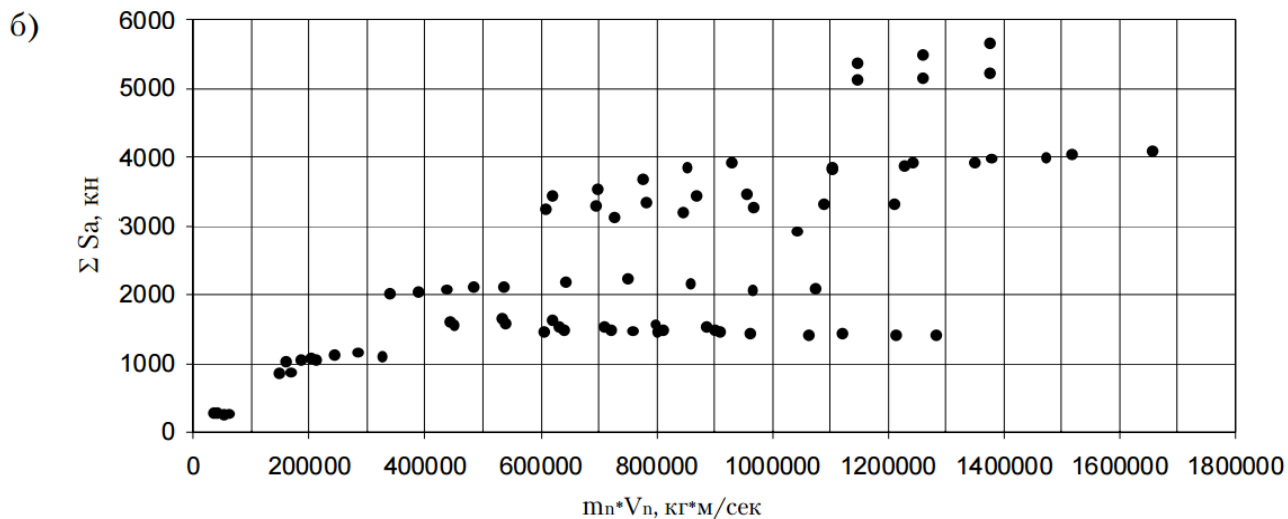


Рис. 1.9. Екстремальні значення амплітуд сумарних зусиль в гілках підйомного каната залежно від імпульсу кількості руху підйомної установки: розрив підйомного каната можливий.

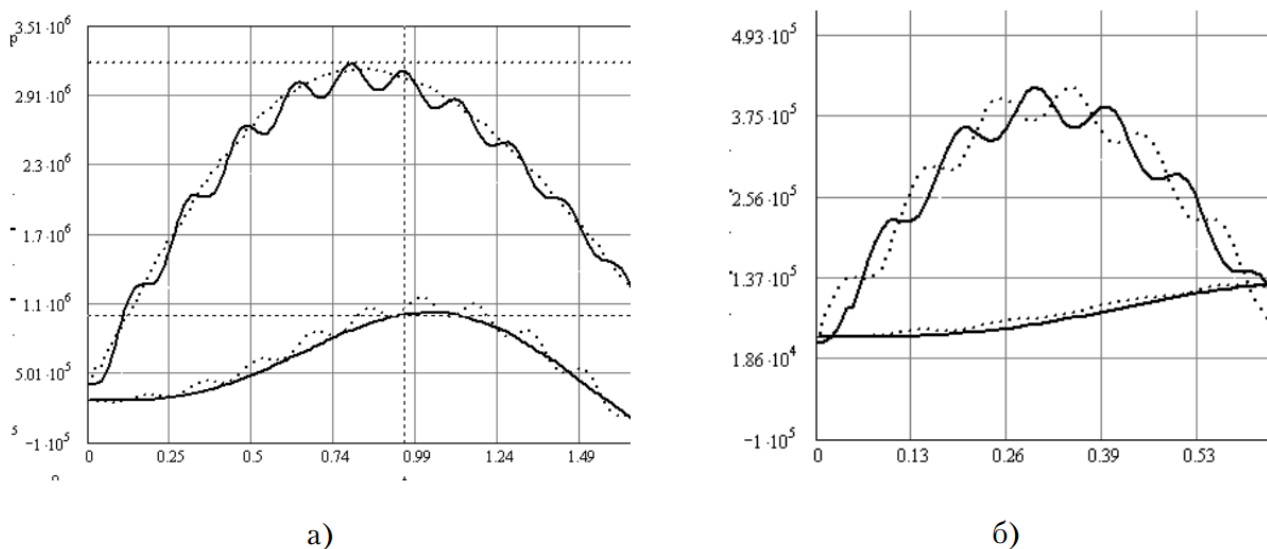
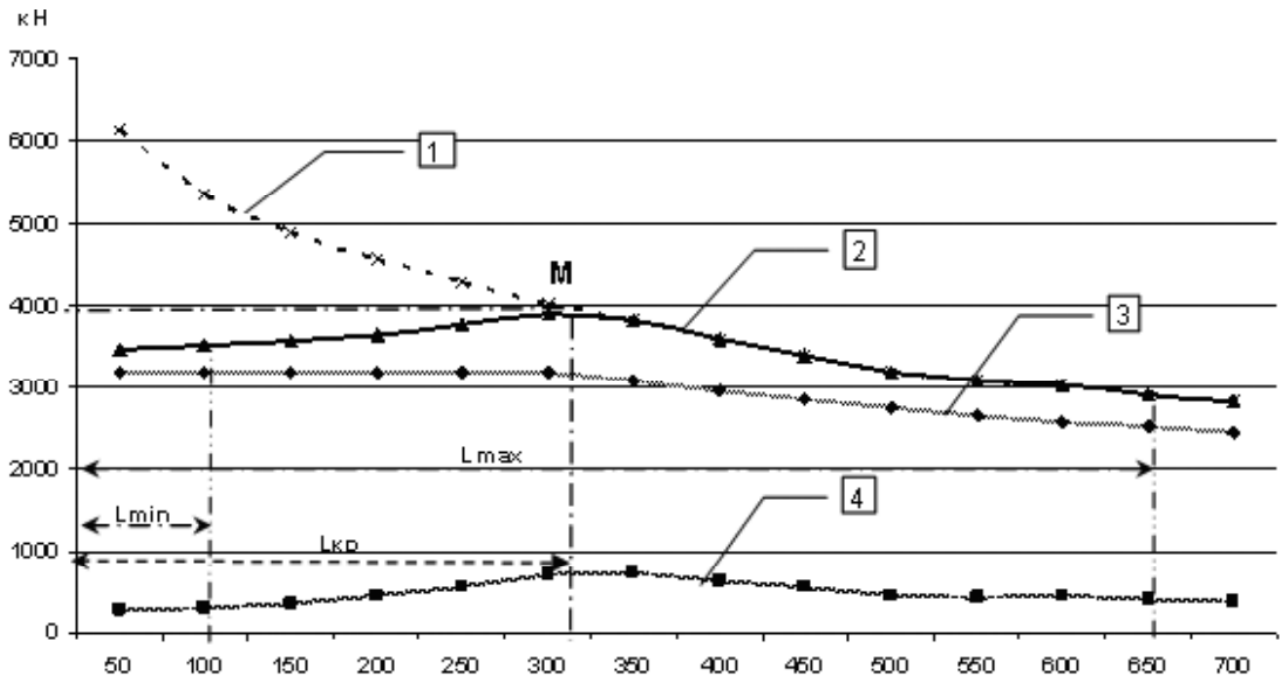


Рис. 1.10. Основні види сполучень імпульсивних зусиль екстремальних особливих навантажень при затисканні підйомної судини: а) механічні системи першого виду (розрив підйомного каната можливий); б) механічні етичні системи другого виду (розрив підйомного каната неможливий).



M - довжина затисненої гілки, м

Рис.1.11.Залежність значення амплітуди сумарного зусилля в гілках підйомного каната від довжини затисненої гілки при фіксованій швидкості підйому. M це графічне рішенням наступного рівняння:

$$S_{1ст} + S_{1д} \left(\frac{T_1}{4} \right) + S_{2ст} + S_{2д} \left(\frac{T_1}{4} \right) = P_c + S_{2д} \left(\frac{T_1}{4} \right)$$

де $S_{1ст}$, $S_{2ст}$ - значення статичних зусиль в затисненої і суміжній гілках, Н;

$S_{1д} \left(\frac{T_1}{4} \right)$, $S_{2д} \left(\frac{T_1}{4} \right)$ - значення динамічних зусиль в затисненої і суміжній галузі в момент часу, рівний чверті періоду тони механічної системи підйомної машини, Н;

T_1 - період тони механічної системи підйомної машини, с;

P_c - розривне зусилля підйомного каната, Н.

У класичних роботах по динаміці шахтного каната різні види аварій на шахтних підйомних установках моделюються раптовим додатком швидкості до маси посудини, в цьому випадку амплітуда динамічного зусилля в підйомному канаті визначається осьової жорсткістю і лінійної щільністю каната і швидкістю:

$$P_{дин} = kV\sqrt{\rho A},$$

де, $P_{дин}$ - амплітуда динамічного зусилля в підйомному канаті, Н;

k - коефіцієнт, що залежить від ставлення маси каната до маси посудини;

V - номінальна швидкість підйому, м/с;

c - лінійна щільність каната, кг/м;

A - поздовжня жорсткість каната, Н/м.

Для випадку зависання скіпа в розвантажувальних кривих, при визначенні зусилля біля направляючого шківа, коефіцієнт $k = 3$. Після підстановки в попередню формулу в якості граничної амплітуди зусилля сумарного розривного зусилля каната і після перетворення отримуємо формулу для визначення критичної швидкості при зависанні:

$$V_{кр} = \frac{P_c}{3\sqrt{cE_k F_k L}}.$$

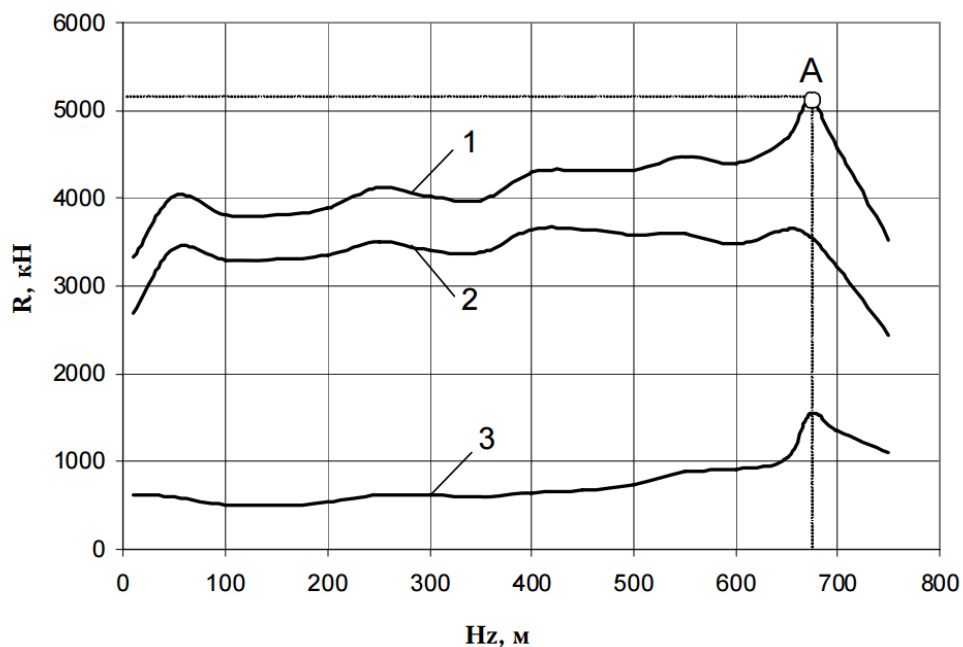


Рис.1.12. Зміна амплітуд рівнодействующих зусиль натягу гілок підйомного каната залежно від положення аварії в шахтному стовбурі: 1 сумарне значення зусиль; 2 затисненої гілки; 3 суміжній гілки.

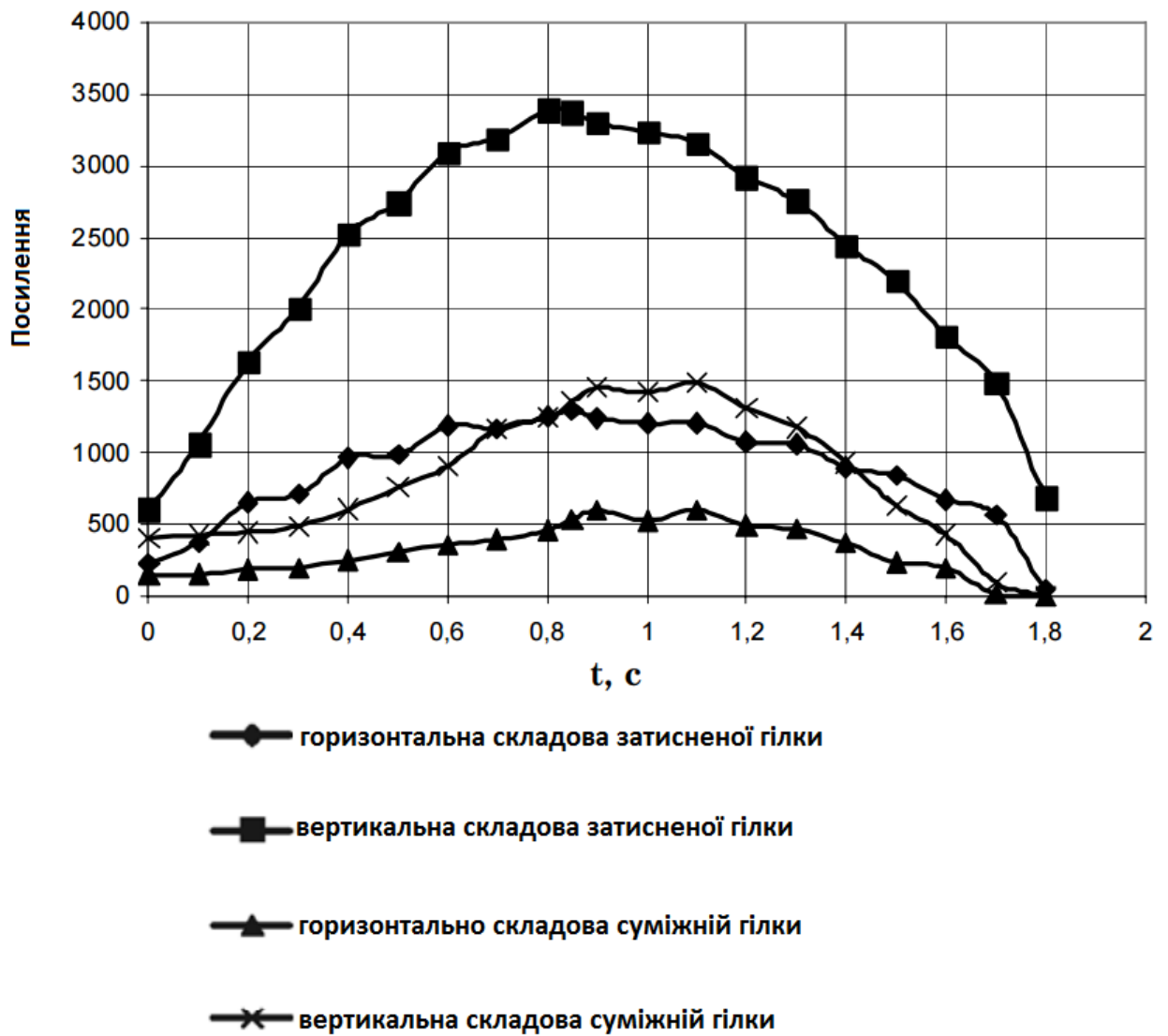


Рис.1.13. Імпульси, що діють на опорні підшипники напрямних шківів, які відповідають екстремальному навантаженні від защемлення піднімається судини.

1.2. Опис математичного апарату

Усі гірничі виробничі об'єкти, а ГЕМК в особливій мері, реально є багатозв'язаними, багатомірними, динамічними, стохастичними, нелінійними та нестационарними системами, які характеризуються множиною основних властивостей, що істотно ускладнюють процес їх ідентифікації та керування. Але слід сказати, що вектор властивостей, для будь-якого об'єкта керування, загалом, не обмежений, і поняття “основні властивості” є відносним. Тому синтез автоматизованих систем ідентифікації і керування зазначеними об'єктами обумовлює необхідність обробки великих інформаційних масивів векторів вхідних і вихідних змінних, що характеризують їх технологічний і технічний стан. Максимально можлива на даний момент інформація необхідна для створення максимально достовірної ідентифікованої моделі, яка адекватна розглядаємому ГЕМК. На базі цієї моделі можна побудувати оптимальну, за заданим критерієм, автоматизовану систему ідентифікації і керування. Доцільно використати при цьому загальні принципи побудови і прикладну теорію адаптивних систем керування, заснованих на сполученні процедур оптимального оцінювання параметрів (ідентифікації) та стану (фільтрації) керуемого ТП з процедурою оптимального керування із використанням прогнозуючої моделі. Необхідна для вирішення такої задачі інформація складається з апіорної і оперативної (апостеріорної). Апіорна інформація про ГЕМК, їх вхідні, вихідні змінні і змінні стану, потрібна для створення попередньої, базової ідентифікованої моделі ГЕМК, за якою буде створюватися остаточна результуюча АСК ТП. Тут визначаються структура (конструкція і композиція) та початкові параметри автоматизованої системи, критерії і методи ідентифікації і керування. Однак на практиці найчастіше апіорна інформація або відсутня, або вкрай обмежена. Це найбільш характерно для вперше розроблювальних, і відповідно найбільш перспективних ГЕМК. Отже, обмеженістю характеризується апіорне інформаційне забезпечення моделі кожного нового ГЕМК, а одержати апіорну інформацію з відомих інформаційних блоків складових елементів технологічних

процесів і структур об'єктів важко або неможливо через їх складні та різнохарактерні, багатопараметричні, композиційні та регресійні зв'язки.

Для складних, структурних, довгостроково експлуатуємих і для вперше розроблювальних ГЕМК на основі теоретичних та експериментальних досліджень будуються і використовуються так звані гносеологічні моделі в електромеханічному, механічному, фізичному, хімічному та інших видах. Вони можуть дати широкий різноплановий інформаційний спектр, забезпечивши вибір попередньої структури, інформаційних змінних, способів виділення інформативних параметрів і відкрити інші у край важливі, інформаційно корисні фактори. Однак формалізація переходу від гносеологічних до інформаційних моделей через конструкційну складність ГЕМК ще слабо розроблена і звичайно не дозволяє здійснити прямий перехід.

Реальна багатоплановість та багатозв'язність ГЕМК, як технічно, за елементами внутрішньої структури, так і технологічно обумовлює їх багатомодельність зображення. Воно відображає, в залежності від розглянутих напрямків, або динаміку функціонування, або технологічні, або технічні, або міцнісні характеристики, або економічні взаємодії з навколишніми об'єктами. Причому кожний з цих аспектів може бути забезпечен своєю моделлю. Отже, віртуально існуюча модель ГЕМК декомпонується за напрямками розгляду.

З іншого боку, в залежності від поставленої задачі АСК ТП кілька напрямків можуть агрегуватися в одній моделі. Поточна власна і взаємна інформація з функціонуючих у робочих режимах ГЕМК дозволяє уточнювати діагностичні параметри останніх, що змінюються не тільки від впливу технологічних режимів, але і від часу напрацювання на відмовлення. На базі цієї інформації можуть бути розроблені нові, більш чутливі моделі, що оперативніше більш точно відображають ступені і швидкості змін базових параметрів технологічного і технічного станів ГЕМК. Значить, функціональною метою ідентифікації в АСК ТП є збільшення кількості власної і взаємної інформації для підвищення ступеня адекватності синтезованої діагностичної моделі реального

ГЕМК і зменшення ентропії. Збільшення чутливості і розпізнаємості процесу діагностичної ідентифікації, на основі використання повідомлень з більш високою швидкістю створення та інформаційних каналів з підвищеною пропускнуою здатністю дозволяє реалізувати і функцію раннього виявлення виникнення та розвитку не штатних технологічних і технічних станів.

Процес ідентифікації ГЕМК функціонально може визначатися на двох рівнях. На першому рівні він включає оцінку структури та параметрів моделі, ступені стаціонарності та правомочності представлення розглянутого ГЕМК стаціонарною моделлю, ступеня нелінійності та правомочності її представлення лінійною моделлю, визначення інформативних діагностичних змінних, оцінку адекватності моделі технологічному гірничому устаткуванню. На цьому незалежному рівні використовується весь інформаційний банк моделювання ГЕМК, із залученням класичних алгоритмів і методів. Діагностична ідентифікація на другому рівні ієрархії здійснюється в реальному часі. При цьому уточнюються параметри ідентифікованої моделі ГЕМК, тобто здійснюється їхнє прецизійне доведення, якщо можливо, залучається нова, оперативно вимірювана інформація і використовуються різні рекурентні форми обробки інформації. Сформовані результати оперативно використовуються для представлення миттєвого діагностичного портрета контрольованого ГЕМК, з корекцією заданого критерію керування за технологічним і технічним станом гірничого комплексу.

Означені вище основні функції процесу ідентифікації та керування ГЕМК доцільно реалізувати за допомогою АСК ТП з ідентифікатором в зворотному зв'язку. Сформована базова структурна схема адаптивної автоматизованої системи керування технологічними процесами з ідентифікатором (ААСК ТП) для застосування до ГЕМК має вигляд наведений на рис. 3.1. Застосовані тут два рівні оперативної і стратегічної ідентифікації включають відповідні обчислювальні комплекси з програмним забезпеченням, яке реалізує адаптивні алгоритми розпізнавання та керування за технологічним і технічним станом ГЕМК. АСК ТП такої структури мають ряд важливих переваг, головними серед яких є реалізація на

нижньому рівні оперативної автоматизації процесів та прогнозування для вирішення задач керування диференційовано по рівнях ієрархії у стратегічному або оперативному ідентифікаторах в залежності від виявленого технологічного і технічного стану обраного ГЕМК з забезпеченням процесу раннього розпізнавання

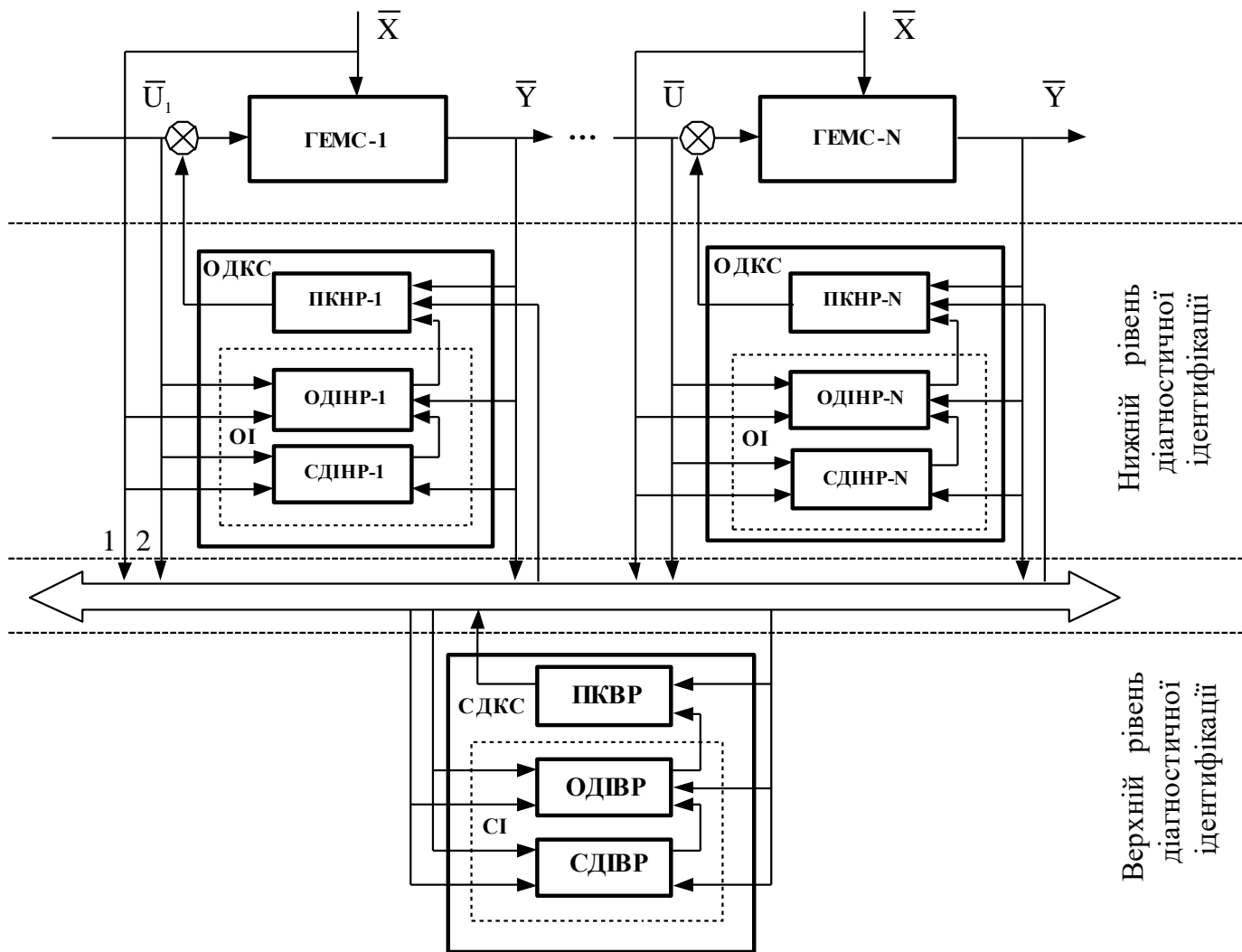


Рис.1.14. Схема дворівневої автоматизованої адаптивної системи діагностування і керування ГЕМК з ідентифікатором

ГЕМК-N – гірничий N-й електромеханічний комплекс;

ОДІНР-N – оперативний N-ий дисперсійний ідентифікатор нижнього рівня;

ПКНР-N – N-ої пристрій керування нижнього рівня;

СДІНР-N – стратегічний N-ий дисперсійний ідентифікатор нижнього рівня;

- ПКВР – пристрій керування верхнього рівня;
- ОДІВР – оперативний дисперсійний ідентифікатор верхнього рівня;
- СДІВР – стратегічний дисперсійний ідентифікатор верхнього рівня;
- ОІ – оперативний ідентифікатор;
- СІ – стратегічний ідентифікатор;
- ОДКС – оперативна діагностуюча і керуюча обчислювальна система

При цьому загальна задача моментної ідентифікації ТП і ГЕМК з синхронним виміром вхідних $u_{i,j,\dots,v}(t)$ і вихідних $y_{i,j,\dots,q}(t)$ змінних відповідно прЕРСтавленої базової структури дворівневої автоматизованої адаптивної системи діагностування і керування ГЕМК з ідентифікатором в АСК ТП складається у визначенні оцінки оператора-зображення $G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*$, щонайкраще (відповідно до заданого критерію) співпадає з істинним оператором-оригіналом $G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}$. Але будь-якому реальному операторові-оригіналові ГЕМК, апріорі – невідомому, можна виставити нескінченну множину операторів-зображень $G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*$, обґрунтованість практичного використання якого-небудь з них обумовлюється використанням критерієм вірогідності і близькості обраного $G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*$ до $G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}$. Обраний критерій відобразить і рівень вивченості розглянутих при моделюванні ТП і ГЕМК, тому що визначить ступінь ідентичності операторів моделі та оригіналу. Для оцінки їх міри близькості часто використовується функція втрат [63], обумовлена в ймовірностно-множинному прЕРСтавленні як математичне очікування різниці вихідних змінних оригіналу $y_{(i,j,\dots,q)}(t)$ і моделі $y_{(i,j,\dots,q)}^*(t)$

$$M_z [z(Y_{t,j,\dots,q}, Y_{t,j,\dots,q}^*)] \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*),$$

або в множинному умовному представленні з врахуванням змінних стану

$$M_Z \{z(Y_{(t,j,\dots,q)}, Y_{(t,j,\dots,q)}^*) | x_{(s,j,\dots,z)}\} \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*)$$

А також дисперсія різниці цих параметрів

$$M_E [E_{(i,j,\dots,q)}(t)]^2 \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*),$$

де величина $[E_{(i,j,\dots,q)}(t)]^2 = (y_{(t,j,\dots,q)} - y_{(t,j,\dots,q)}^*)^2$ є оптимізуючою оцінкою по мінімуму середньоквадратичної похибки абсолютних значень відхилень між ординатами вихідних змінних реальної ГЕМК і сформованої моделі у визначені моменти часу.

У випадку завдання критерію оптимальності через вихідні змінні ТП і ГЕМК $y_{(i,j,\dots,q)}(t)$ і моделі $y_{(i,j,\dots,q)}^*(t)$, оцінка оператора-оригіналу може бути отримана у вигляді множинної умовної моментної характеристики

$$y_{(i,j,\dots,q)}^*(t) = G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^* u_{(i,j,\dots,v)}(s) = M_Y [Y_{(t,j,\dots,q)} | u_{(s,j,\dots,v)}].$$

При цьому критерій оптимальності оцінки адекватності моделі й об'єкта припустимо будувати не тільки безпосередньо на самих значеннях вихідних змінних $y(t)$. З огляду на їх стохастичність, доцільніше використання і інших, більш інформативних інтегрованих характеристик, таких як функції щільності ймовірності, що є самими інформативно ємними. Тоді вирази (3.1) – (3.3) приймуть наступний вигляд

$$M_Z \{z[f(Y_{(t,j,\dots,q)}), f(Y_{(t,j,\dots,q)}^*)]\} \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*);$$

$$M_E [E_f(t)]^2 \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*);$$

$$f(y_{(t,j,\dots,q)}^*) = G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^* f(u_{(s,j,\dots,v)}) = f[y_{(t,j,\dots,q)} | u_{(s,j,\dots,v)}],$$

де величина $[E_f(t)]^2 = \left[f(Y_{(t,j,\dots,q)}) - f(Y_{(t,j,\dots,q)}^*) \right]^2$ аналогічно виразу є оптимізуючою оцінкою по мінімуму середньоквадратичної похибки.

Опис ТП і ГЕМК в ймовірностно-множинному прЕРСтавленні, але тільки щодо параметрів вхідних $u_{(i,j,\dots,v)}(t)$ і вихідних $y_{(i,j,\dots,q)}(t)$ змінних для задач АСК ТП з урахуванням реальної складності внутрішньої структури і реальної параметричної нелінійності динамічних характеристик гірничих комплексів є не коректним. Тому що не враховується поточний миттєвий технологічний і технічний стан ГЕМК, що є найважливішим при ідентифікації фактором, і відображення цього стану в інформативних характеристиках зображень вихідних змінних функціонально необхідно. Причому поняття «стан» конкретно розглянутого ГЕМК визначається загалом як мінімальна сукупність параметрів, що мають інформацією про вагому передісторію поведження даного комплексу, для забезпечення можливості прогнозування його наступного поведження, включаючи й аварійне. З використанням поняття “стан” вихідна змінна $y_{(i,j,\dots,q)}(t)$ буде визначатися керуванням $u_{(i,j,\dots,v)}(t)$ і станом у даний момент часу $x_{(i,j,\dots,z)}(t_0)$

$$y_{(i,j,\dots,q)}(t) = D[x_{(i,j,\dots,z)}(t_0), u_{(i,j,\dots,v)}(t)].$$

Під впливом керувань буде змінюватися і стан $x_{(i,j,\dots,z)}(t)$, обумовлений в наступний момент часу (t) через керування $u_{(i,j,\dots,v)}(t)$ і стан у попередній момент часу $x_{(i,j,\dots,z)}(t_0)$

$$x_{(i,j,\dots,z)}(t) = S[x_{(i,j,\dots,z)}(t_0), u_{(i,j,\dots,v)}(t)].$$

З використанням параметра стану $x_{(i,j,\dots,z)}(t)$ вирази (3.1) – (3.3) одержать вигляд

$$M_Z \{z(Y_{(t,j,\dots,q)}, Y_{(t,j,\dots,q)}^*) | X_{(k,j,\dots,z)}, u_{(s,j,\dots,v)}\} \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(k,j,\dots,l),(s,j,\dots,m)}^*)$$

$$M_E [E_{(k,j,\dots,q)}(t)]^2 \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(k,j,\dots,l),(s,j,\dots,m)}^*);$$

$$y_{(i,j,\dots,q)}^*(t) = G_{(t,j,\dots,n),(k,j,\dots,l),(s,j,\dots,m)}^* [x_{(i,j,\dots,qz)}(k), u_{(i,j,\dots,v)}(s)] = M_Y \{Y_{(t,j,\dots,q)} | M_X [X_{(k,j,\dots,z)} | u_{(s,j,\dots,v)}]\}$$

де

$$E_{(k,j,\dots,q)}(t) = [(y_{(t,j,\dots,q)} - y_{(t,j,\dots,q)}^*)^2 + (x_{(k,j,\dots,z)} - x_{(k,j,\dots,z)}^*)^2 + (u_{(s,j,\dots,v)} - u_{(s,j,\dots,v)}^*)^2]$$

визначається оптимізуючою оцінкою по мінімуму середньоквадратичної похибки абсолютних значень відхилень між ординатами вхідних, стану та вихідних змінних ГЕМК і моделі

$(u_{(s,j,\dots,v)} - u_{(s,j,\dots,v)}^*)$, $(x_{(k,j,\dots,z)} - x_{(k,j,\dots,z)}^*)$ і $(y_{(t,j,\dots,q)} - y_{(t,j,\dots,q)}^*)$, керування $u_{(s,j,\dots,v)}$, стану $x_{(k,j,\dots,z)}$ та керуємої змінної $y_{(t,j,\dots,q)}$ в моменти часу t , k і s .

При використанні щільності ймовірності вирази (3.7) будуть виглядати як

$$M_Z \{z[f(Y_{(t,j,\dots,q)}), f(Y_{(t,j,\dots,q)}^*)]\} \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*);$$

$$M[E_{f,(k,j,\dots,z)}(t)]^2 \Rightarrow \min(G_{(t,j,\dots,n),(s,j,\dots,m)}^*),$$

де для цього випадку $E_{f,(k,j,\dots,z)}(t)$ та $f(Y_{(t,j,\dots,q)}^*)$ будуть відповідно рівні

$$E_{f,(k,j,\dots,z)}(t) = \left[\left(f(y_{(t,j,\dots,q)}) - f(y_{(t,j,\dots,q)}^*) \right)^2 + \left(f(x_{(k,j,\dots,z)}) - f(x_{(k,j,\dots,z)}^*) \right)^2 + \left(f(u_{(s,j,\dots,v)}) - f(u_{(s,j,\dots,v)}^*) \right)^2 \right]$$

$$f(Y_{(t,j,\dots,q)}^*) = G_{(t,j,\dots,n),(k,j,\dots,l),(s,j,\dots,m)}^* \left[f(x_{(k,j,\dots,z)}), f(u_{(s,j,\dots,v)}) \right] = f[y_{(t,j,\dots,q)} | x_{(k,j,\dots,z)}, u_{(s,j,\dots,v)}]$$

Параметр $f[y_{(t,j,\dots,q)} | x_{(k,j,\dots,z)}, u_{(s,j,\dots,v)}]$ тут є двічі умовною щільністю ймовірності значення вихідної змінної $y_{(t,j,\dots,q)}$ щодо значення стану $x_{(k,j,\dots,z)}$, яке у свою чергу обумовлюється значенням керування $u_{(s,j,\dots,v)}$. На основі

сформованої у робочому режимі ГЕМК бази даних характеристик $f[y_{(t,j,\dots,q)} | x_{(k,j,\dots,z)}, u_{(s,j,\dots,v)}]$, можна визначити його вектор вихідної змінної $Y(t)$. Використовувані вектори вхідних, вихідних змінних і змінних стану є зображеннями щодо реальних векторів, які в дійсності є оригіналами.

Отже, реальне ускладнення ТП і ГЕМК, як структурно, так і параметрично, із постійно існуючою вимогою до максимально можливої вірогідності здійснюваної ідентифікації, обумовлює розгляд ГЕМК за трьома факторами-зображеннями – “вхід-стан-вихід”. Метою технологічного процесу ідентифікації і є рішення комплексу питань, пов'язаних з оперативним визначенням поточного стану контрольованого ТП і ГЕМК і характеру зміни цього стану в часі і просторі. При цьому треба підкреслити, що використовуючи апріорну (логічну) і апостеріорну (вимірювану) інформації технологічні процеси діагностування та ідентифікації тісно пов'язані.

Задачі структурної і параметричної діагностичної ідентифікації інформаційних характеристик ТП і ГЕМК ґрунтуються на результатах множинних вимірів вхідних і вихідних сигналів які супроводять їх роботу. З огляду на діагностичні цілі, раніше використовувана множина параметрів, як вказувалося вище, має потребу в доповненні параметрами сигналів поточного стану ГЕМК. При цьому використовуваний у даному випадку набір факторів – вхідний вплив, стан і вихідний вплив може характеризуватися якісно та кількісно. Відповідно до цього якісна характеристика забезпечується ймовірносним описом функціонально зв'язаної множини випадкових подій, а кількісна характеристика – таким же описом випадкових величин миттєвих значень інформаційних сигналів (енергетичних, вібраційних, акустичних, температурних та ін.). Насамперед треба визначити, що при якісному описі ГЕМК базовою характеристикою в множинних позначеннях служить умовна ймовірність стану $B_{\beta,j,\dots,r}$ відносно стану $A_{\alpha,j,\dots,k}$ відповідно формулі Байеса. Тому, якщо ідентифікується інтегрований рівень тертя в породі та

породоруйнівному інструменті або в опорних вузлах ГЕМК, то у ролі станів $A_{\alpha,j,\dots,k}$ з імовірностями $P(A_{\alpha,j,\dots,k})$ виступає множина причин зміни інтегрованого рівня тертя від рівня штатного до аварійного значення. А як сукупність інформаційного відображення станів $B_{\beta,j,\dots,r}$ з умовними ймовірностями $P(B_{\beta,j,\dots,r} | A_{\alpha,j,\dots,k})$ виступають оцінки різних способів (каналів) одержання інформації про поточний технологічний і технічний стан. Такими способами відповідно являються широко використовувані на виробництві вибіркові термометричні інформаційні сигнали $B_{n+1}\dots B_m$ (рис. 3.2), вибіркові вібраційні інформаційні сигнали $B_1\dots B_n$ (рис. 3.3), а також вибіркові енергетичні інформаційні сигнали $B_{m+1}\dots B_k$ (рис. 3.4), що пропонуються в роботі як базові інформаційні джерела для дисперсійної ідентифікації ГЕМК в силу вказаних вище переваг, та цілий ряд інших сигнали.

Поява станів $B_{\beta,j,\dots,r}$ на виході вимірювальної системи АСК ТП у вигляді вектора вимірів виборки випадкових величин ймовірно визначається сукупністю вхідних станів $A_{\alpha,j,\dots,k}$, що складають за формулою повної ймовірності повну групу несумісних технологічних або технічних станів по множині причин зміни опору в породоруйнівному інструменті, або іншому робочому органі. Ці причини оперативної зміни тертя в робочих режимах до аварійного значення у найбільш типових ТП і ГЕМК можна ідентифікувати через зворотну умовну ймовірність по входу системи за допомогою апостеріорних ймовірностей повної групи подій $A_{\alpha,j,\dots,k}$.

З використанням множини параметрів “стану”, для концептуального визначення технологічного і технічного відображення ТП і ГЕМК при вирішенні задач процесів керування АСК ТП, у якісному прЕРСтавленні відповідна вихідна подія $B_{\beta,j,\dots,r}$ визначається вхідним станом $A_{\alpha,j,\dots,k}$ і подійним станом $C_{\nu,j,\dots,h}$ у цей же момент часу, що відображається за виразом

$$P(B_{\beta,j,\dots,r}) = \sum_{\nu=1}^h \dots \sum_{\alpha=1}^k P(B_{\beta,j,\dots,r} | C_{\nu,j,\dots,h}) P(C_{\nu,j,\dots,h} | A_{\alpha,j,\dots,k}) P(A_{\alpha,j,\dots,k}).$$

Внаслідок цього апостеріорні умовні ймовірності вхідних станів $A_{\alpha,j,\dots,k}$ з урахуванням стану системи $C_{v,j,\dots,h}$, можуть бути відображені тоді як

$$P(A_{\alpha,j,\dots,k} | B_{\beta,j,\dots,r}) = \frac{\sum_{v=1}^h \dots \sum_{\alpha=1}^k P(B_{\beta,j,\dots,r} | C_{v,j,\dots,h}) P(C_{v,j,\dots,h} | A_{\alpha,j,\dots,k}) P(A_{\alpha,j,\dots,k})}{\sum_{\beta=1}^r \dots \sum_{v=1}^h \dots \sum_{\alpha=1}^k P(B_{\beta,j,\dots,r} | C_{v,j,\dots,h}) P(C_{v,j,\dots,h} | A_{\alpha,j,\dots,k}) P(A_{\alpha,j,\dots,k})}.$$

Додатковими прикладами випадкових станів $A_{\alpha,j,\dots,k}$, що прикладаються на входи ідентифікованих ТП і ГЕМК, є перебування в заданих межах значень: осьових навантажень H і обертів ω ПРІ в бурових комплексах; температур T в підшипникових опорах, статорах та роторах електродвигунів; витрат Q і тиску P промивальної рідини і т.д. Стани типу $B_{\beta,j,\dots,r}$ на виході ГЕМК визначаються як реакції на виникаючі стани $A_{\alpha,j,\dots,k}$, і можуть бути прЕРСтавлені як задані рівні технологічних і технічних параметрів у ГЕМК, як якісні та кількісні показники вихідних параметрів для БК механічної швидкості буріння V , проходки на коронку X та ін.

Кількісне, не множинне прЕРСтавлення вхідних, вихідних змінних і змінних стану здійснюється через випадкові величини або випадкові функції. Для одномірної моделі при розгляді її одночасно, стохастично по каналу вхід (U) – вихід (Y), з відповідним утворенням системи двох випадкових величин повною характеристикою є ймовірнісна модель у вигляді умовної щільності ймовірності $f(y|u)$ [49, 63]

$$f(y_t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(y_t | u_s) f(u_s) du_s.$$

Вираз (3.12) дає можливість визначення повної характеристики вихідної змінної $f(y)$ за відомою характеристикою вхідної змінної $f(u)$.

Ймовірнісні моделі ТП і ГЕМК (Ω, P) вважаються знайдені, якщо визначено простір елементарних станів $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_i, \dots, \omega_k\}$ і кожному ω_i зі Ω знайдена ймовірність p_i . Дослідження цієї ж одномірної моделі з урахуванням оперативного стану показало, що наступний стан $f(x)$ визначається за умовною щільністю ймовірності $f(x|u)$ і повною характеристикою вхідної змінної $f(u)$ при значенні чистого запізнювання $q = k - s$ в наступному так

$$f(x_k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x_k | u_s) f(u_s) dx_k.$$

Вихідна змінна $f(y_t)$ в момент t у цьому випадку буде визначена, по-перше, за умовною щільністю ймовірності $f(y_t | x_k)$ і відомою характеристикою попереднього

стану $f(x_k)$ в момент k , і, по-друге, за відомою повною характеристикою вхідної змінної $f(u_s)$ в момент s і умовною щільністю ймовірності $f(x_k | u_s)$ за виразом

$$f(y_t) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(y_t | x_k) f(x_k | u_s) f(x_k) f(u_s) dx_k du_s.$$

На рис. 3.5. представлено схему розподілу параметрів ГЕМК і їх щільностей ймовірності. Для випадкових сигналів виходу Y , стану X і входу U , розглянутих одночасно, з утворенням системи трьох випадкових величин, у якості їх спільної, повної характеристики приймається спільна функція розподілу ймовірностей тривимірної випадкової величини $F(y, x, u)$, що відповідно до визначення функції розподілу є ймовірність одночасного виконання нерівностей $Y < y$, $X < x$ і $U < u$. Розглянута функціонально за аргументами y , x і u , вона забезпечується виразом

$$F(y, x, u) = P(Y < y, X < x, U < u).$$

Тоді щільність спільного розподілу ймовірності (тривимірна щільність ймовірності) для безперервних випадкових сигналів Y , X і U буде дорівнювати

$$f_3(y, x, u) = \frac{\partial^3 F(y, x, u)}{\partial y \partial x \partial u}.$$

Визначення оцінок одновимірної щільності ймовірностей $f(y_t)$, $f(x_k)$ і $f(u_s)$, двовимірної щільності ймовірностей $f(y_t, x_k)$, $f(x_k, u_s)$, $f(y_t, u_s)$ та спільної тривимірної щільності ймовірності $f(y, x, u)$, а також умовних щільностей ймовірностей $f(y_t | x_k)$, $f(x_k | u_s)$, $f(y_t | u_s)$ та спільної умовної щільності ймовірності $f(y | x, u)$ виконується за допомогою експериментальних досліджень ТП і ГЕМК у робочих режимах. Надалі за їх результатами будуються відповідні двовимірні і тривимірні кореляційні таблиці, за якими вже можна визначити площинні та просторові розподіли (рис. 3.6). Труднощі проведення множинних вимірів, необхідних для одержання з достатньою довірчою ймовірністю значень, що складають кореляційні таблиці, вкрай утрудняють і обмежують практичне застосування в системах ідентифікації та керування як безумовної, так і умовної щільності ймовірностей. Внаслідок цього стає перспективним застосування різних чисельних характеристик множинних реалізацій вимірюваних інформаційних сигналів. Для рішення задач ідентифікації і керування ГЕМК в АСК ТП з прогнозуванням технологічного і технічного стану комплексів у якості базових таким чином визначаються наступні умовні чисельні характеристики.

Умовне математичне очікування змінної Y щодо змінної U , а також їх зворотна характеристика, що є усереднена характеристика форми адресного зв'язку

$$M(Y | u) = \int_{-\infty}^{\infty} y f(y | u) dy; \quad M(U | y) = \int_{-\infty}^{\infty} u f(u | y) du.$$

Система двох варіаційних векторів випадкових сигналів входу U і виходу Y , що утворюють з експериментальних вибірових даних двовимірне кореляційне поле з умовних математичних очікувань $M(Y|u)$ формує функцію регресії, яка зв'язує середини розподілів умовних щільностей імовірностей $f(y_i | u_s)$ (рис. 3.7, 3.8) [159].

При використанні трьох параметрів – входу U , стану X і виходу Y , тобто розгляді системи з трьох випадкових величин, що складають тривимірний кореляційний

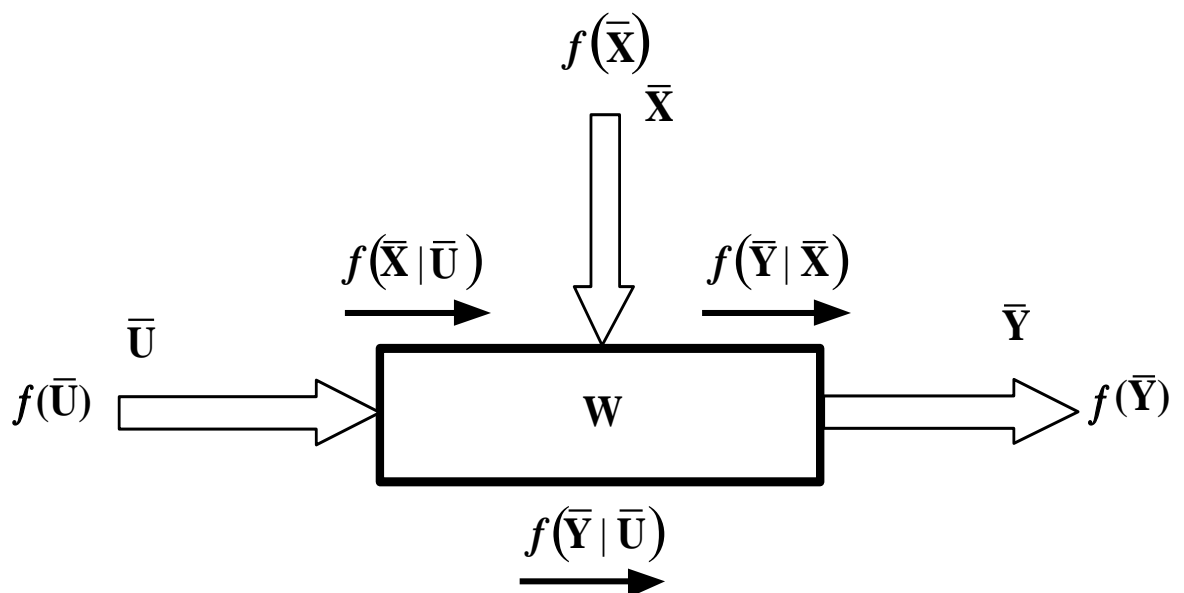


Рис. 1.15. Схема розподілу параметрів вхід (U), стан (X) і вихід (Y) ГЕМК і відповідних їм безумовних ($f(U)$, $f(X)$, $f(Y)$) і умовних ($f(X/U)$, $f(Y/X)$, $f(Y/U)$) щільностей імовірності

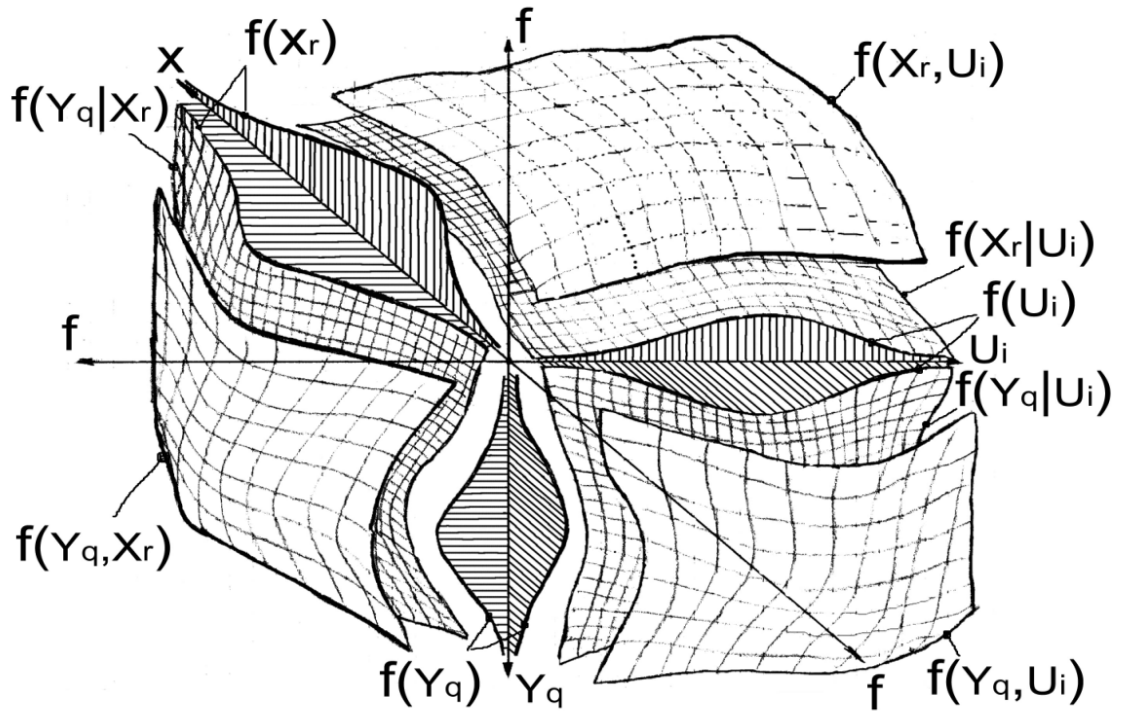


Рис. 1.16. Тривимірний розподіл безумовних і умовних щільностей імовірностей систем «вхід-вихід» і «вхід-стан-вихід»

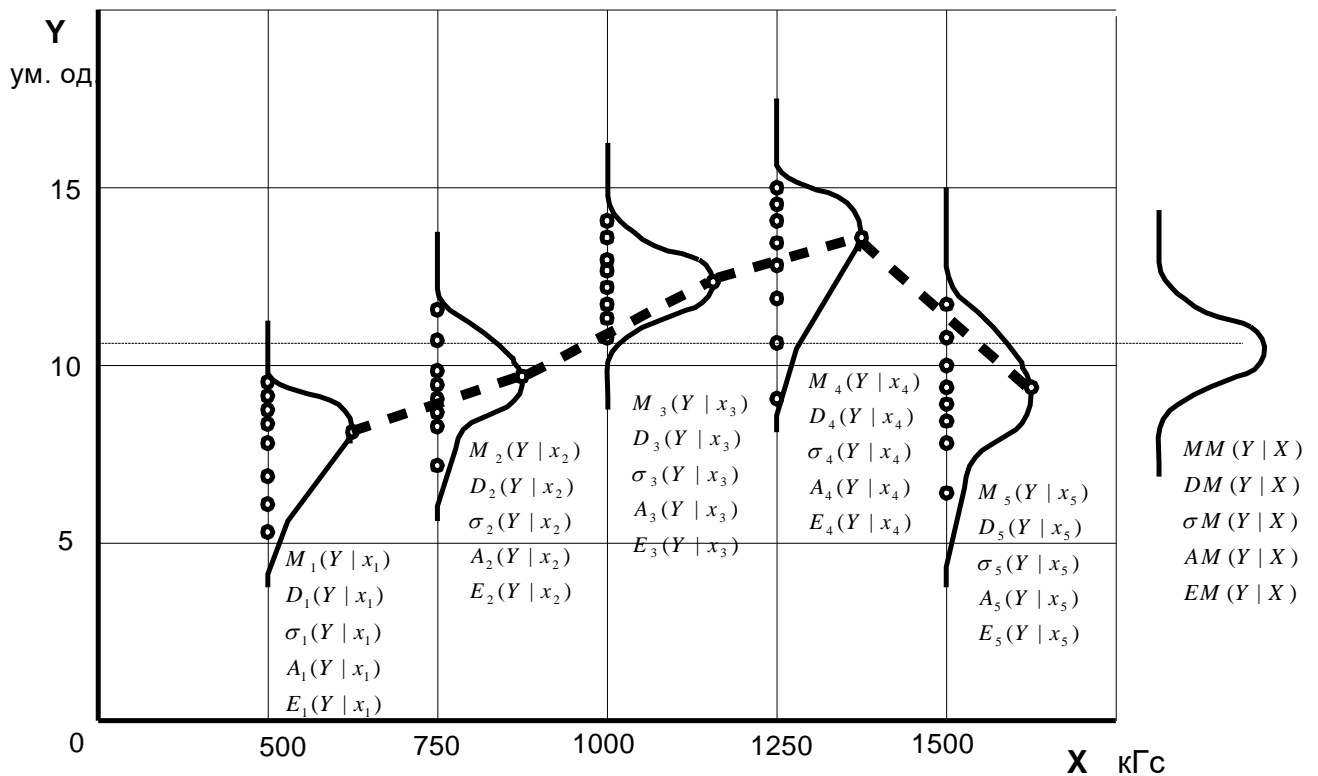


Рис. 1.17. Функція регресії з умовних математичних очікувань $M(Y|x)$ і закони

розподілу умовних характеристик проходки на коронку від навантаження на ПРІ бурового комплексу (а), а також функції регресії умовного математичного очікування (1-dpm) і умовної дисперсії (2-dpd) миттєвої потужності в ум. од., яка споживається привідним двигуном барабанного млина ММС70*23 при зміні ступеня заповнення барабана здрібною рудою (і) в ум. од. (б) простір, умовні математичні очікування $M(Y | X, u)$ утворюють просторову регресійну поверхню, що своїми вузлами зв'язує середини відповідних розподілів

$$M(Y | X, u) = M[M(Y | X) | u] = \int_{i=1}^n \int_{j=1}^m yf(y | x)xf(x | u)dxdy.$$

Квадратичний ступінь розсіювання в системі двох випадкових величин входу і виходу щодо функції регресії визначається відповідно умовною дисперсією.

$$D(Y | u) = M[Y - M(Y | u)]^2 = \int_{-\infty}^{\infty} [y - M(Y | u)]^2 f(y | u)dy.$$

При розгляді системи величин входу U , стану X і виходу Y , що складають тривимірний кореляційний простір, квадратичний ступінь розсіювання утворить поверхню відхилення щодо поверхні глобального умовного математичного очікування

$$D(Y | X, u) = \int_{i=1}^n \int_{j=1}^m [y - M(Y | X)]^2 f(y | x)[x - M(X | U)]^2 f(x | u)dxdy.$$

Ідентифіковані моделі з постійною, умовною дисперсією $D(Y | u)$ прийнято визначати як гомоскедастичні, а моделі з змінною умовною дисперсією $D(Y | u)$ як гетероскедастичні. Найважливіше практичне значення

для вирішення задач АСК ТП ГЕМК має дисперсія умовного математичного очікування $DM(Y|U)$, що знаходиться згідно виразу

$$DM(Y|U) = M[M(Y|U) - M(Y)]^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\int_{-\infty}^{\infty} yf(y|u)dy - m_y \right]^2 f(u)du.$$

А також середня, умовна дисперсія, що обумовлена співвідношенням

$$MD(Y|U) = \int_{-\infty}^{\infty} D(Y|u)f(u)du = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [y - M(Y|u)]^2 f(y,u)dudy.$$

З робіт відомо, що дисперсія вихідної змінної $D(Y)$ дорівнює сумі дисперсій умовного математичного очікування $DM(Y|U)$ і математичного очікування умовної дисперсії $MD(Y|U)$

$$D(Y) = DM(Y|U) + MD(Y|U).$$

Останній вираз відкриває величезні можливості щодо підвищення якості діагностичної інформації, яка виділяється з енергоінформаційних сигналів. Дійсно, дисперсія умовного математичного очікування $DM(Y|U)$ характеризує ту частину із сукупних флуктуацій вихідної змінної Y , що цілком визначається тільки інформаційною динамікою вхідної змінної U . У той же час математичне очікування умовної дисперсії $MD(Y|U)$ характеризує другу складову частину загальної дисперсії вихідної змінної $D(Y)$, котра цілком визначається динамікою множини інших вхідних змінних або змінних стану, що не спостерігаються. Таким чином, при використанні інформаційних властивостей даних умовних чисельних характеристик вимірюваних сигналів в процесах керування можна здійснити глибоку цілеспрямовану фільтрацію

використовуваного діагностичного сигналу, що несе в собі інформаційний вплив значної сукупності змінних. Крім того дисперсію умовного математичного очікування можливо використати і як якісну характеристику ступеня зв'язку вхідних та вихідних змінних, вхідних змінних та змінних стану, змінних стану і вихідних змінних. А в якості характеристик ступеня невизначеності, неадекватності синтезованої інформаційної моделі розглядаемому оригіналу ГЕМК можна використовувати математичне очікування умовної дисперсії, як відображаючої оцінки множини невизначених впливаючих на об'єкт керування факторів.

Поряд з вказаними вище класичними оцінками, для розширення та поглиблення інформаційного забезпечення стратегічних та оперативних задач АСК ТП ГЕМК в роботі пропонується вперше використовувати вкрай важливі інформаційні статистичні оцінки вимірюваних діагностичних сигналів такі як умовна асиметрія $A(Y | u)$ та умовний ексцес $E(Y | u)$. Ретельний аналіз робіт по напрямку автоматизація технологічних процесів виявив повне замовчування та нехтування центральними моментами вище другого порядку, як інформаційними оцінками. Тимчасом вони, в силу свого аналітично-функціонального змісту, спроможні статистично характеризувати знакові градієнтні характеристики емпіричних умовних розподілів вибіркового вимірів інформаційних діагностичних сигналів відповідно за виразами.

$$A(Y | u) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - M(Y))^3 f(Y | u_i)}{\sigma_y^3}; \quad E(Y | u) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - M(Y))^4 f(Y | u_i)}{\sigma_y^4} - 3$$

Умовна асиметрія $A(Y | u)$ і умовний ексцес $E(Y | u)$ емпіричного розподілу вибіркового вимірів як оцінки третього та четвертого порядків обумовлюють визначення ступеня відхилення розглядаемого розподілу від нормального відповідно по горизонталі та вертикалі (перпендикулярні координатні оцінки). А

так як їх чисельні характеристики збільшення та зменшення обумовлюються аналогічними характеристиками умовної дисперсії, то на них можуть бути розповсюджені деякі інформаційні властивості останньої. Так може розглядатися модель для якої умовна асиметрія $A(Y|u)$ або умовний ексцес $E(Y|u)$ являються постійними (гомоскедастичність), чи модель для якої ці характеристики являються змінними (гетероскедастичність), і змінними в якій мірі. Відповідно асиметрія та ексцес умовного математичного очікування буде характеризувати відхилення від нормальної характеристики розподілу ту частину загальних флуктуацій, яку збуджує змінна умовності (входу або стану). Встає запитання про інформаційну чутливість $A(Y|u)$ або $E(Y|u)$ до оперативної зміни основних режимних параметрів ГЕМК та можливість застосування їх інформаційних властивостей в задачах АСК ТП.

Використовуючи метод аналогії з безумовними моментними числовими характеристиками безперервних випадкових інформаційних сигналів можна скласти повний комплекс умовних статистичних числових характеристик енергоінформаційних оцінок ТП і ГЕМК у вигляді інтуїтивно зрозумілого формату визначених і використовуємих в даній роботі умовних статистичних числових характеристик енергоінформаційних оцінок безперервних і дискретних вибіркового вимірів випадкових сигналів виходу Y об'єктів автоматизованого керування від векторів входу U і стану X через наступну множинну відображаючих оцінок.

РОЗДІЛ 2

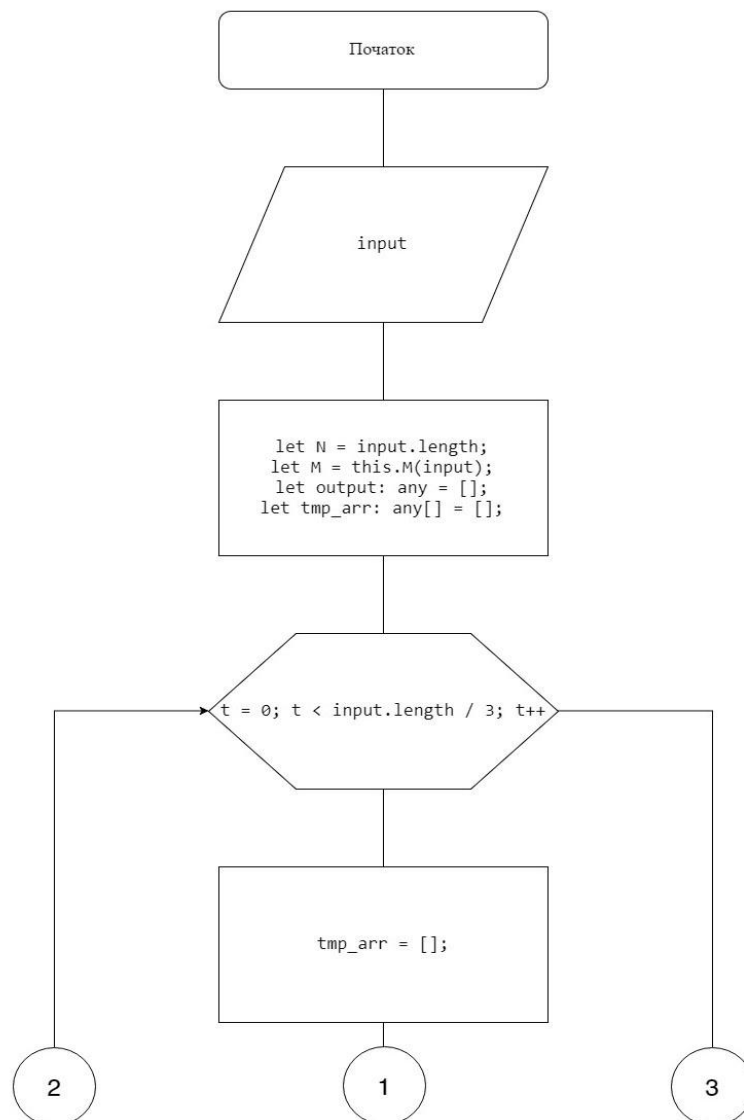
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Алгоритм розрахунку моментних функцій

Метою науково-дослідницької роботи є розробка програми, що буде автоматизувати процес дослідження інформаційних характеристик стану підйомних машин для прогнозування можливих аварійних станів для запобігання виникненню аварій.

Розглянемо типові алгоритми для реалізації моментних функцій нелінійних сигналів.

Графічне зображення алгоритму розрахунку кореляційної функції наведено на рисунку 2.1.



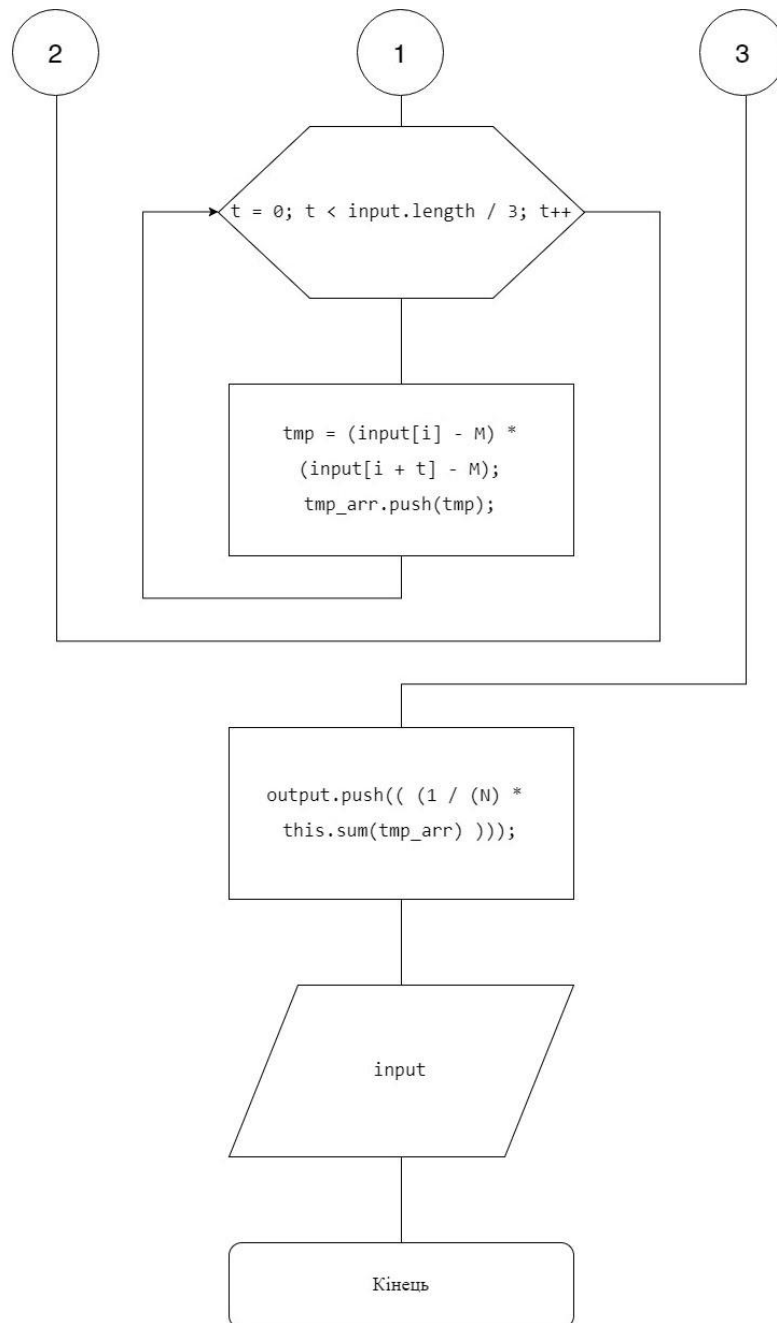
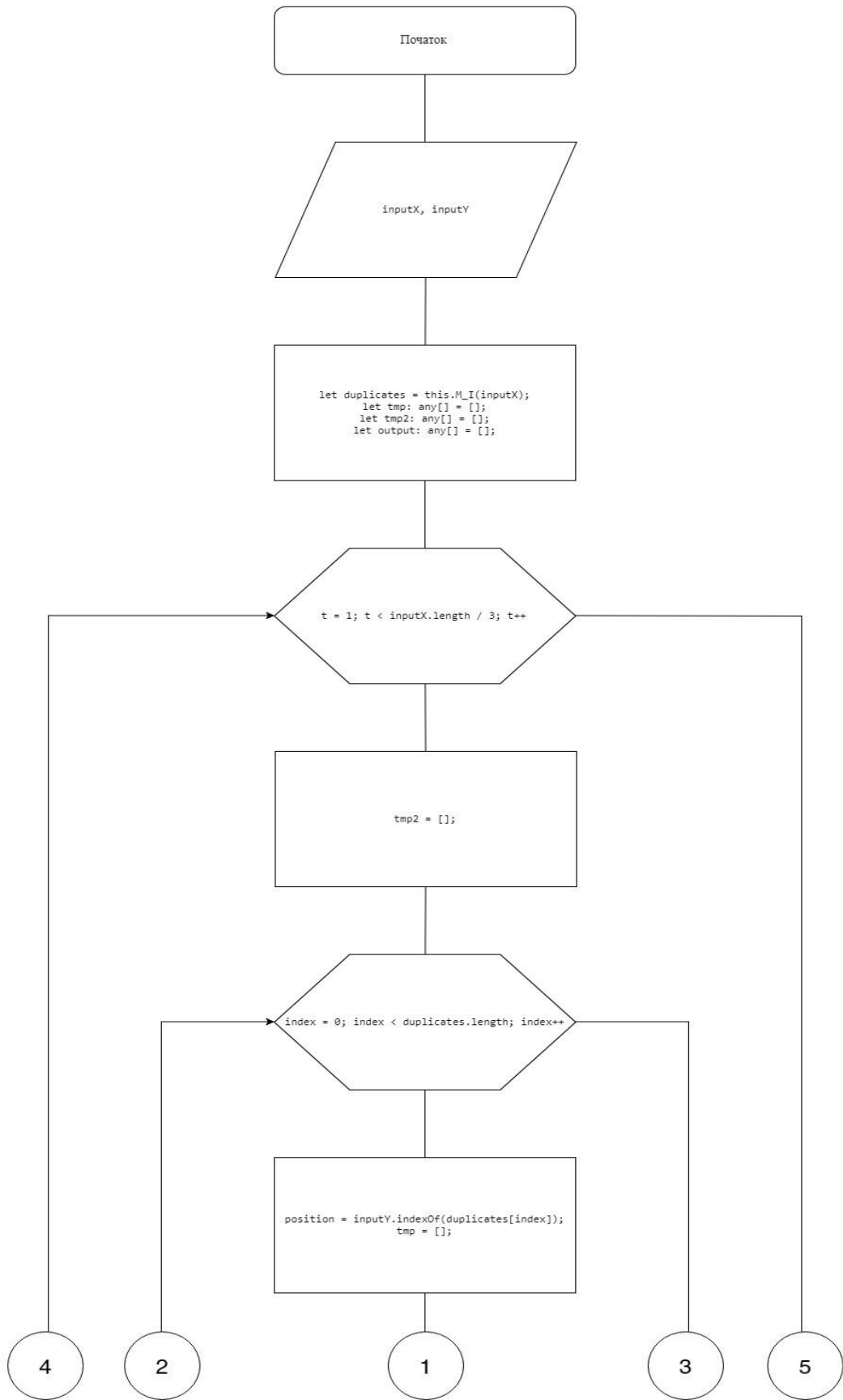


Рис.2.1 – Алгоритм розрахунку кореляційної функції

Наступним етапом є порівняння суміжних точок вхідних даних для визначення залежностей суміжних точок. Даний алгоритм зображений на рис.2.2



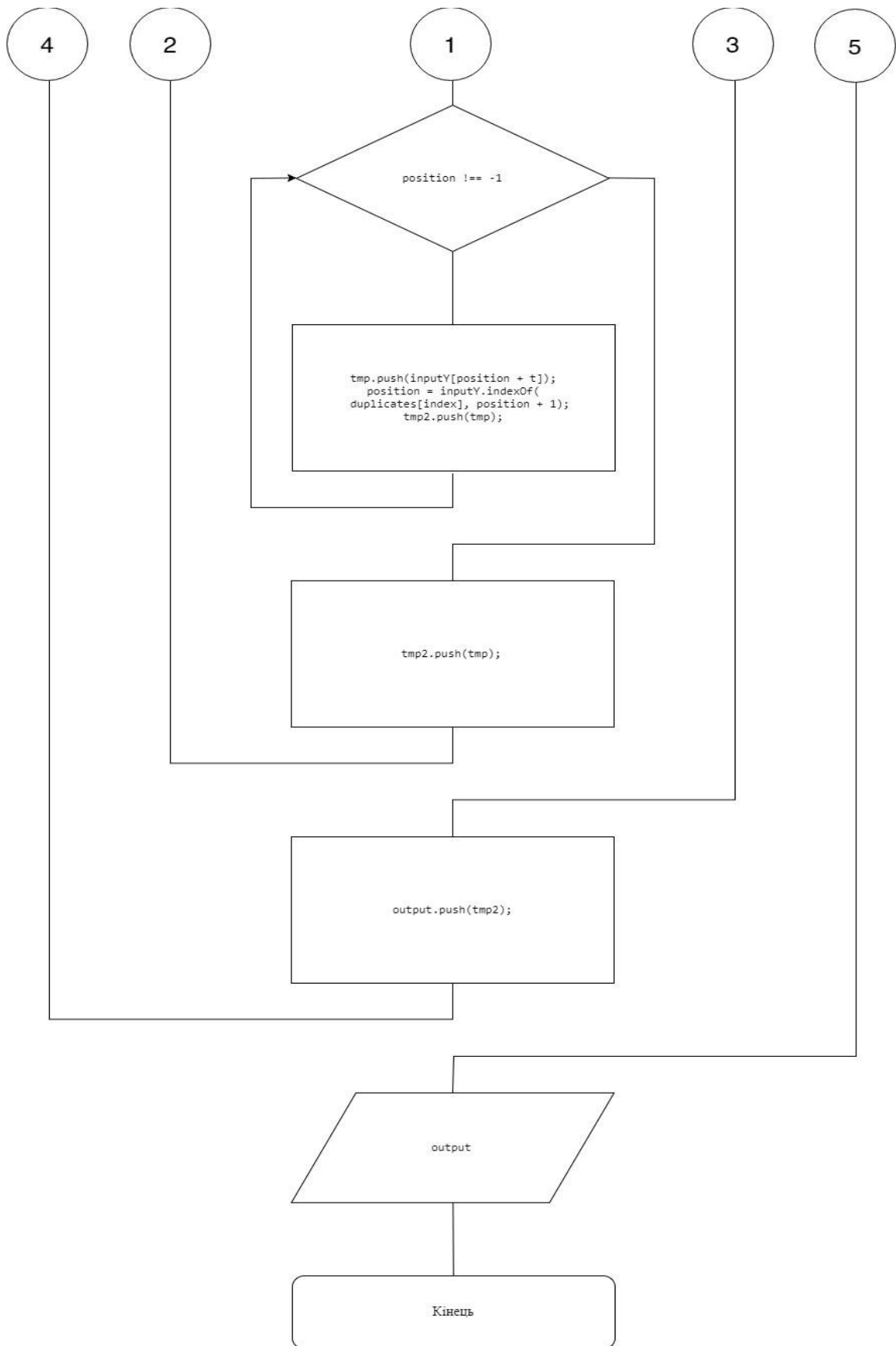
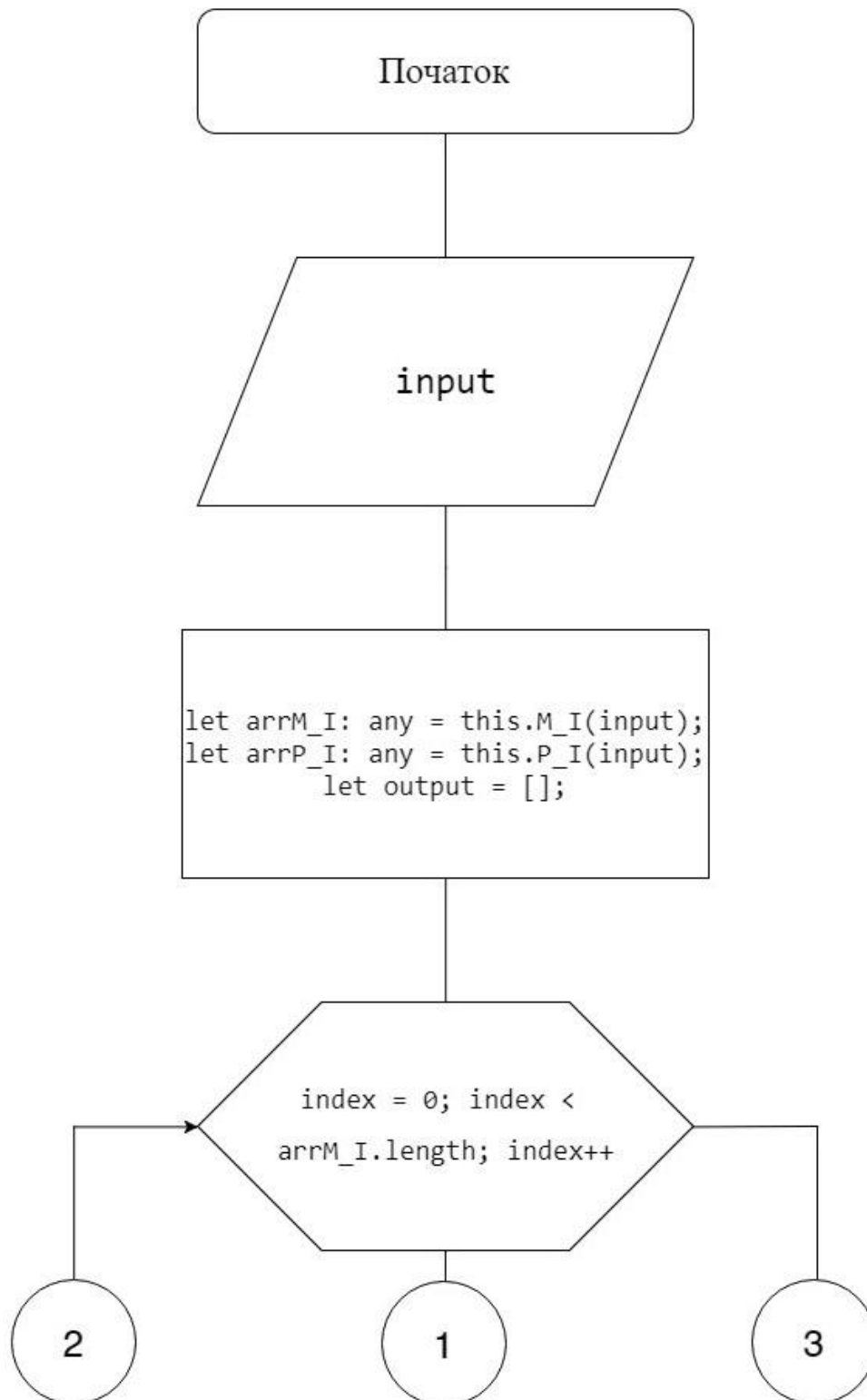


Рис.2.2 – Алгоритм порівняння суміжних точок вхідних даних для визначення залежностей суміжних точок

Наступний етап розрахунок моментних функцій на основі отриманих даних. Для цього потрібно розрахувати дисперсійні, асиметричні та ексцесійні функції. Алгоритм розрахунку функції математичного очікування зображений на рисунку 2.3.



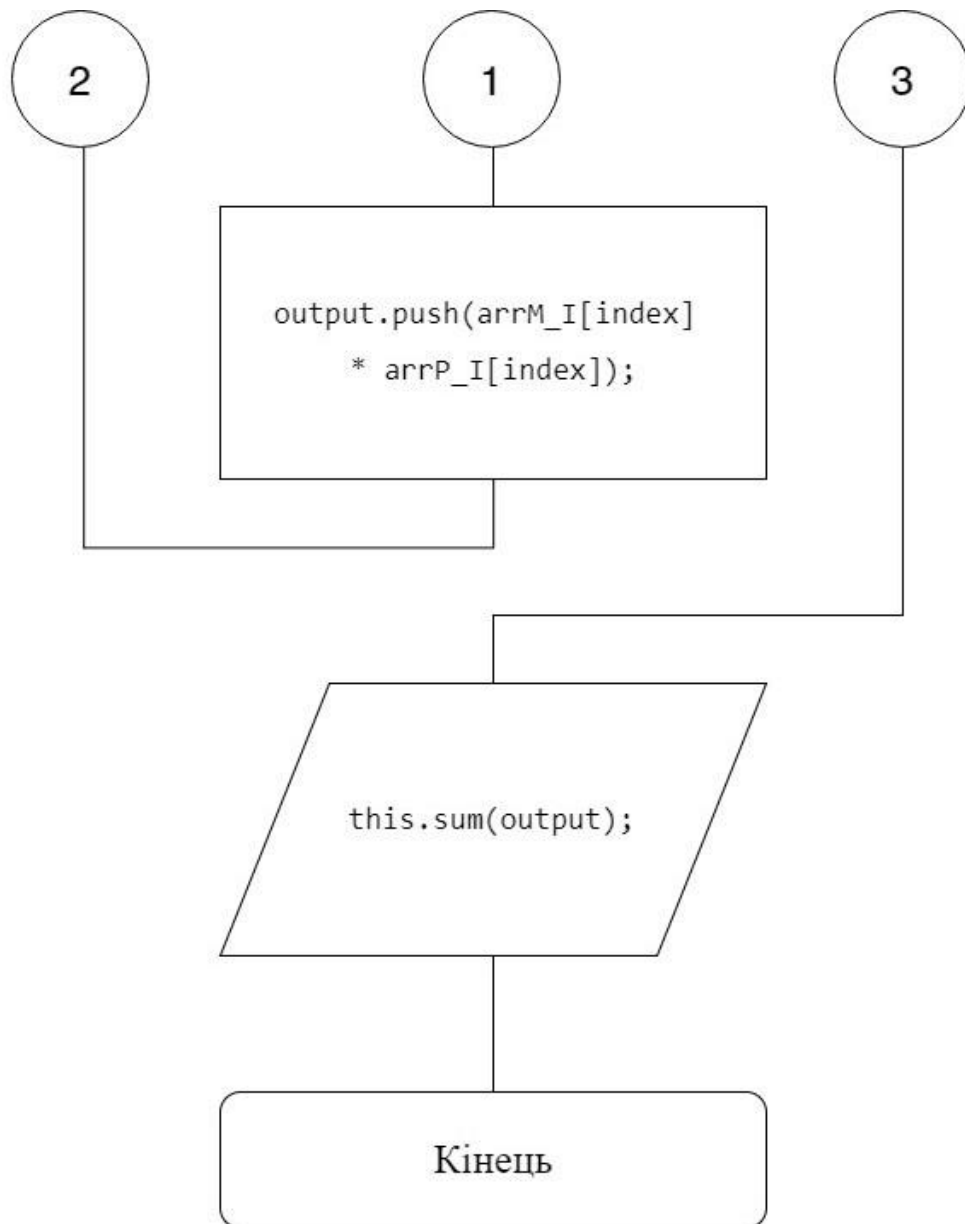
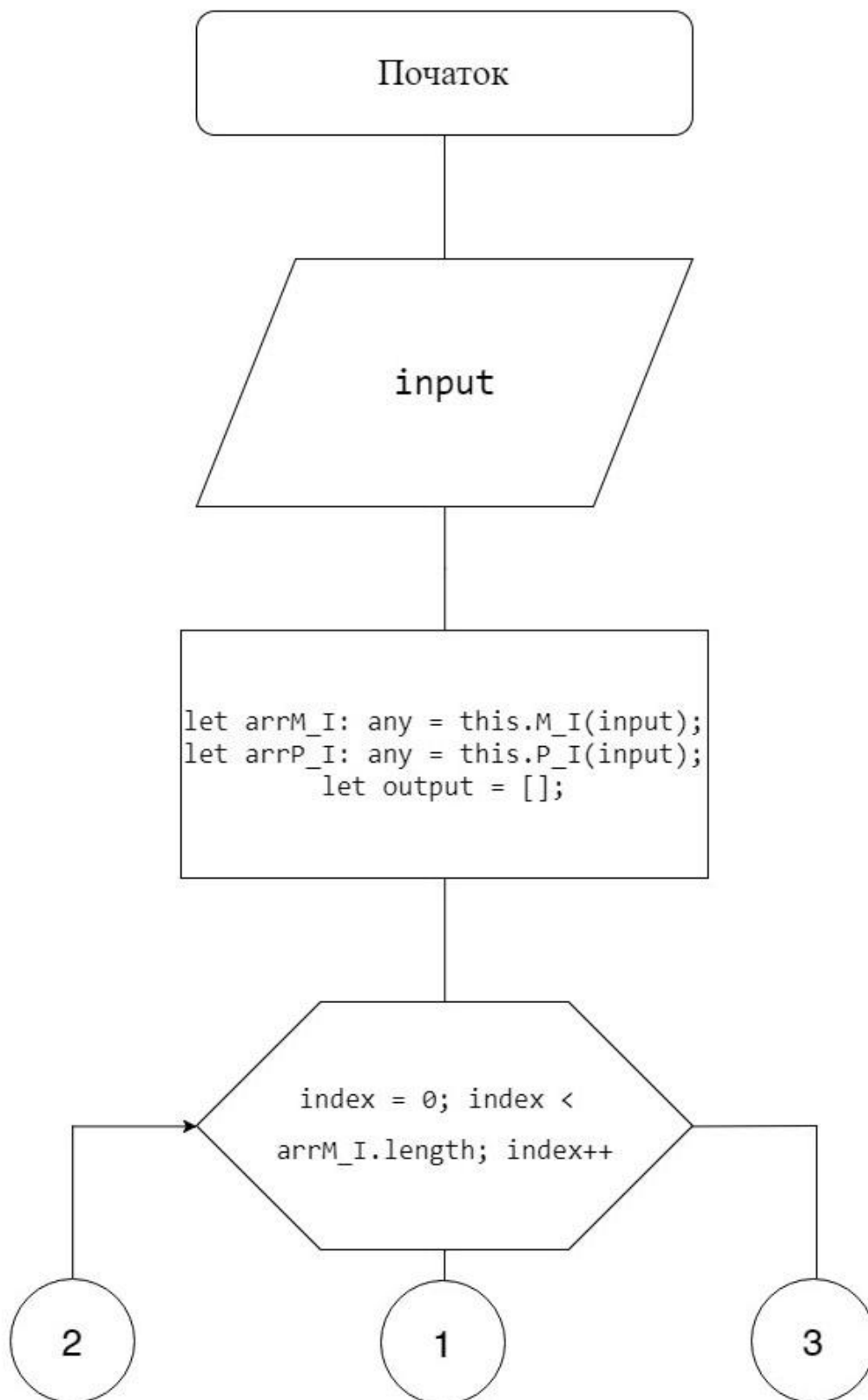


Рис. 2.3 – Алгоритм розрахунку функції математичного очікування

Дисперсійна функція розраховується за допомогою алгоритму зображеного на рисунку 2.4.



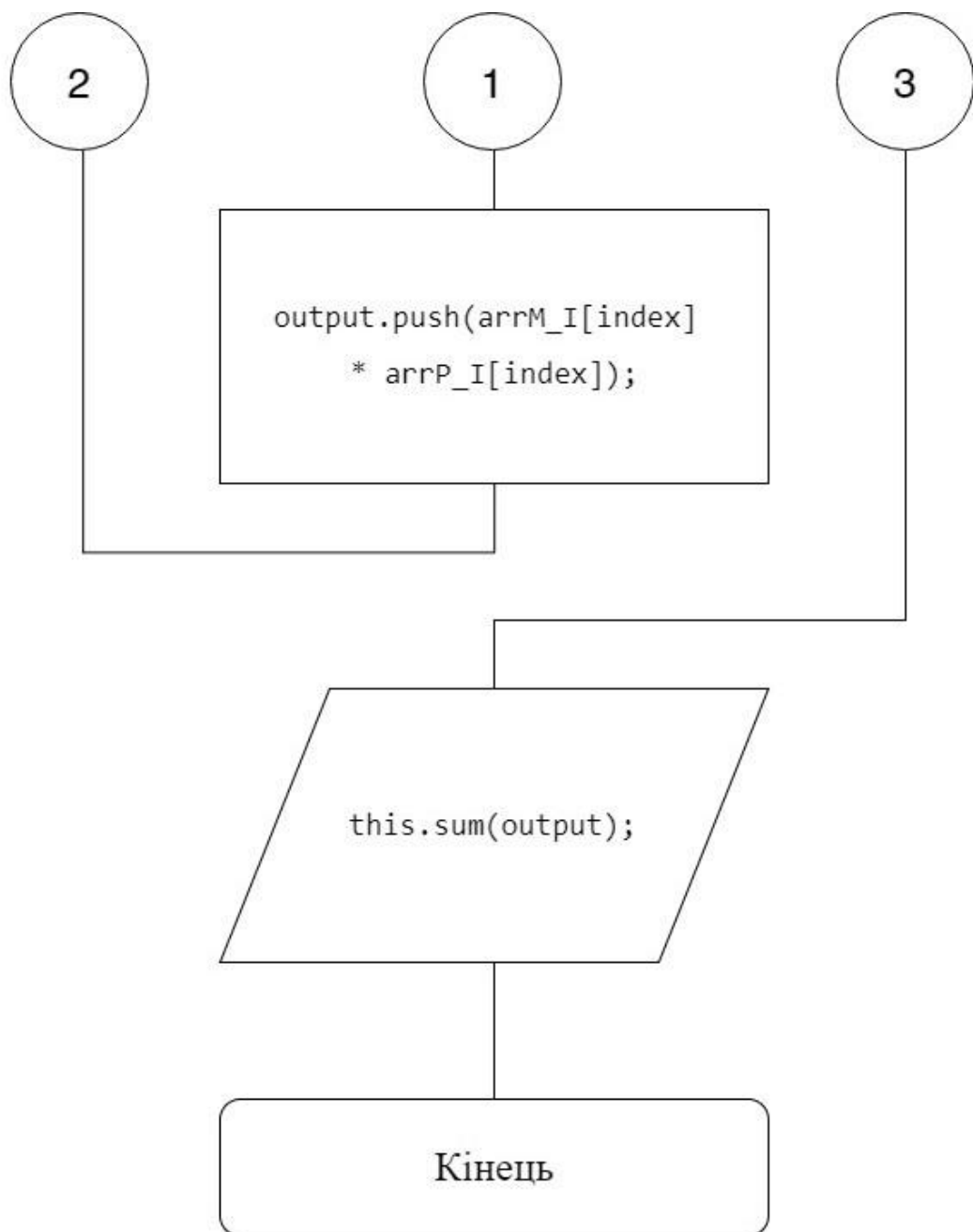
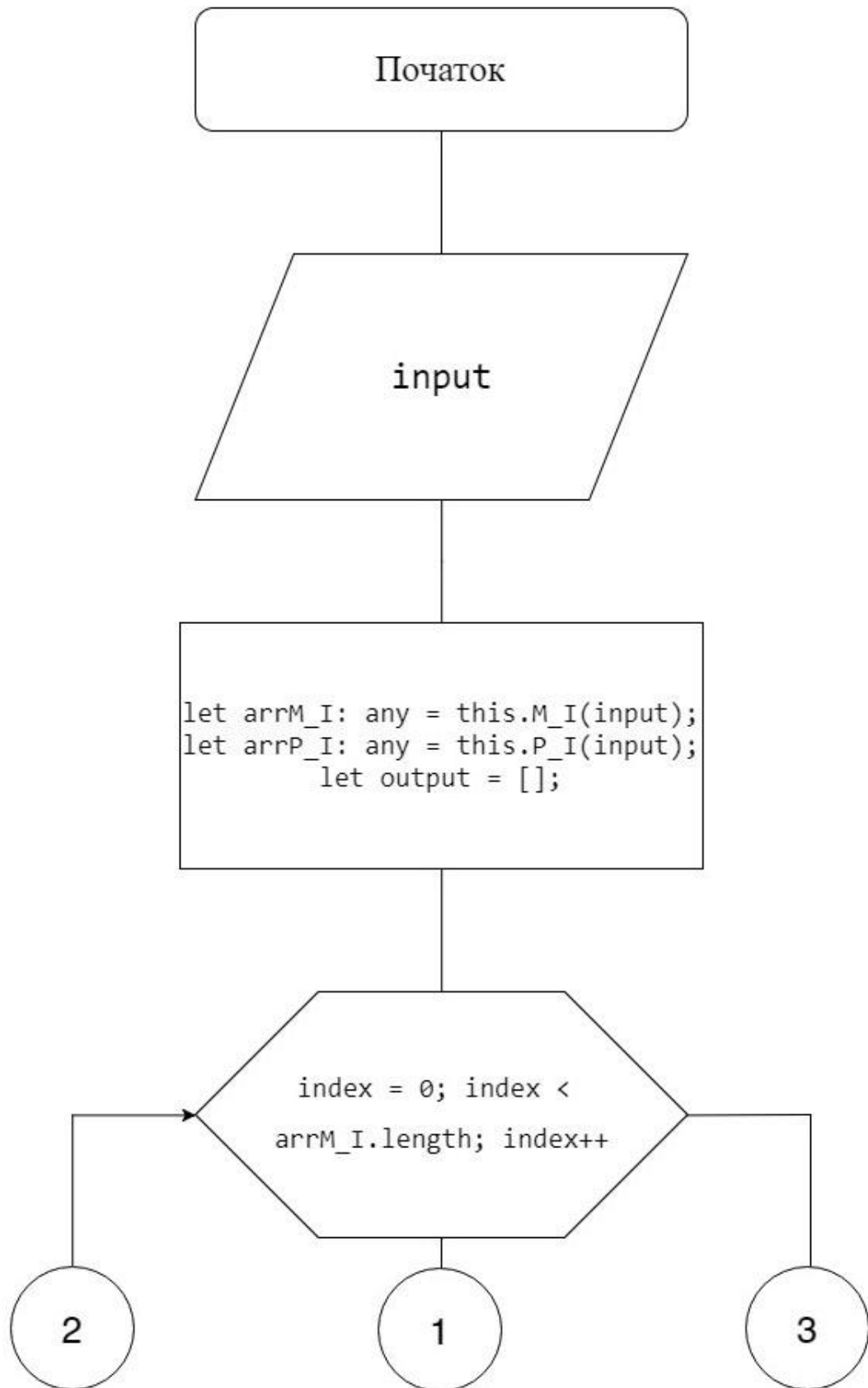


Рис. 2.4 – Алгоритм розрахунку дисперсійної функції

Асиметрійна функція розраховується за допомогою алгоритму зображеного на рисунку 2.5.



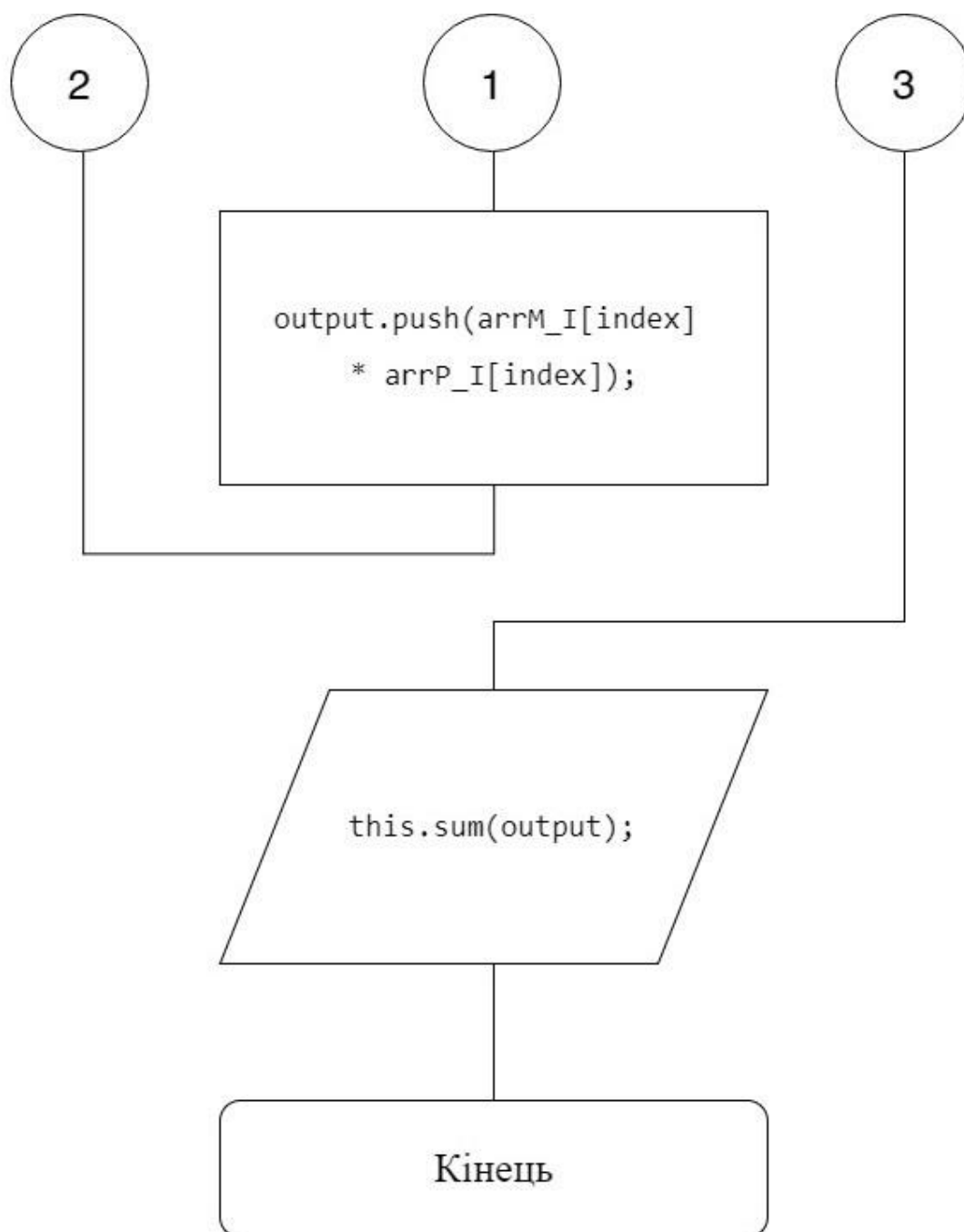
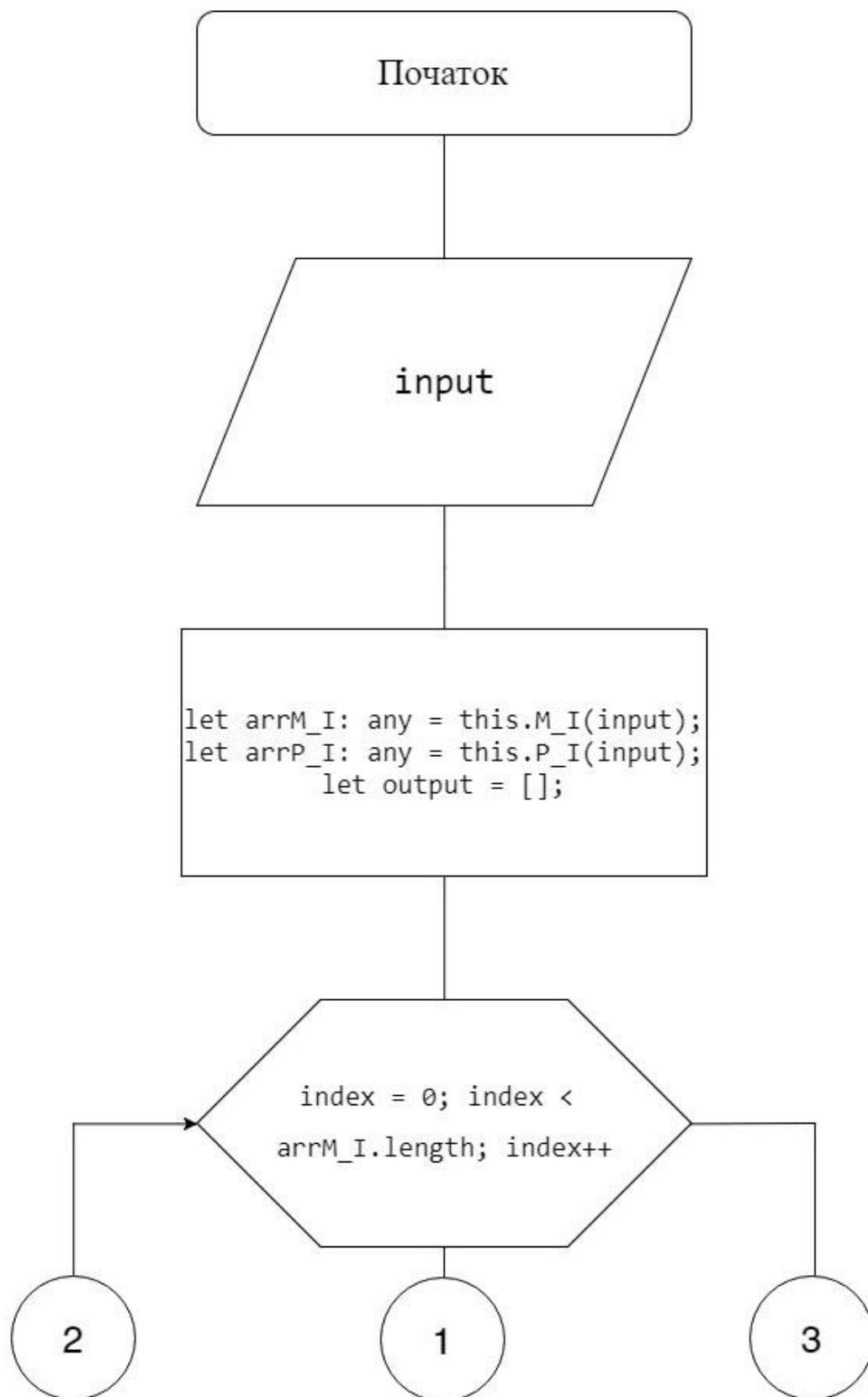


Рис. 2.5 – Алгоритм розрахунку асиметрійної функції

Експесійна функція розраховується за допомогою алгоритму зображеного на рисунку 2.6.



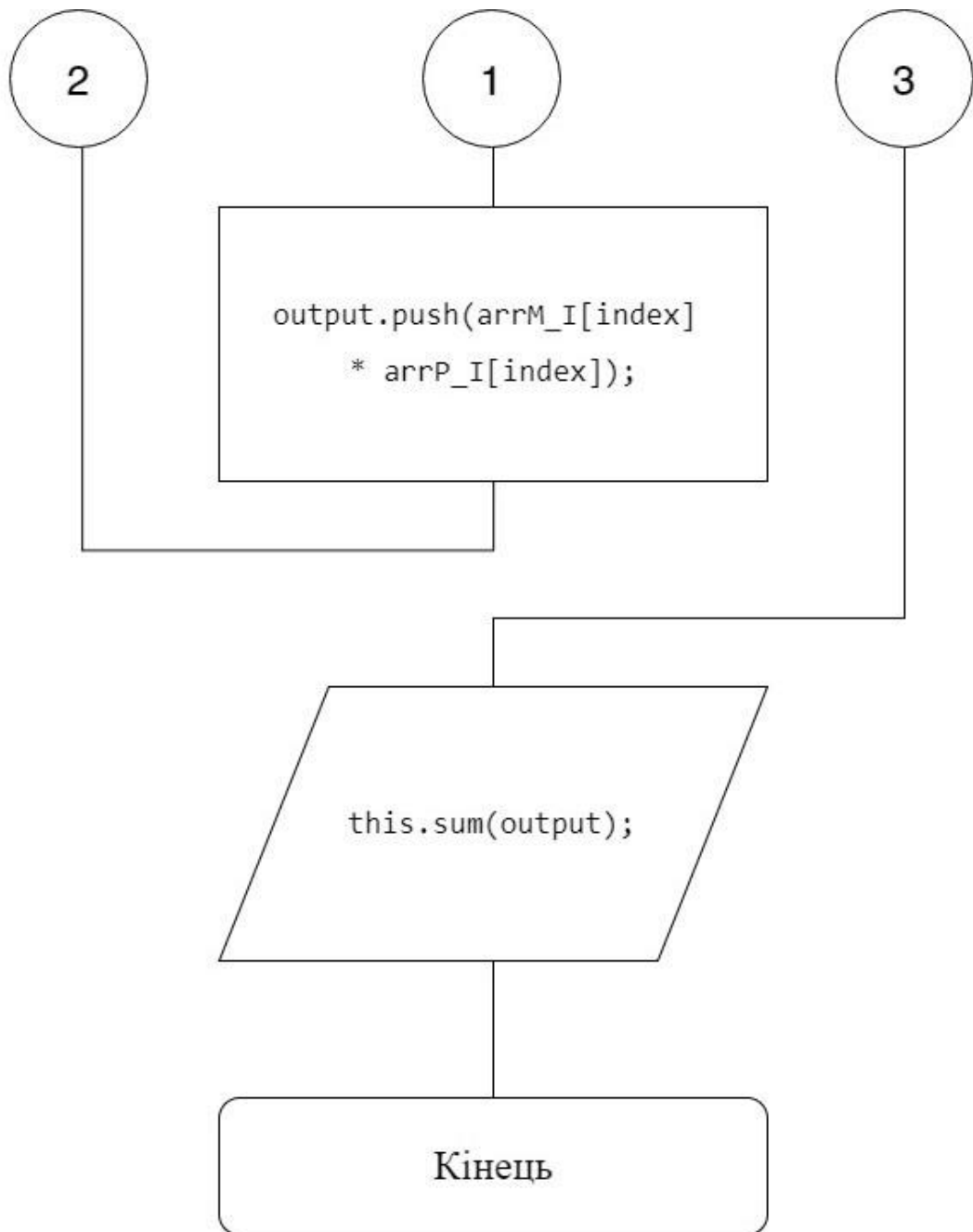


Рис. 2.7 – Алгоритм розрахунку ексцесійної функції

2.2 Реалізація алгоритму розрахунку моментних функцій

Реалізація алгоритму розрахунку кореляційної функції має наступний вигляд

Даний алгоритм призначений для розрахунку кореляційної функції.

```
Rt(input: any) {
  let N = input.length;
  let M = this.M(input);
  let output: any = [];
  let tmp_arr: any[] = [];
  for (let t = 0; t < input.length / 3; t++) {
    tmp_arr = [];
    for (let i = 0; i < N - t; i++) {
      let tmp = (input[i] - M) * (input[i + t] - M);
      tmp_arr.push(tmp);
    }
    output.push(Math.round((1 / (N)) * this.sum(tmp_arr)));
  }
  return output;
}
```

Розроблена функція виконує пошук однакових елементів у вхідних масивах з урахуванням зсуву елементів на одну позицію вправо

```
instant_identification(inputX, inputY) {
  console.log("instant_identification - original", original);
  let clone = Object.assign([], inputX);
  let duplicates = this.M_I(clone);
  let tmp: any[] = [];
  let tmp2: any[] = [];
  let output: any[] = [];
  for (let t = 1; t < Math.round(inputX.length / 3); t++) {
    tmp2 = [];
    for (let index = 0; index < duplicates.length; index++) {
      let position = inputY.indexOf(duplicates[index]);
      tmp = [];
      while (position !== -1) {
        if (inputY[position + t]) {
          tmp.push(inputY[position + t]);
        }
      }
    }
  }
}
```

```

    }
    position = inputY.indexOf(duplicates[index], position + 1);
    }
    if (tmp && tmp.length) {
        tmp2.push(tmp);
    }
    }
    if (tmp2 && tmp2.length) {
        output.push(tmp2);
    }
    }
    return output;
}

```

На основі отриманих результатів роботи даного алгоритму розраховуються математичні очікування, дисперсії, асиметрії, ексцеси.

Алгоритм розрахунку математичного очікування представлений нижче

```

M(input: any) {
    let arrM_I: any = this.M_I(input);
    let arrP_I: any = this.P_I(input);
    let output = [];
    console.log(arrM_I, arrP_I);
    for (let index = 0; index < arrM_I.length; index++) {
        output.push(arrM_I[index] * arrP_I[index]);
    }
    if (output && output.length) {
        return this.sum(output);
    } else {
        return;
    }
}

```

Весь лістинг програми представлений у додатку А.

2.3 Опис використовуваного програмного інструментарію

Для написання програми використовувалася об'єктно орієнтована мова TypeScript. TypeScript це мова програмування на основі JavaScript. Розвиток TypeScript почався в кінці 2012 року. Хоча він зародився в компанії Microsoft, і його фактичним творцем є програміст Андерс Хейлсберг, творець таких мов як Delphi, C #, але даний проект відразу став розвиватися як OpenSource. І вже з самого початку нова мова стала швидко поширюватися в силу своєї гнучкості і продуктивності. Чимало проектів, які були написані на JavaScript, стали переноситися на TypeScript. Популярність і актуальність ідей нової мови привела до того, що ряд з цих ідей в подальшому стануть частиною нового стандарту JavaScript. Однак, здавалося б, навіщо потрібна ще одна мова програмування для клієнтської сторони в середовищі Web, якщо зусією тією ж самою роботою прекрасно справляється і традиційний JavaScript, який використовується практично на кожному сайті, яким володіє безліч розробників і підтримка якого в співтоваристві програмістів досить висока.

По-перше, слід зазначити, що TypeScript – це типізована і компільована мова, більш ближча до Java, C # та інших типізованих мов. Хоча на виході компілятор створює все той же JavaScript, який потім виконується браузером. Однак сувора типізація зменшує кількість потенційних помилок, які могли б виникнути при розробці на JavaScript.

По-друге, TypeScript реалізує багато концепції, які властиві об'єктно-орієнтованим мовам, як, наприклад, спадкування, поліморфізм, інкапсуляція і модифікатори доступу і так далі.

Інкапсуляція – це механізм, що зв'язує в єдине ціле дані та функції, що їх оброблюють, а також забезпечує їх захист від зовнішнього втручання та неправильного використання. Результатом *інкапсуляції* є об'єкт певного класу. *Успадкування* – це процес, у ході якого один об'єкт може набувати властивості іншого. Воно дозволяє використовувати раніше розроблені класи, що забезпечує суттєве скорочення процесу розробки програмних модулів. *Поліморфізм* –

властивість, що дозволяє використовувати одне ім'я для позначення дій, загальних для кількох класів. При цьому конкретизація виконуваних дій здійснюється в залежності від типу оброблюваних даних.

По-третє, потенціал TypeScript дозволяє швидше і простіше писати великі складні комплексні програми, відповідно їх легше підтримувати, розвивати, масштабувати і тестувати, ніж на стандартному JavaScript. По-четверте, TypeScript розвивається як opensource-проект і, як і багато проектів, розміщений на гітхабі. Він є кросплатформним, а це значить, що для розробки ми можемо використовувати як Windows, так і MacOS або Linux.

У той же час TypeScript є надмножиною JavaScript, а це значить, що будь-яка програма на JS є програмою на TypeScript. В TS можна використовувати всі ті конструкції, які застосовуються в JS - ті ж оператори, умовні, циклічні конструкції. Більш того код на TS компілюється в javascript. В кінцевому рахунку, TS - це інструмент, який покликаний полегшити розробку додатків.

Розроблюване програмне забезпечення було реалізоване за допомогою технології Angular. Angular - TypeScript-фреймворк з відкритим вихідним кодом. Призначений для розробки односторінкових додатків. Його мета – розширення додатків на основі MVC-шаблону, а також спрощення тестування і розробки.

Angular являє собою основу для створення клієнтських додатків у форматі HTML та JavaScript або мови типу TypeScript, яка основана на JavaScript. Структура складається з декількох бібліотек, деякі з яких є основними та деякими необов'язковими. Ви пишете Angular програми, складаючи HTML-шаблони з Angular розміткою, створюючи класи та компоненти для керування цими шаблонами, додаючи логіку додатків у сервіси, компоненти та провайдери.

Після цього ви запускаєте додаток шляхом завантаження кореневого модуля. Angular приймає, представляючи ваш вміст програми в браузері та реагуючи на взаємодію користувачів відповідно до наданих інструкцій.

Фреймворк працює з HTML, що містить додаткові атрибути, які описуються директивами, і пов'язує введення або виведення області сторінки з

моделлю, що представляє звичайні змінні JavaScript. Значення цих змінних задаються вручну або витягуються з статичних або динамічних JSON-даних.

Основна логіка виконання програми за допомогою Angular зображена на рисунку 2.8.

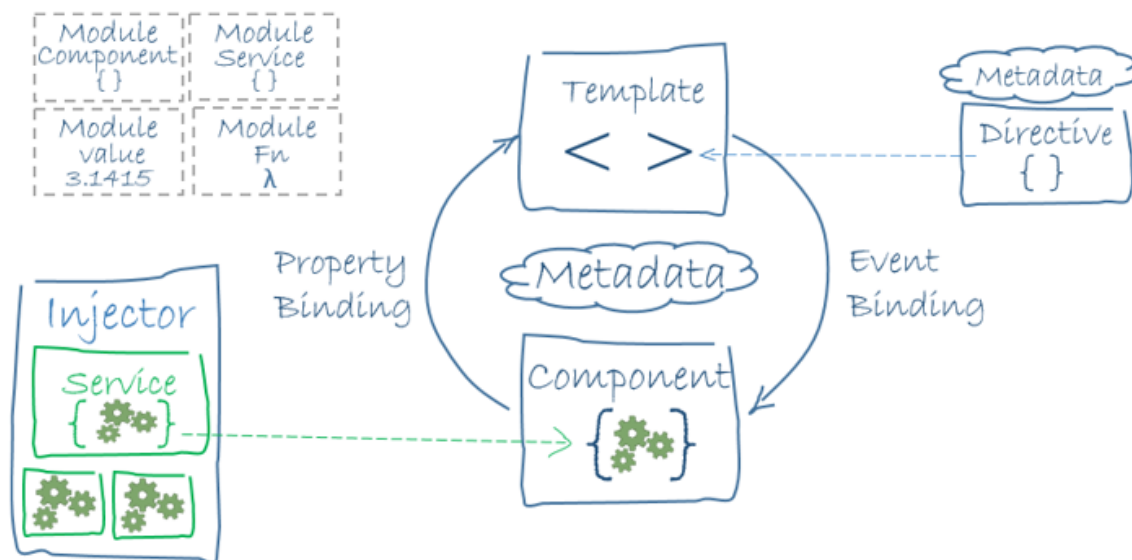


Рис. 2.8 – Архітектура фреймворка Angular

Angular додатки є модульними, а Angular має свою модульну систему NgModules. Кожен такий додаток має принаймні один клас NgModule, кореневий модуль, умовно названий AppModule. Хоча кореневий модуль може бути єдиним модулем у невеликому додатку, в більшості додатків є ще багато функціональних модулів, кожен з яких - це суцільний блок коду, що описує логіку роботи компонента, сервіса чи дерективи.

NgModule - це функція декоратора, яка використовує єдиний об'єкт метаданих, властивості якого описують модуль. Його властивостями є:

- декларації - класи, які належать до цього модуля. Angular складається з: компонентів, деректив та пайпів.
- exports - підмножина декларацій, яка повинна бути видимою і доступною для використання в шаблонах компонентів інших модулів.
- імпорт – інші модулі, чий експортовані класи потрібні для шаблонів компонентів, оголошених у цьому модулі.

- провайдер – механізм для оголошення компонента глобально; вони стають доступними у всіх частинах додатка.
- Bootstrap-основне представлення додатка, зване кореневим компонентом, в якому розміщені всі інші представлення додатка. Ця властивість Bootstrap має бути поставлена лише для кореневих модулів.

Розроблене програмне забезпечення має зовнішній вигляд, зображений на рисунку 2.9.

The screenshot shows a software interface with the following elements:

- Three input fields for coordinates:
 - Field 1: "Введіть координати для графіка x" containing "1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,5,2,3,4,56,1,2,3,4,56"
 - Field 2: "Введіть координати для графіка y" containing "1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,56"
 - Field 3: "Введіть координати для графіка z" containing "1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,0,0,0,0,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,56,1,2,3,4,56"
- Two buttons on the right:
 - Top button: "Розрахувати автокореляційні функції"
 - Bottom button: "Розрахувати взаємкореляційні функції"

Рис. 2.9 – Інтерфейс розробленого програмного забезпечення

Дане вікно призначене для введення вхідних даних на основі яких буде виконуватися розрахунок моментних функцій та побудова графіків цих функцій.

Кнопка «розрахувати автокореляційні функції» призначена для запуску алгоритму розрахунку автокореляційних функцій.

Кнопка «розрахувати взаємкореляційні функції» призначена для запуску алгоритму розрахунку взаємкореляційних функцій.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для науково-дослідницької роботи нами були взяті реальні дані зображені на рисунку 3.1.

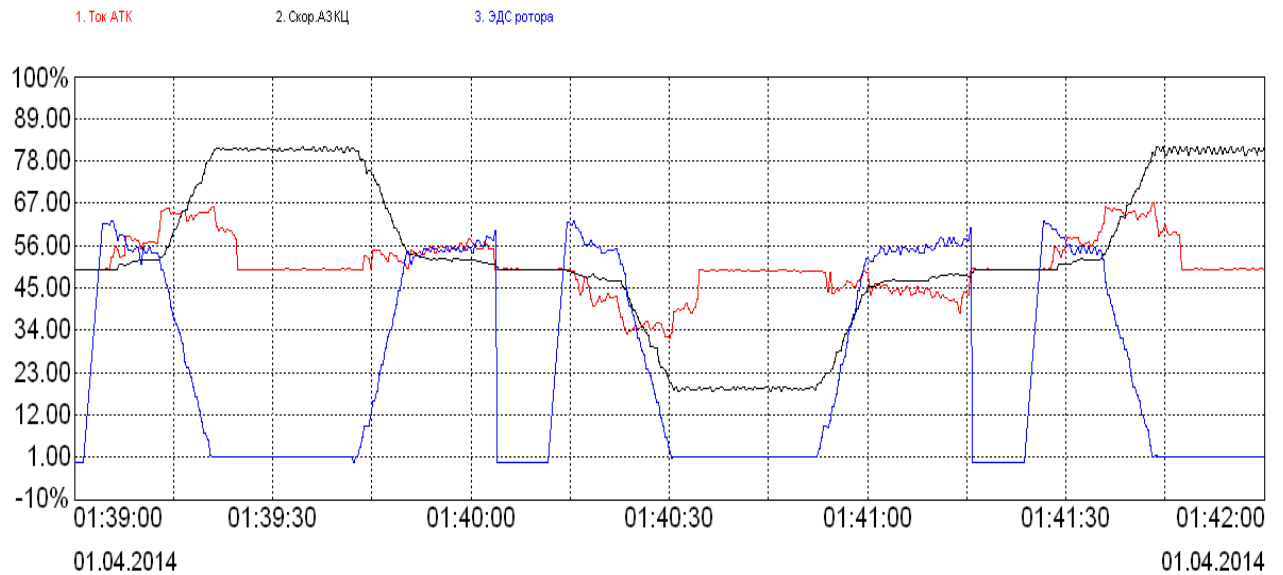


Рис. 3.1 – Вхідні дані струму АТК, швидкості АЗКЦ та ЕРС ротора

Для коректної інтеграції вхідних даних з програмним забезпеченням вони були оцифровані за допомогою додатку GetGraphData. Оцифровані дані мають вигляд зображених на рисунку 3.2.

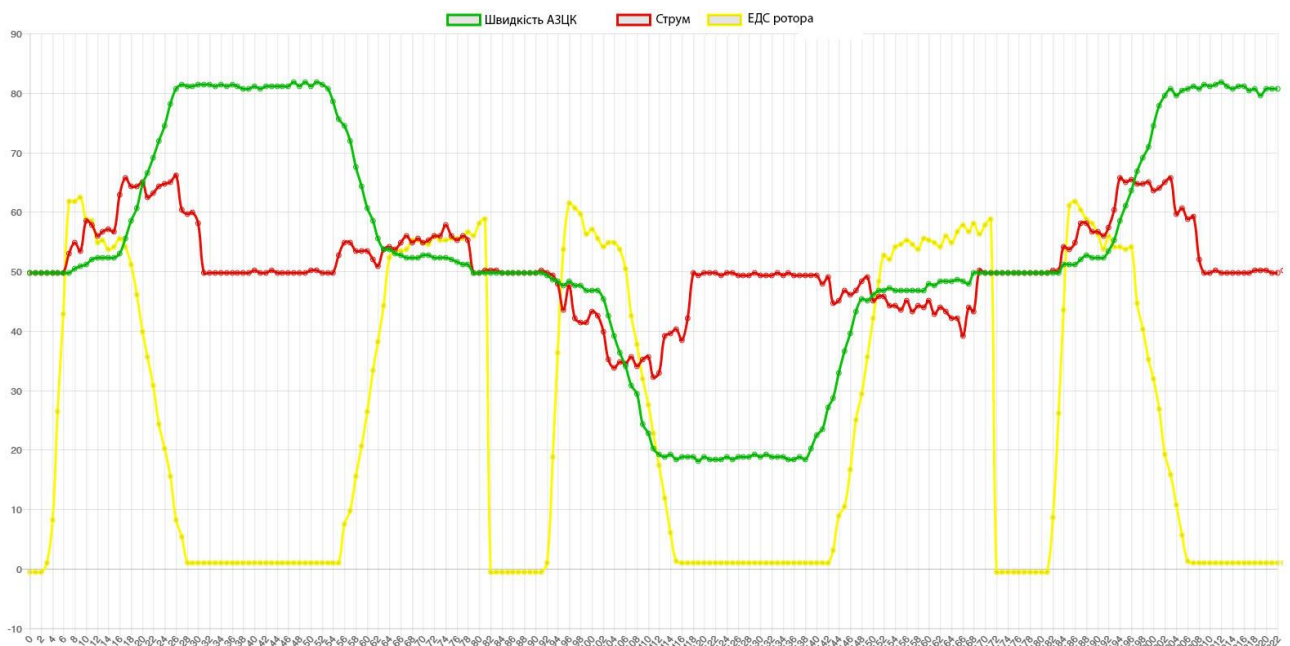


Рис. 3.2 – Оцифровані дані струму АТК, швидкості АЗКЦ та ЕРС ротора

Вхідні дані отримані з ВТЦ зображені на рисунку 3.3.

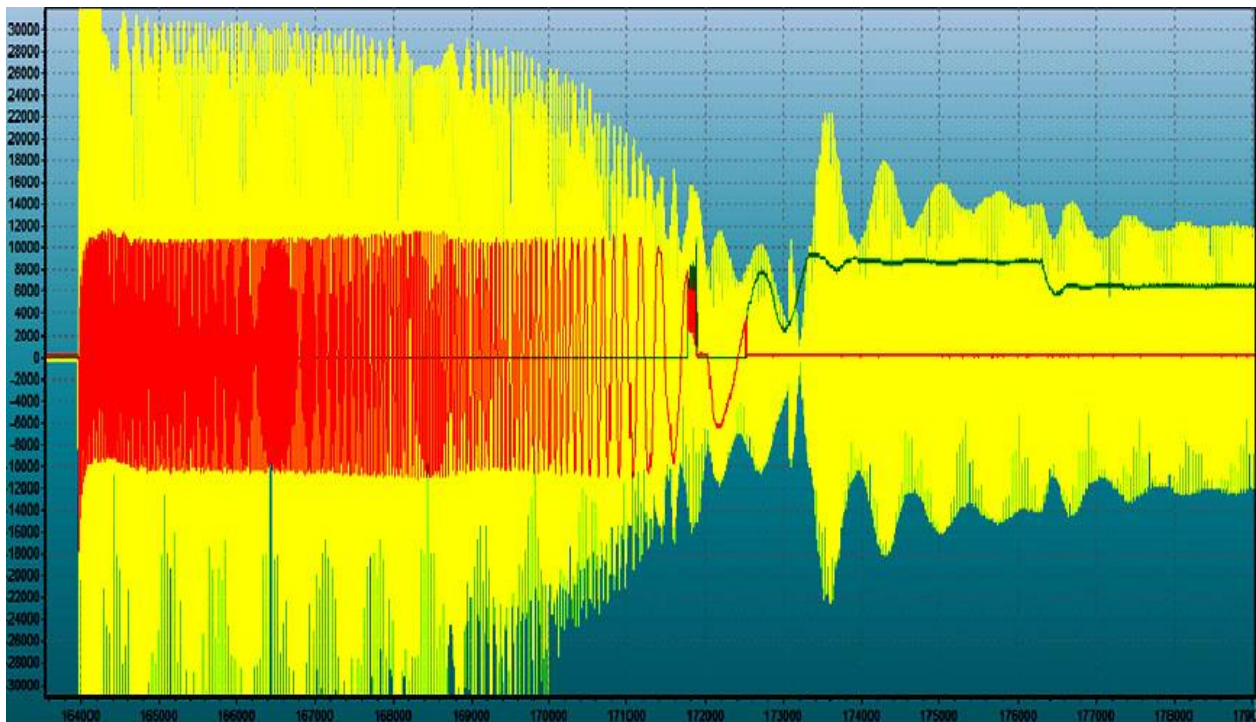


Рис. 3.3 – Вхідні дані IA, IR та IDC

На рисунку 3.4 зображені оцифровані дані з ВТЦ



Рис. 3.4 – Оцифровані дані IA, IR та IDC

На основі отриманих даних та за допомогою розробленого додатку були розраховані наступні автокореляційні функції, загальний вигляд яких зображено на рисунку 3.5

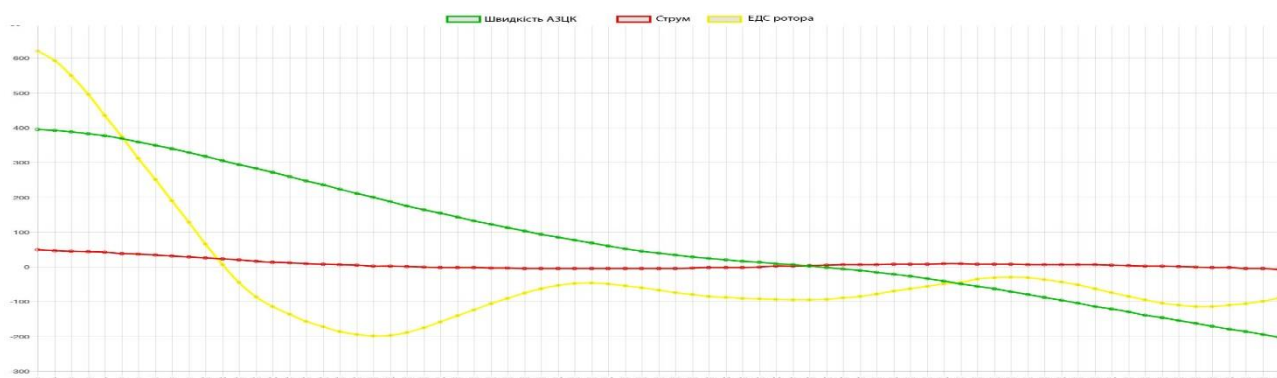


Рис. 3.5 Автокореляційна функція швидкості АЗКЦ, струму АТК та ЕРС ротора

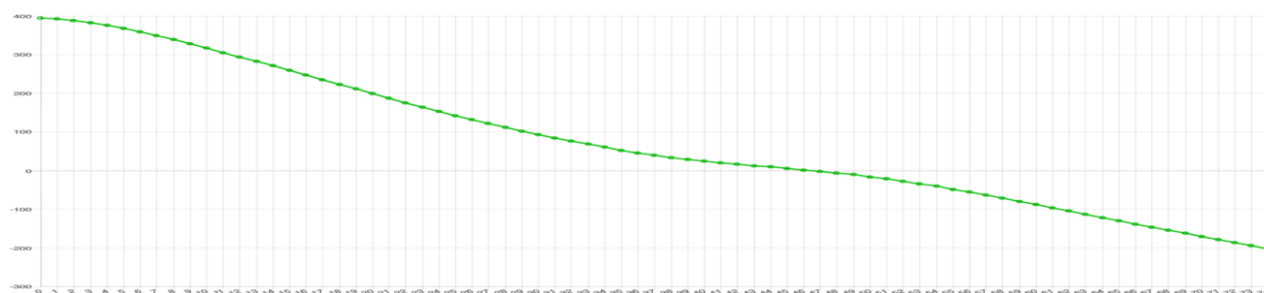


Рис. 3.6 Автокореляційна функція швидкості АЗКЦ

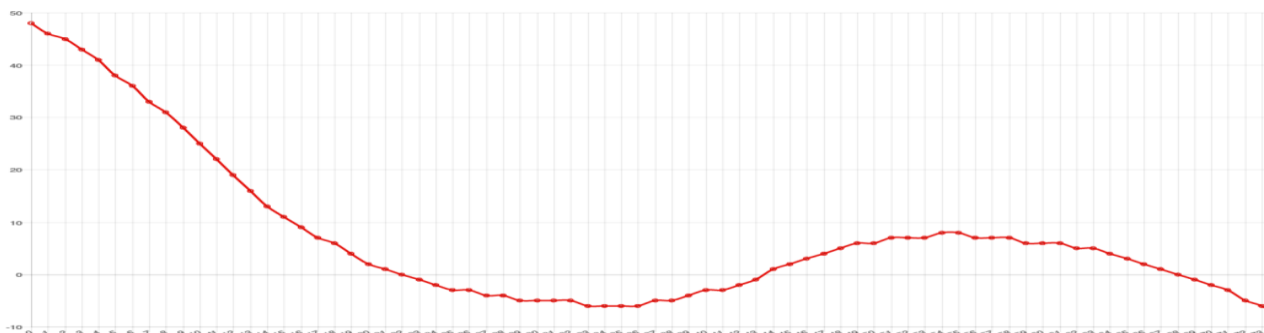


Рис. 3.7 Автокореляційна функція струму АТК

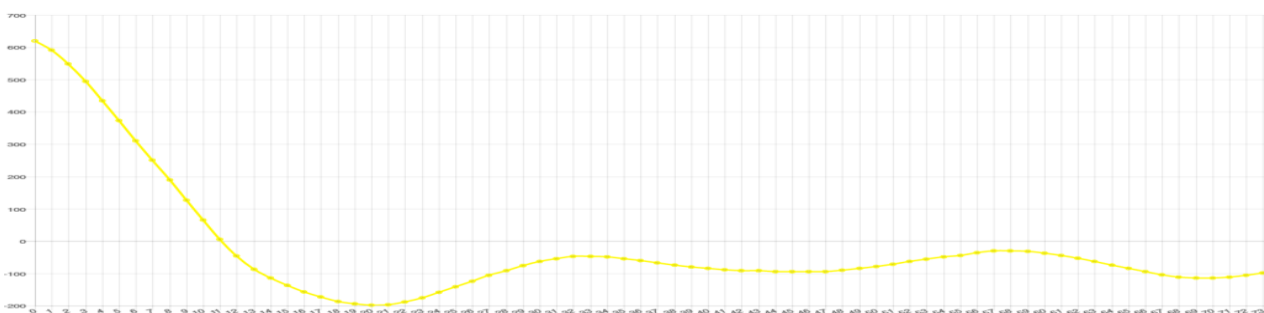


Рис. 3.8 Автокореляційна функція ЕРС ротора

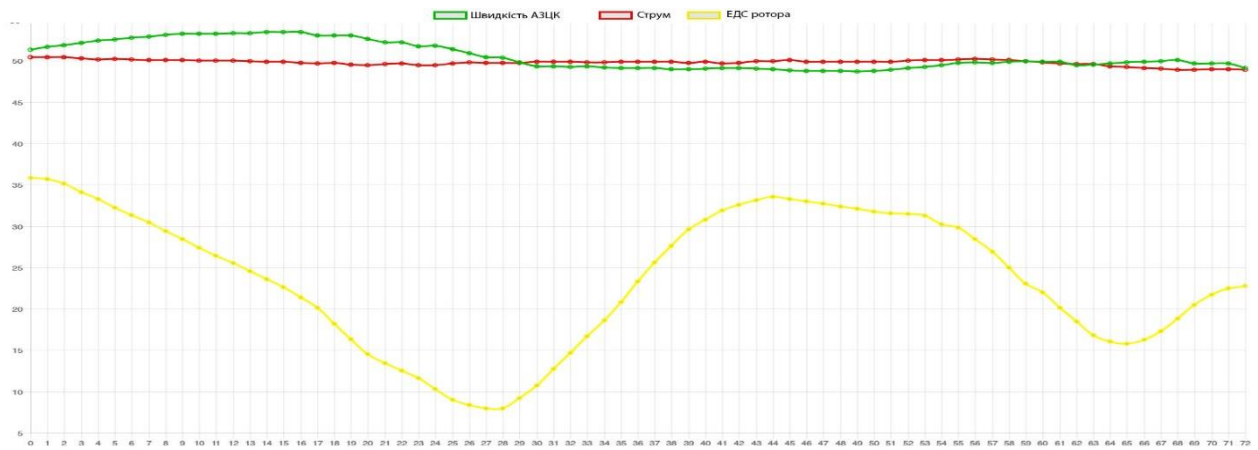


Рис. 3.9 – Кореляційні функції математичного очікування від математичного очікування сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини



Рис.3.10 – Кореляційна функція математичного очікування від математичного очікування сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис.3.11 – Кореляційна функція математичного очікування математичного від очікування сигналу струму АТК підйомної машини

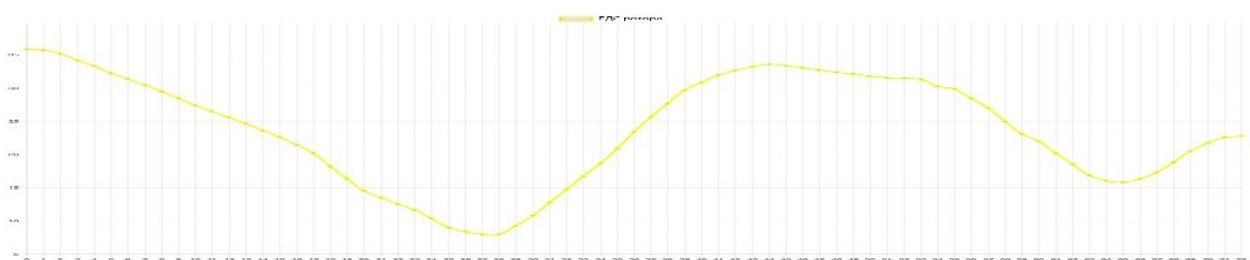


Рис.3.12 – Кореляційна функція математичного очікування від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

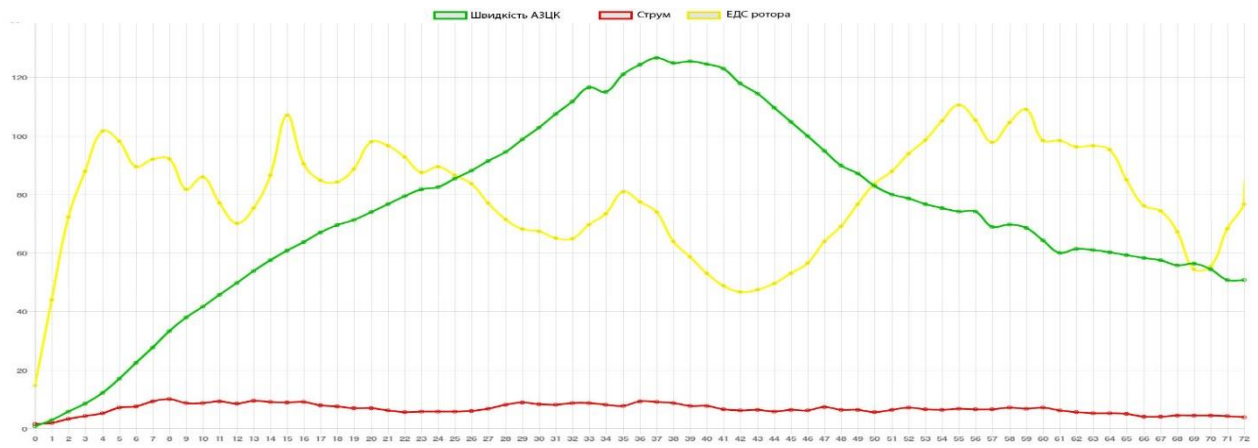


Рис. 3.13 – Кореляційні функції математичного очікування від дисперсії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

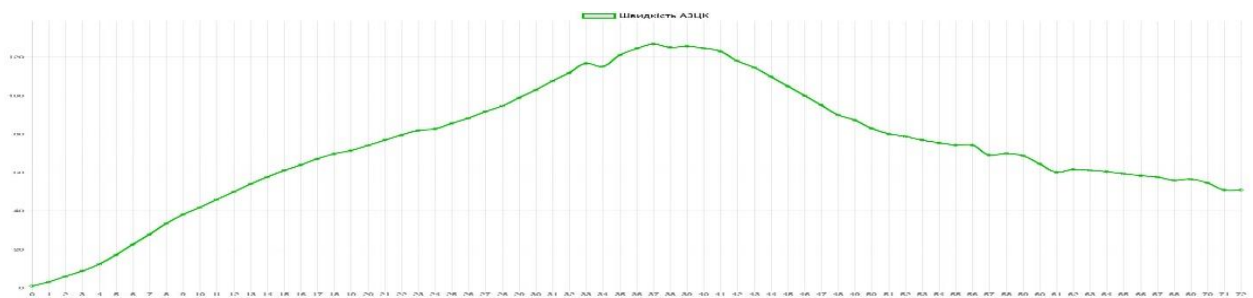


Рис. 3.14 – Кореляційна функція математичного очікування від дисперсії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис. 3.15 – Кореляційна функція математичного очікування від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

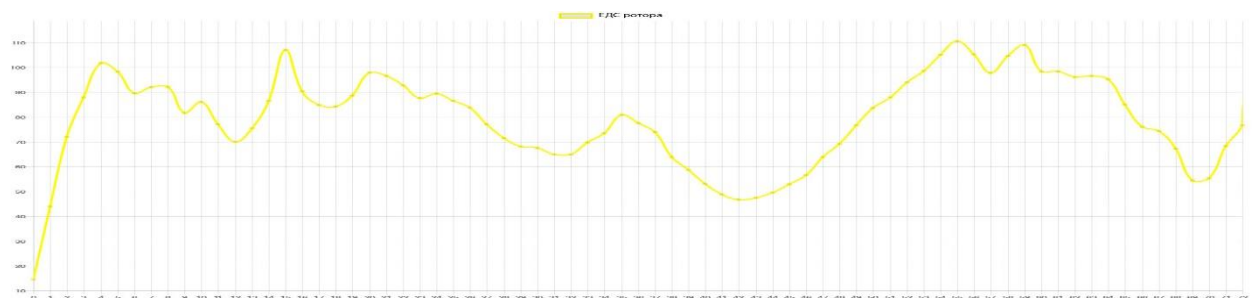


Рис. 3.16 – Кореляційна функція математичного очікування від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

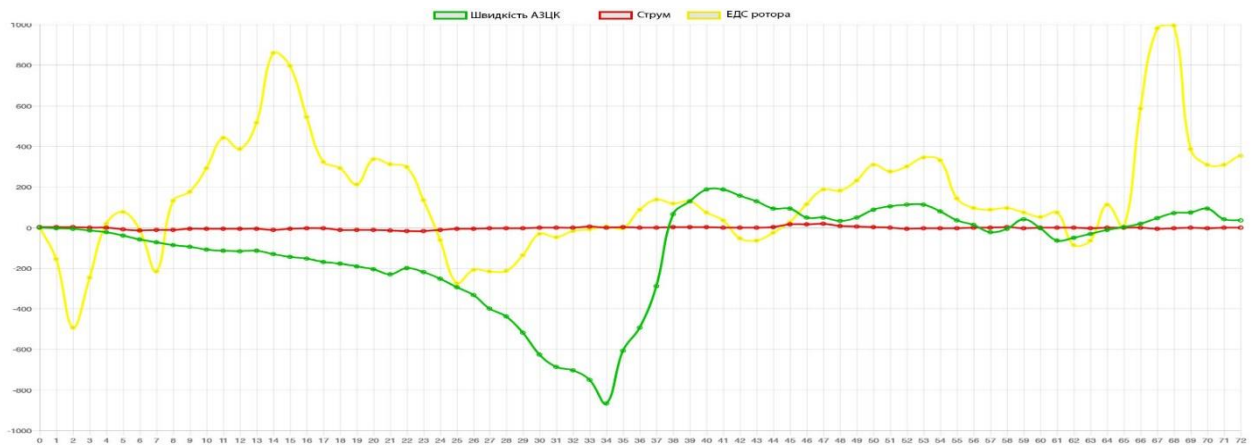


Рис. 3.17 – Кореляційні функції математичного очікування від асиметрії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

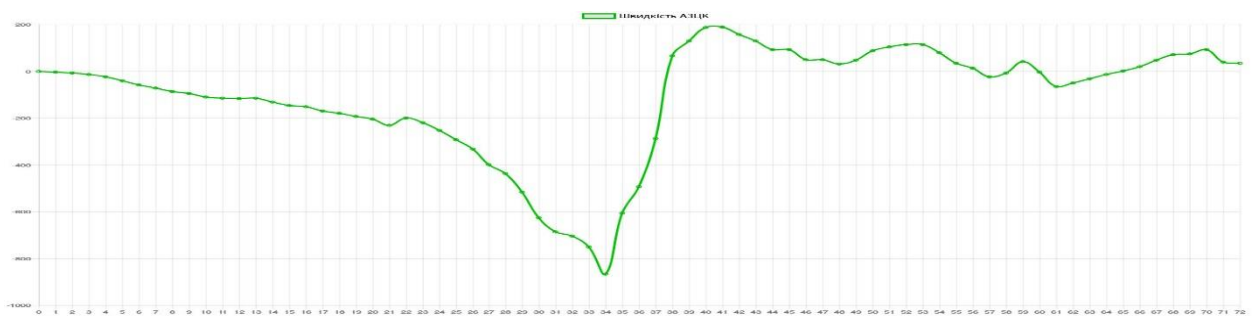


Рис. 3.18 – Кореляційна функція математичного очікування від асиметрії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

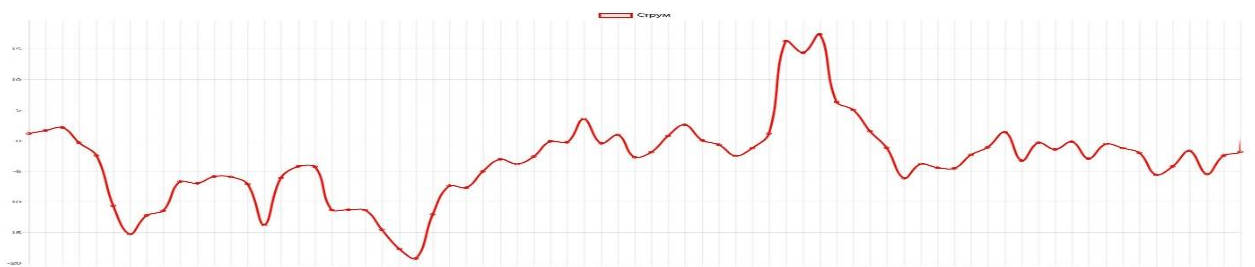


Рис. 3.19 – Кореляційна функція математичного очікування від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

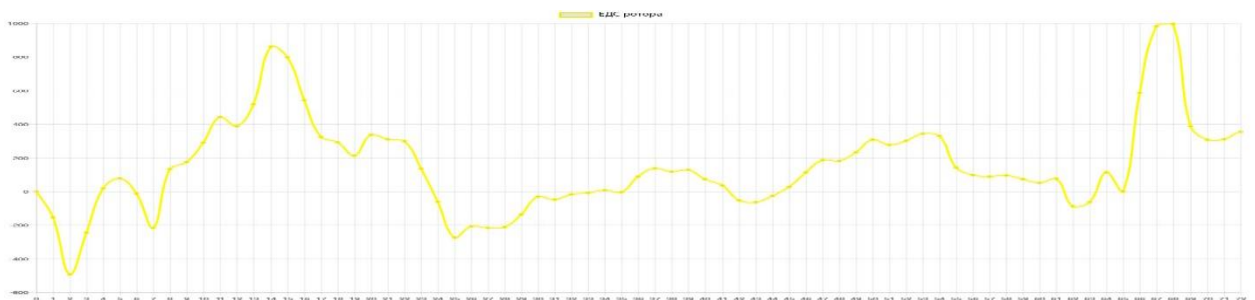


Рис. 3.20 – Кореляційна функція математичного очікування від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

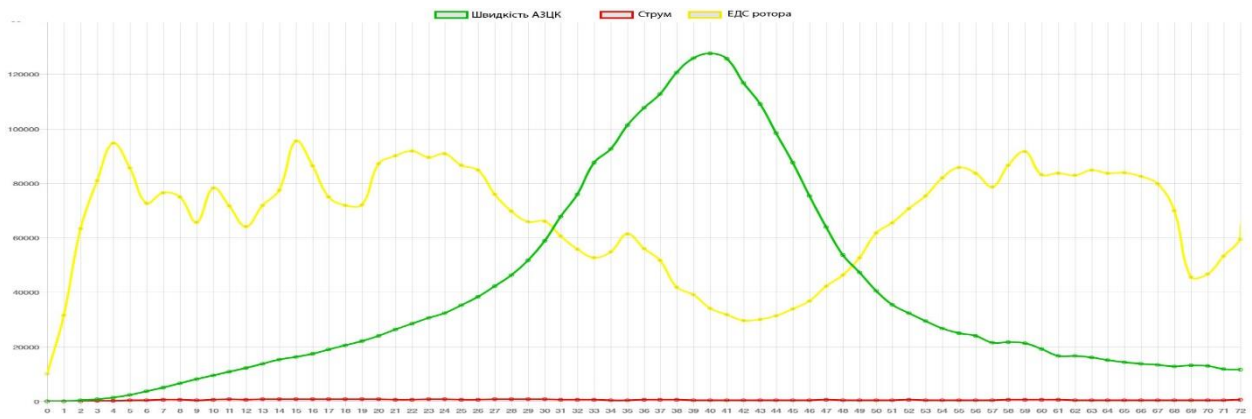


Рис. 3.21 – Кореляційні функції математичного очікування від ексцесу сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

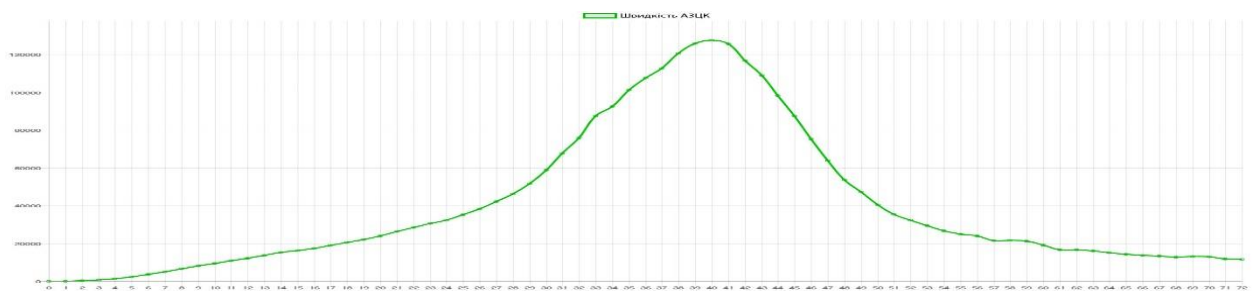


Рис. 3.22 – Кореляційна функція математичного очікування від ексцесу сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис. 3.23 – Кореляційна функція математичного очікування від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

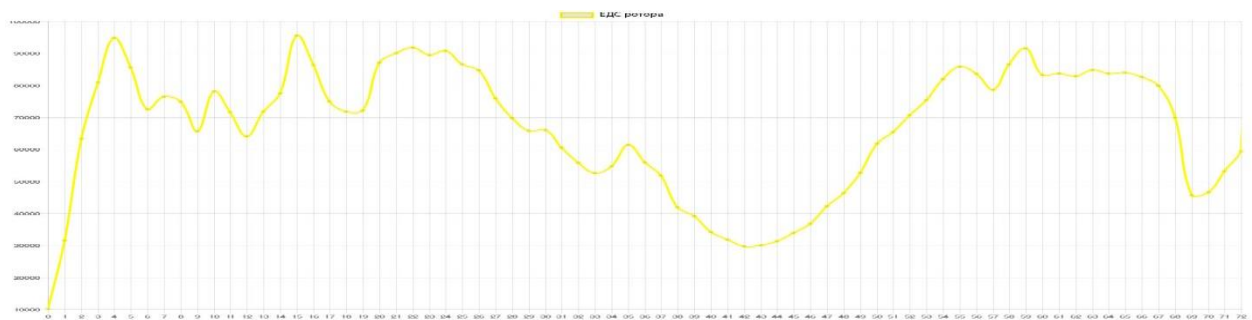


Рис. 3.24 – Кореляційна функція математичного очікування від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

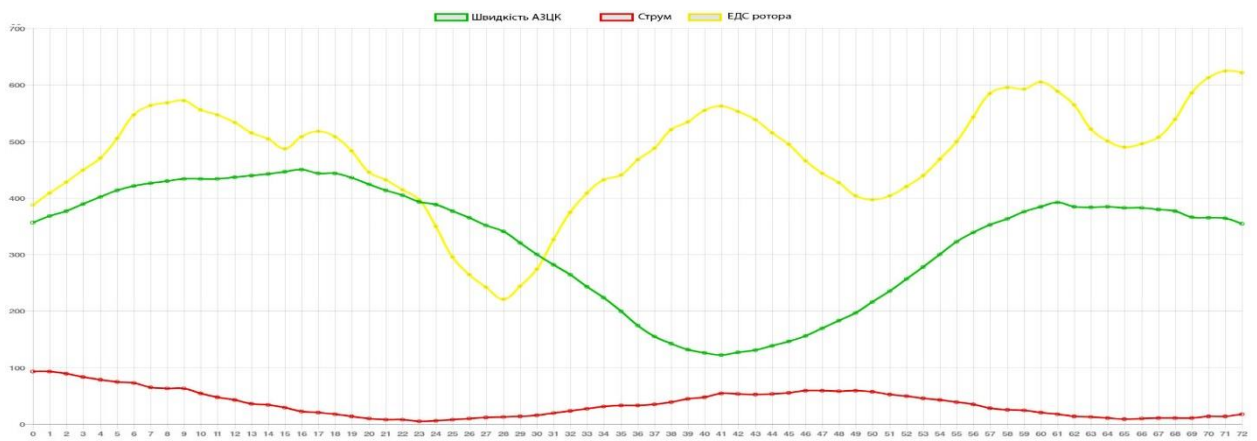


Рис. 3.25 – Кореляційні функції дисперсії від математичного очікування сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

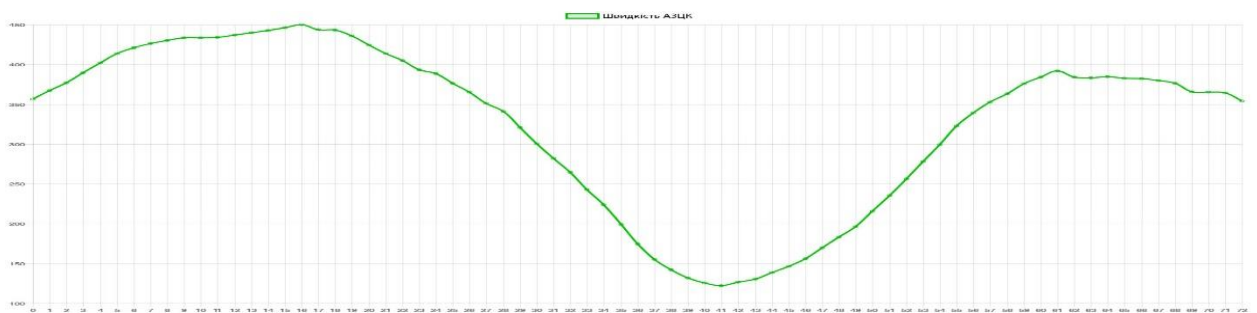


Рис. 3.26 – Кореляційна функція дисперсії від математичного очікування сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис. 3.27 – Кореляційна функція дисперсії від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

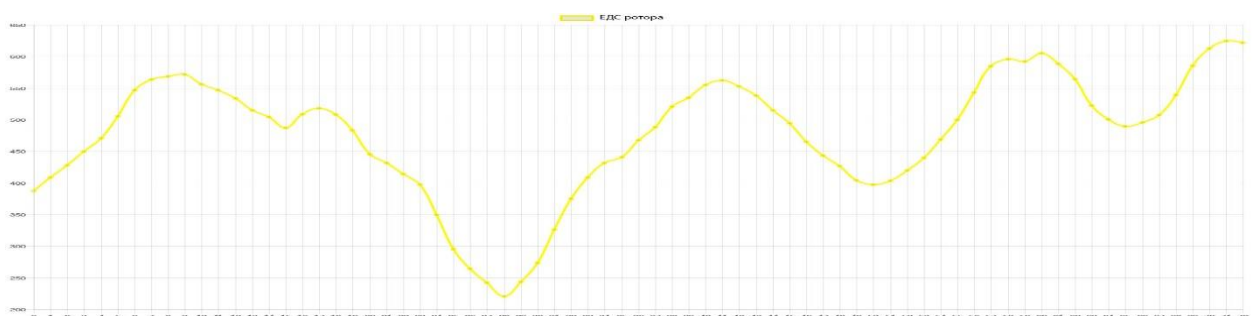


Рис. 3.28 – Кореляційна функція дисперсії від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

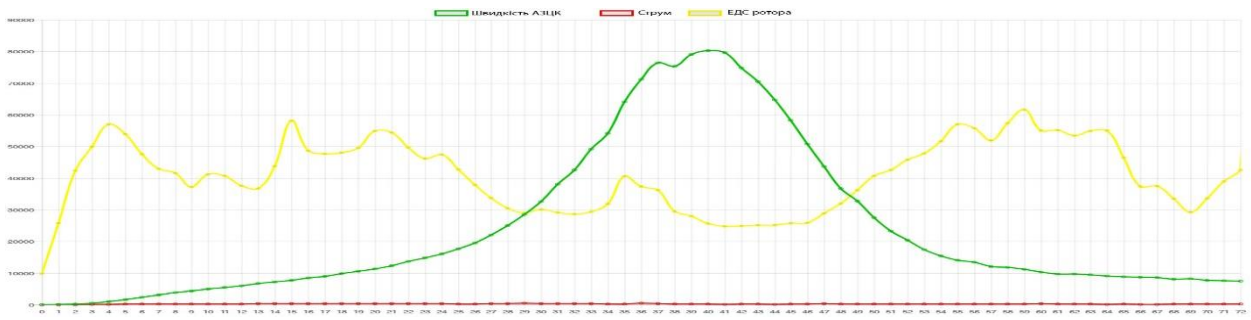


Рис. 3.29 – Кореляційні функції дисперсії від дисперсії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

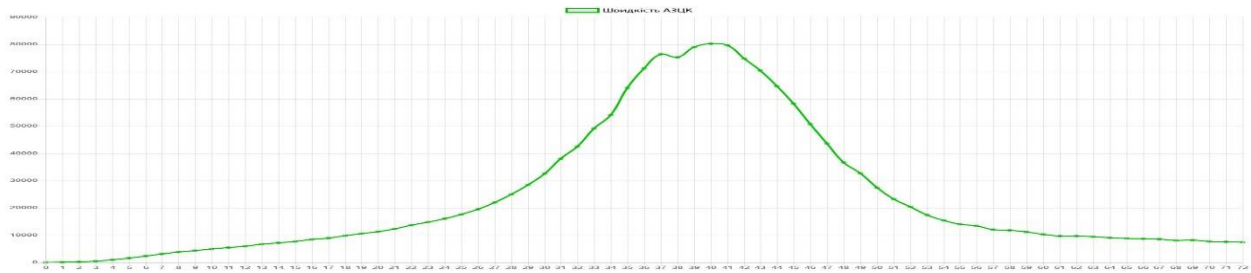


Рис. 3.30 – Кореляційна функція дисперсії від дисперсії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис. 3.31 – Кореляційна функція дисперсії від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

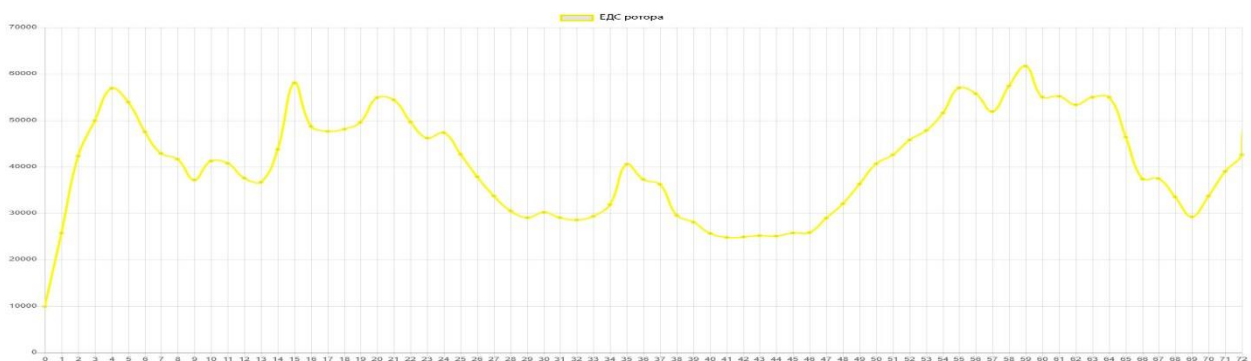


Рис. 3.32 – Кореляційна функція дисперсії від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

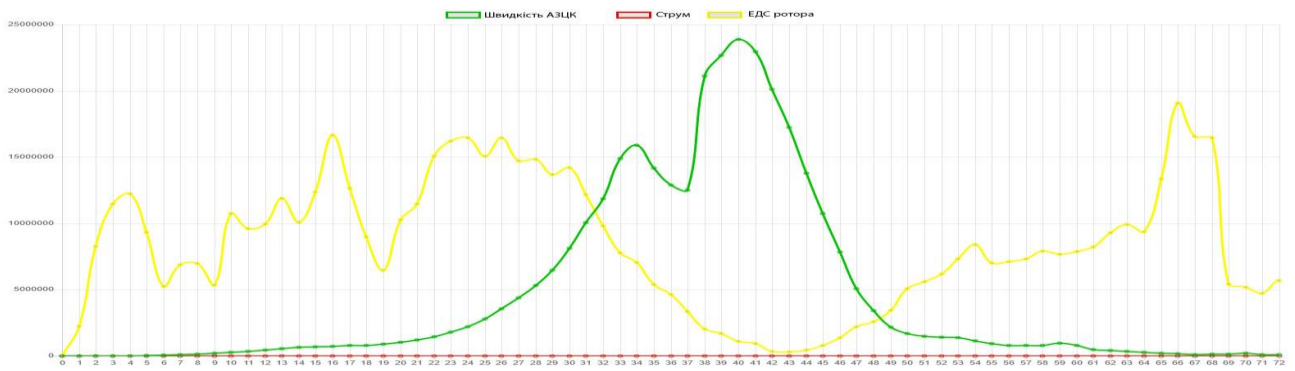


Рис. 3.33 – Кореляційні функції дисперсії від асиметрії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

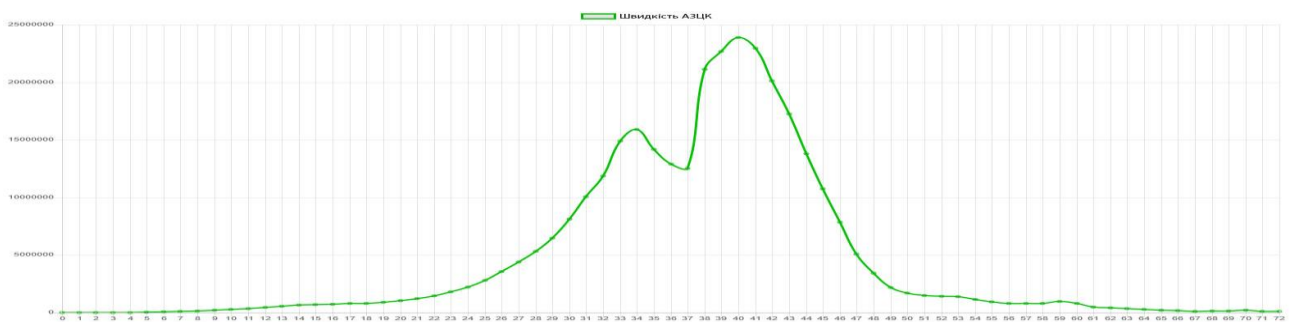


Рис. 3.34 – Кореляційна функція дисперсії від асиметрії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис. 3.35 – Кореляційна функція дисперсії від асиметрії сигналу струму АЗКЦ підйомної машини

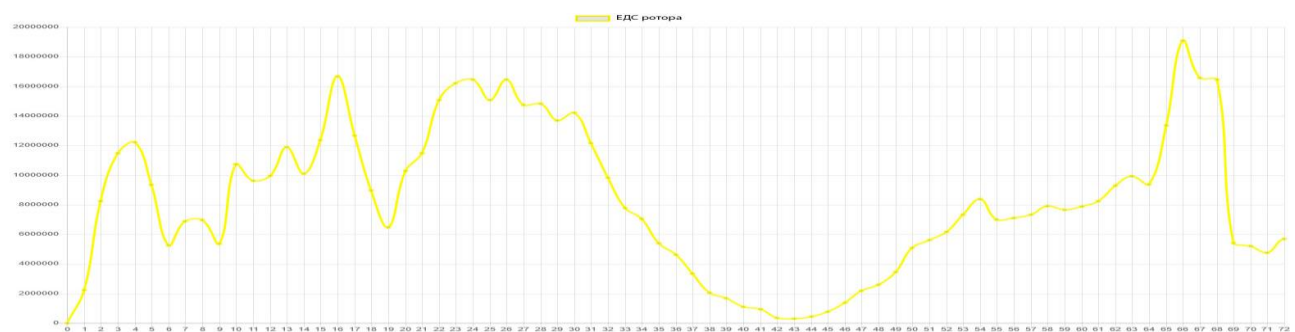


Рис. 3.36 – Кореляційна функція дисперсії від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

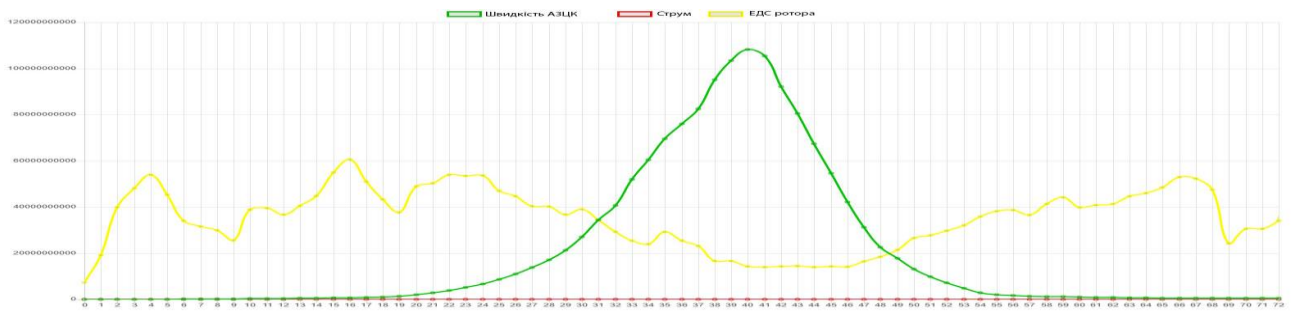


Рис. 3.37 – Кореляційні функції дисперсії від ексцесу сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

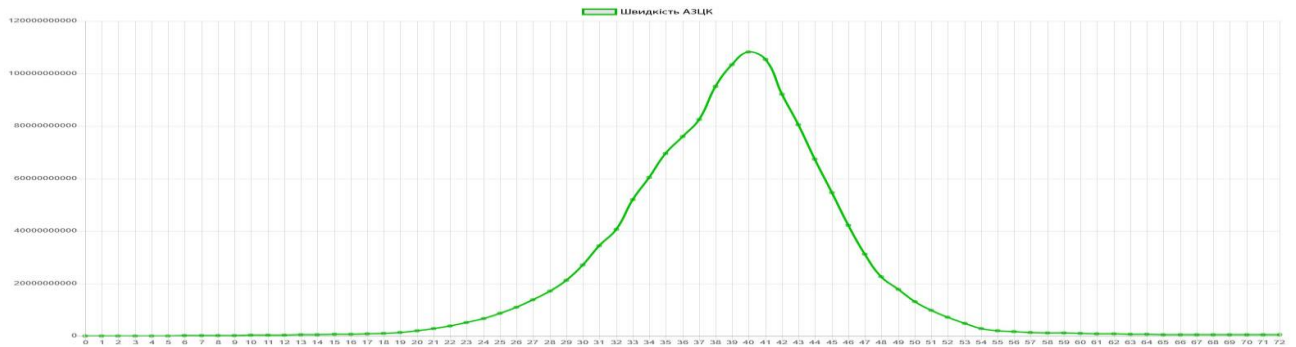


Рис. 3.38 – Кореляційна функція дисперсії від ексцесу сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис. 3.39 – Кореляційна функція дисперсії від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

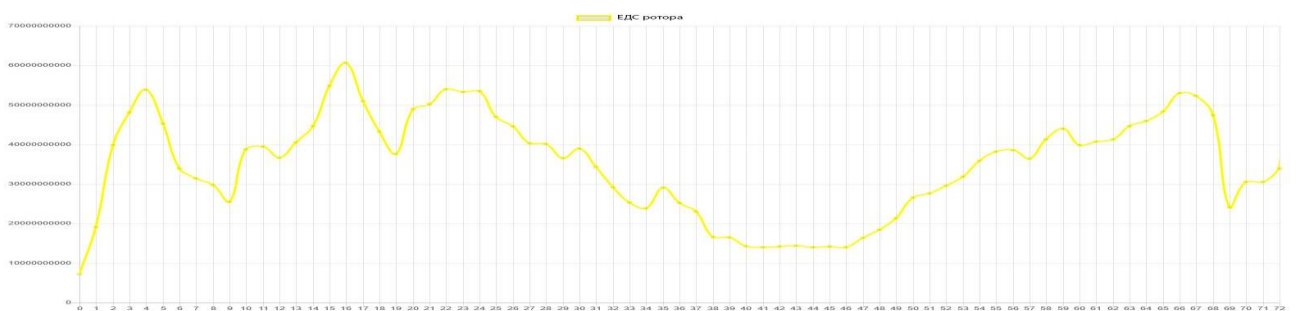


Рис. 3.40 – Кореляційна функція дисперсії від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

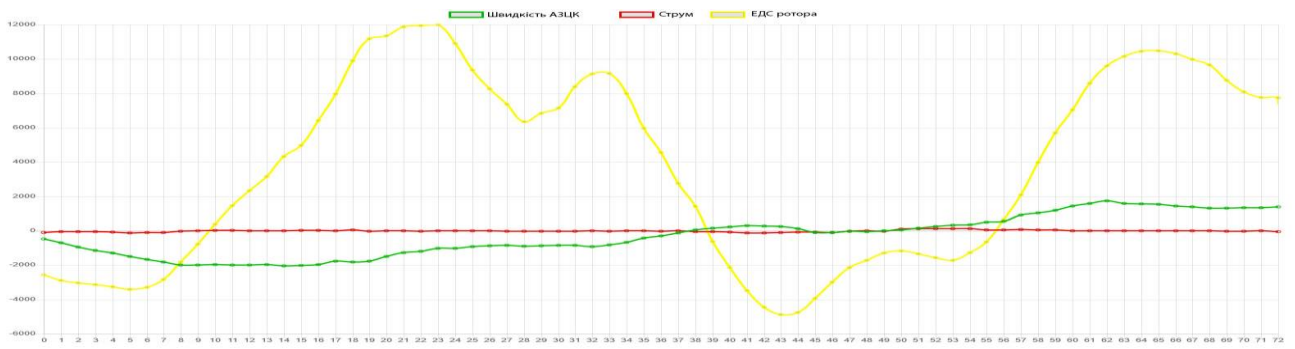


Рис. 3.41 – Кореляційні функції асиметрії від математичного очікування сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

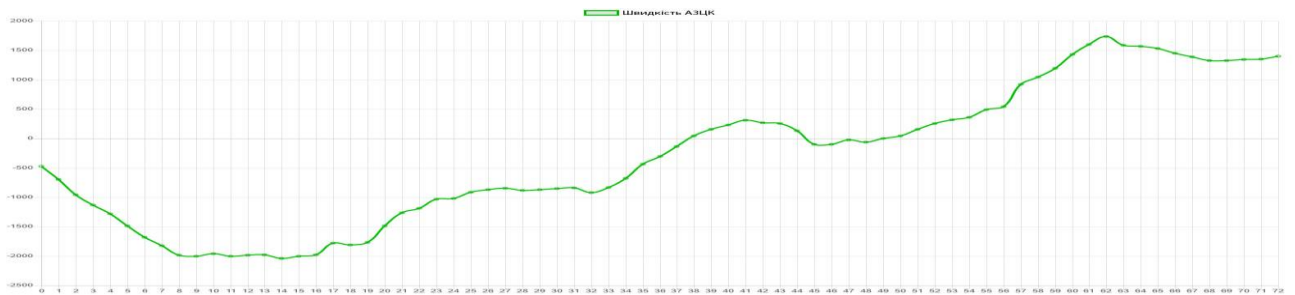


Рис.3.42 – Кореляційна функція асиметрії від математичного очікування сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис.3.43 – Кореляційна функція асиметрії від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

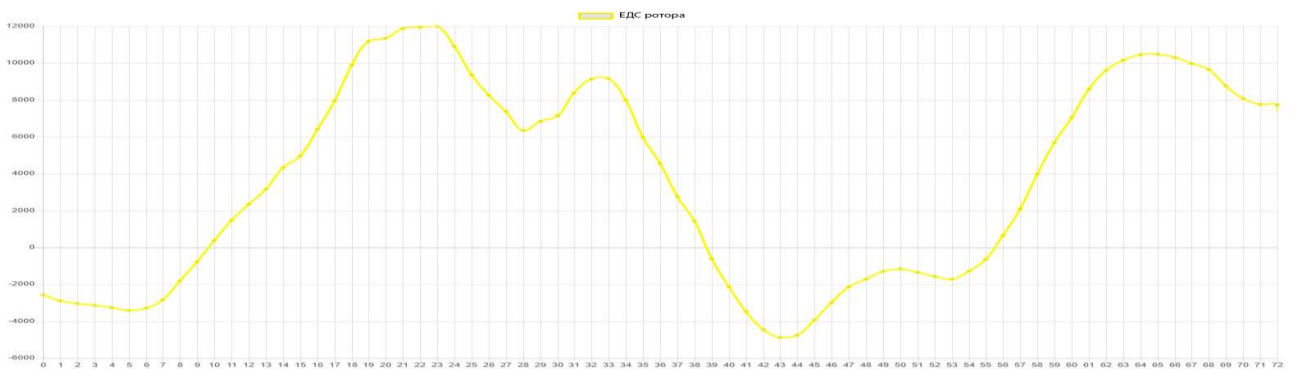


Рис.3.44 – Кореляційна функція асиметрії від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

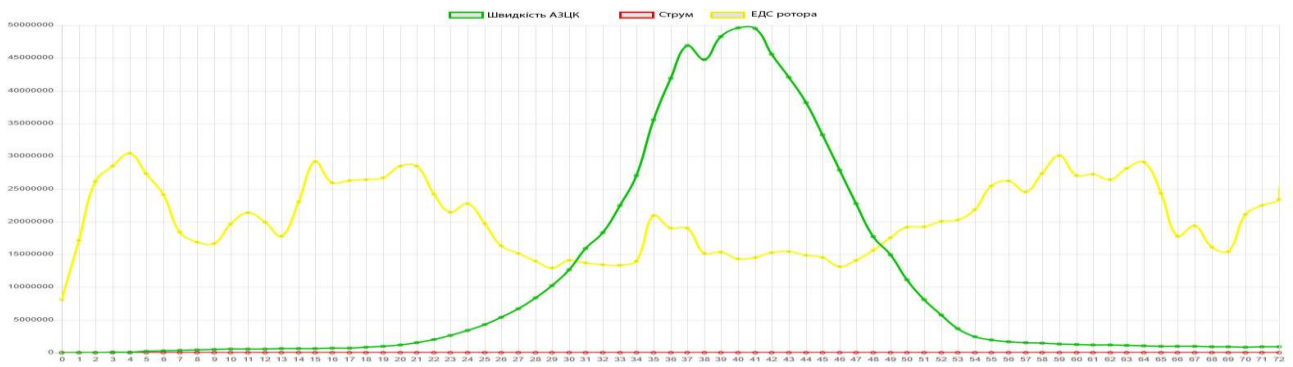


Рис. 3.45 – Кореляційні функції асиметрії від дисперсії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

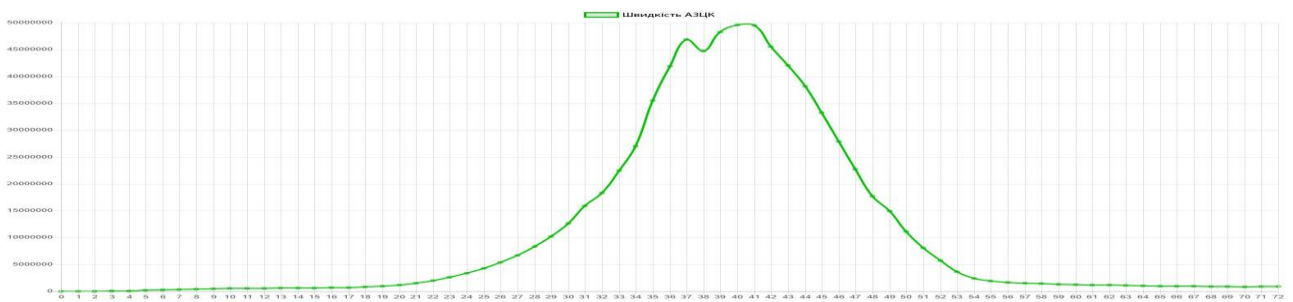


Рис.3.46 – Кореляційна функція асиметрії від дисперсії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис.3.47 – Кореляційна функція асиметрії від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

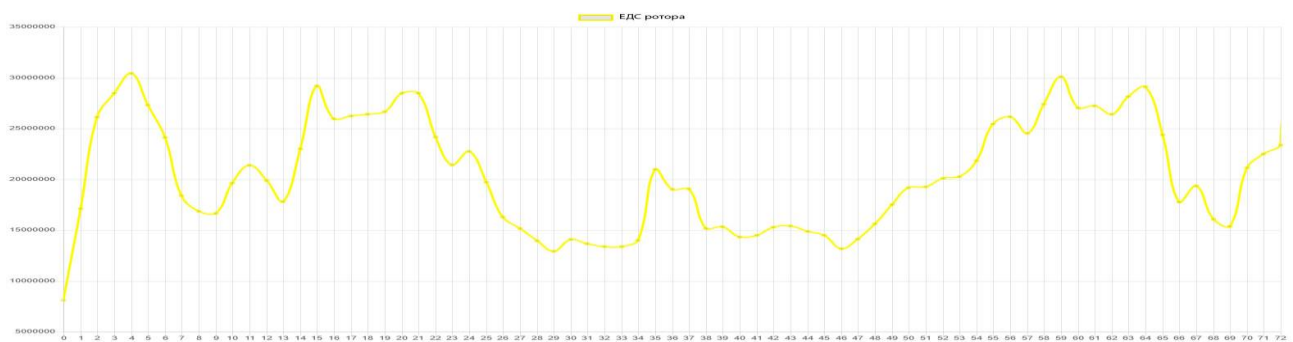


Рис.3.48 – Кореляційна функція асиметрії від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

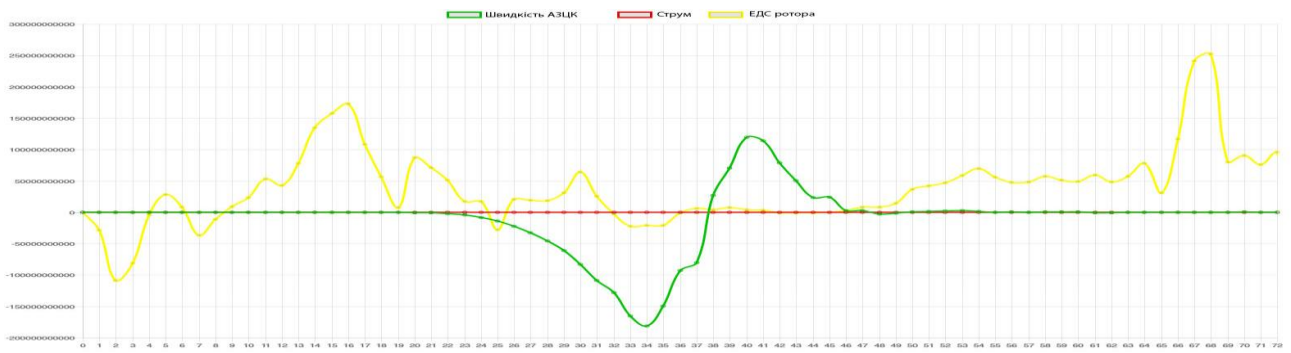


Рис. 3.49 – Кореляційні функції асиметрії від асиметрії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

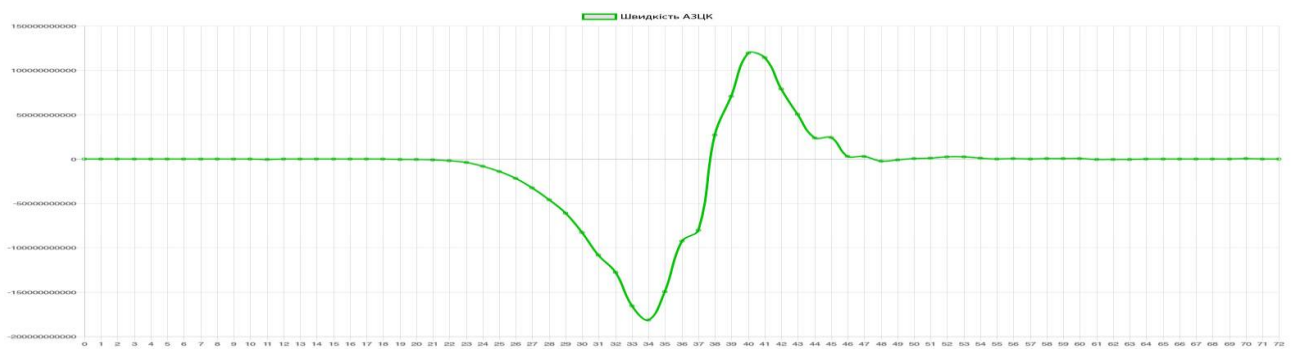


Рис.3.50 – Кореляційна функція асиметрії від асиметрії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

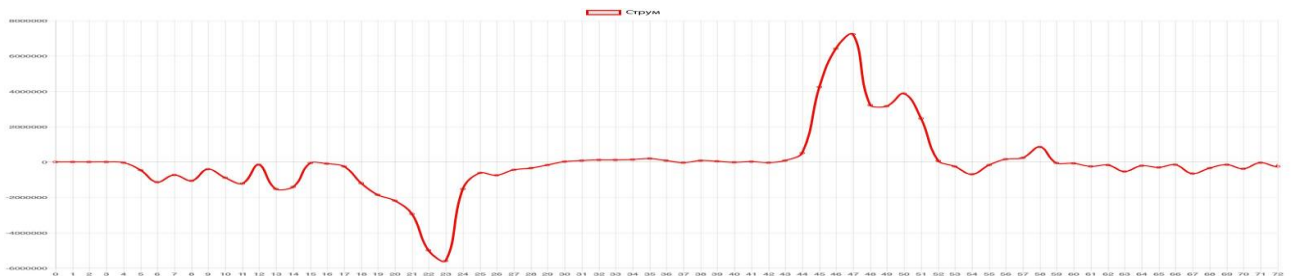


Рис.3.51 – Кореляційна функція асиметрії від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

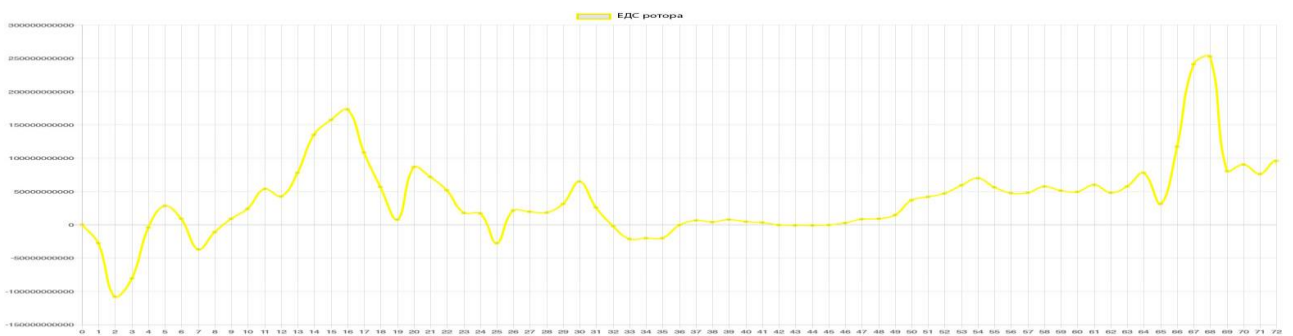


Рис.3.52 – Кореляційна функція асиметрії від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

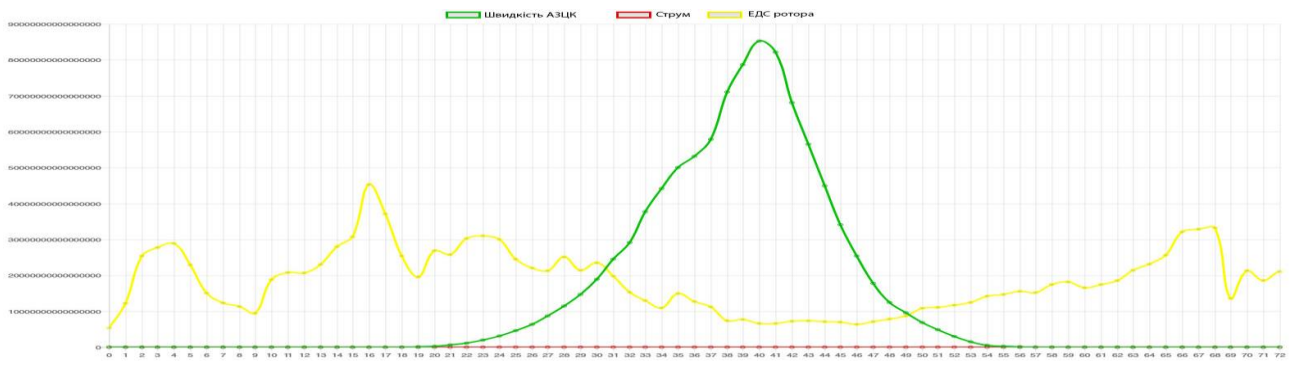


Рис. 3.53 – Кореляційні функції асиметрії від ексцесу сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

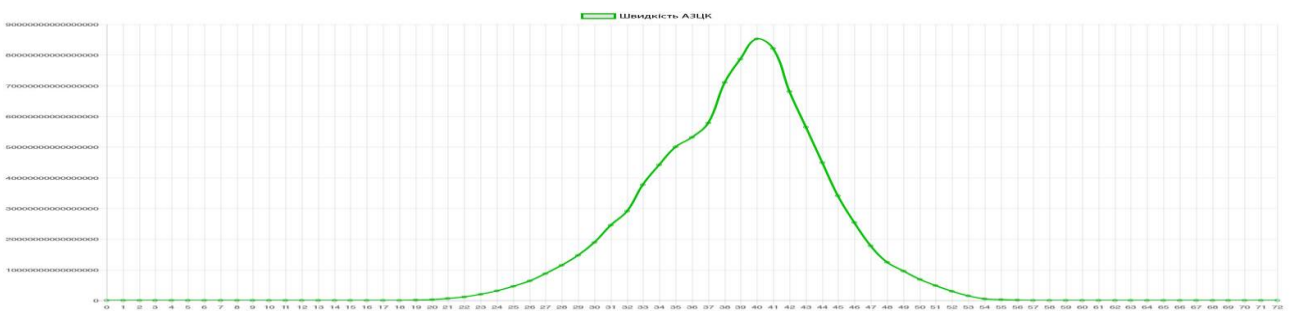


Рис.3.54 – Кореляційна функція асиметрії від ексцесу сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис.3.55 – Кореляційна функція асиметрії від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

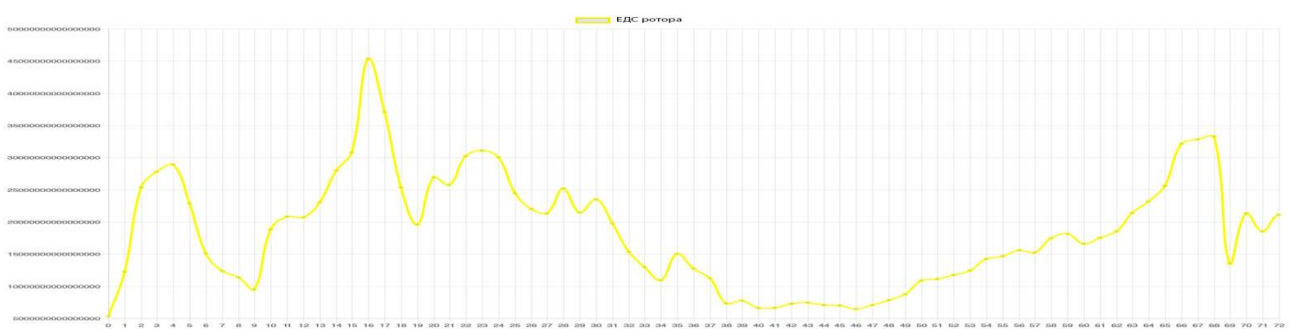


Рис.3.56 – Кореляційна функція асиметрії від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини



Рис. 3.57 – Кореляційні функції ексцесу від математичного очікування сигналів (швидкості, струму та ЕДС ротора) підйомної машини

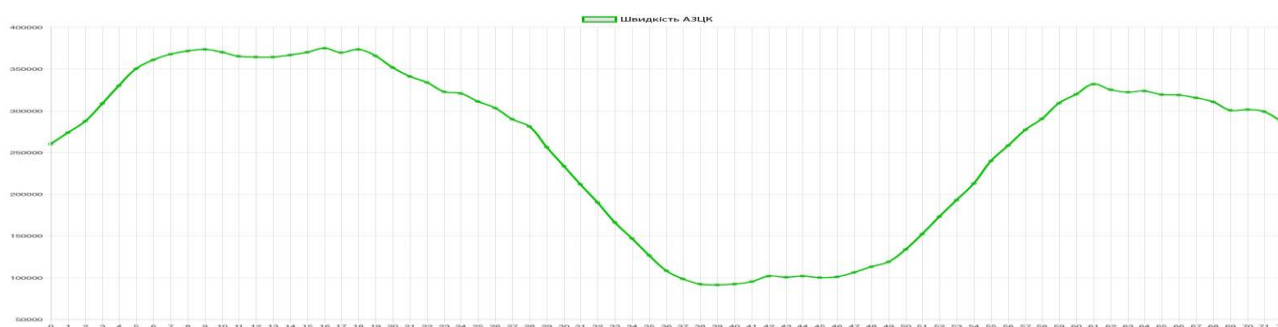


Рис.3.58 – Кореляційна функція ексцесу від математичного очікування сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

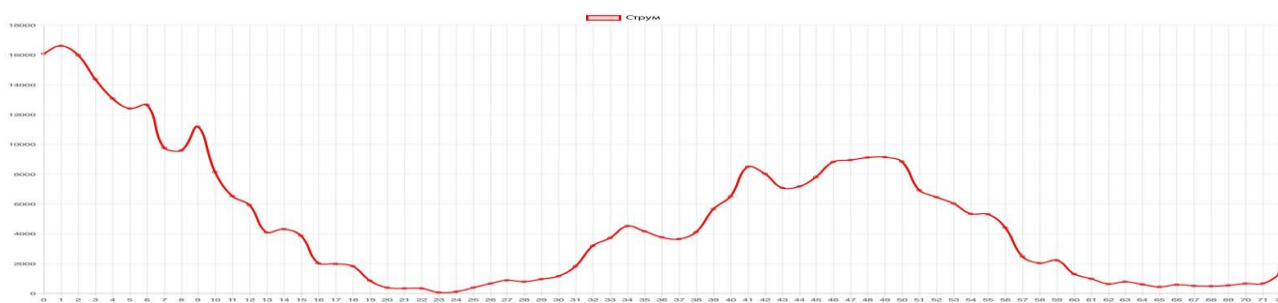


Рис.3.59 – Кореляційна функція ексцесу від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

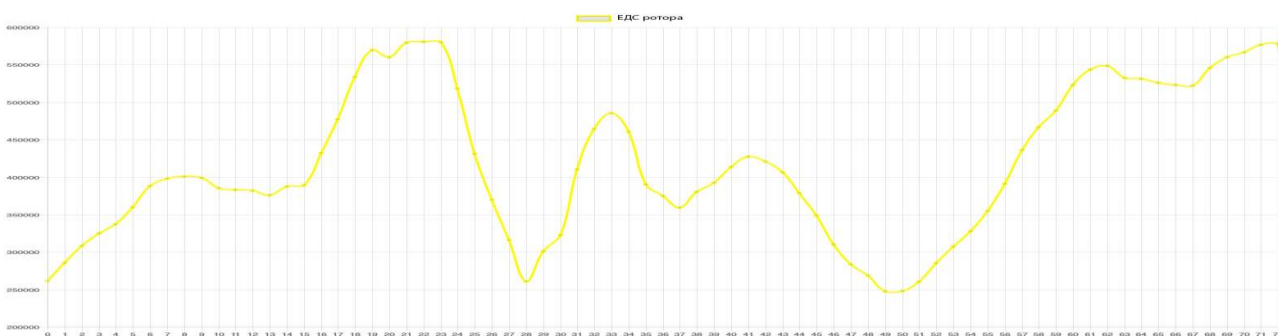


Рис.3.60 – Кореляційна функція ексцесу від математичного очікування сигналу ЕДС ротора підйомної машини

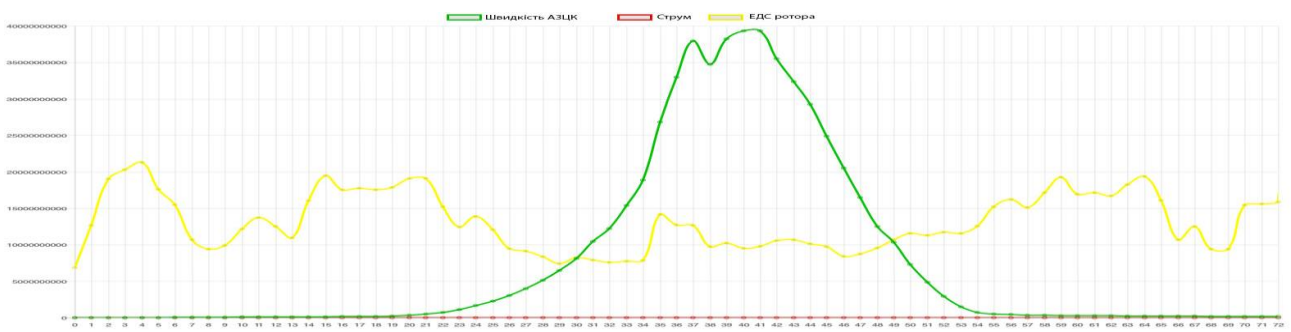


Рис. 3.61 – Кореляційні функції ексцесу від дисперсії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

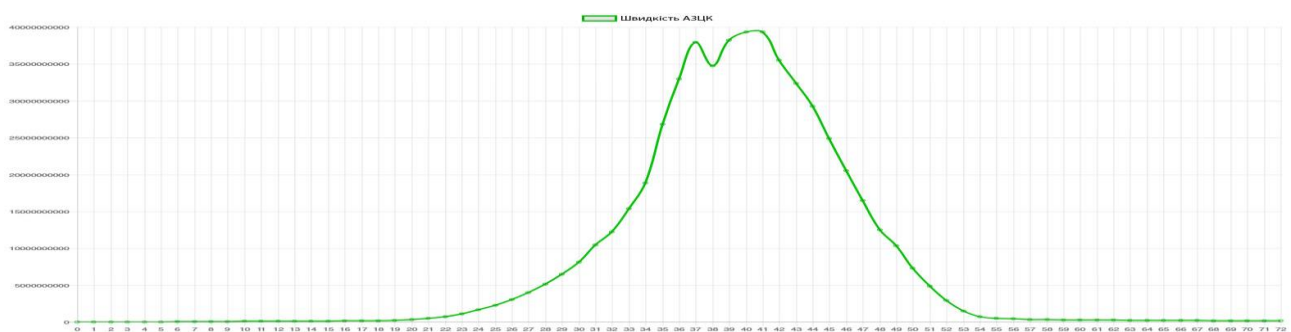


Рис.3.62 – Кореляційна функція ексцесу від дисперсії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис.3.63 – Кореляційна функція ексцесу від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

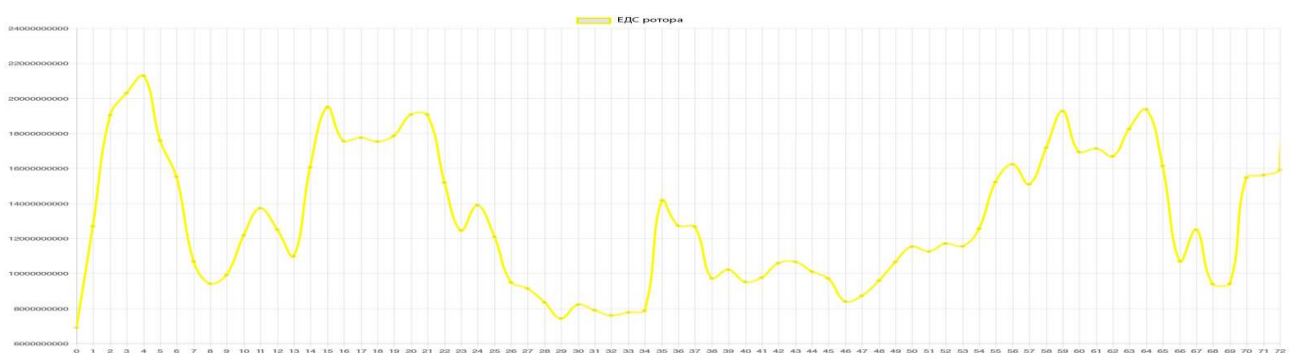


Рис.3.64 – Кореляційна функція ексцесу від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

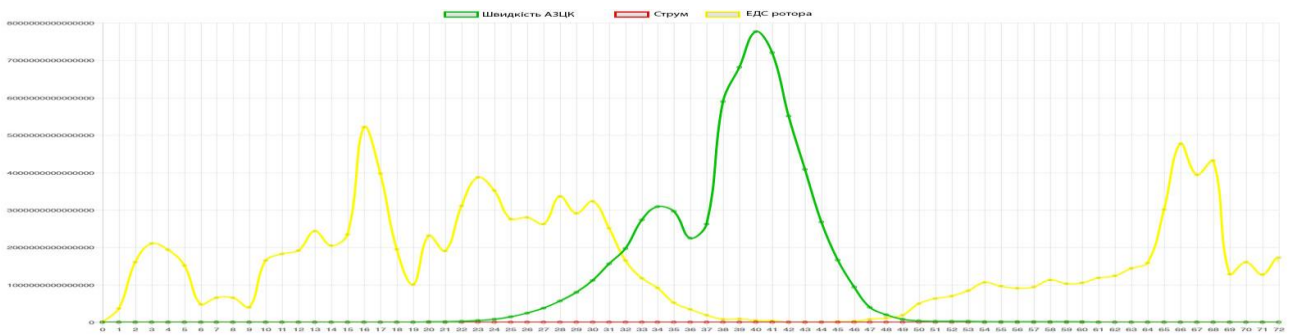


Рис. 3.65 – Кореляційні функції ексцесу від асиметрії сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

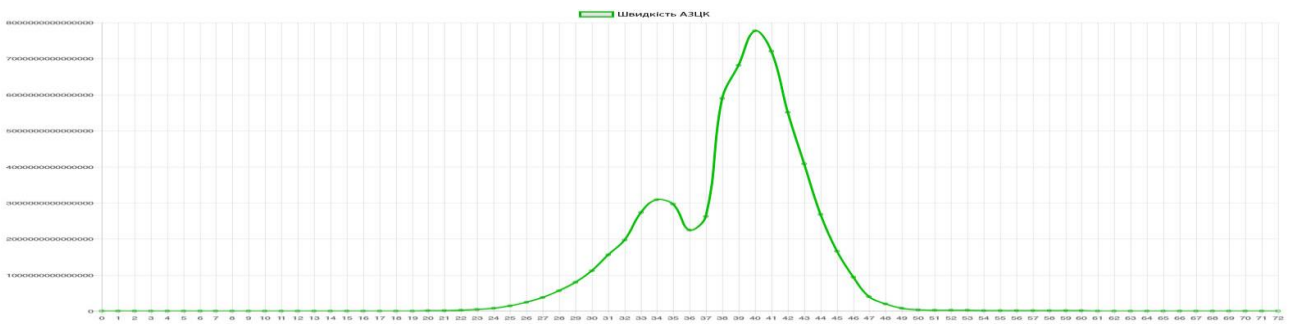


Рис.3.66 – Кореляційна функція ексцесу від асиметрії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

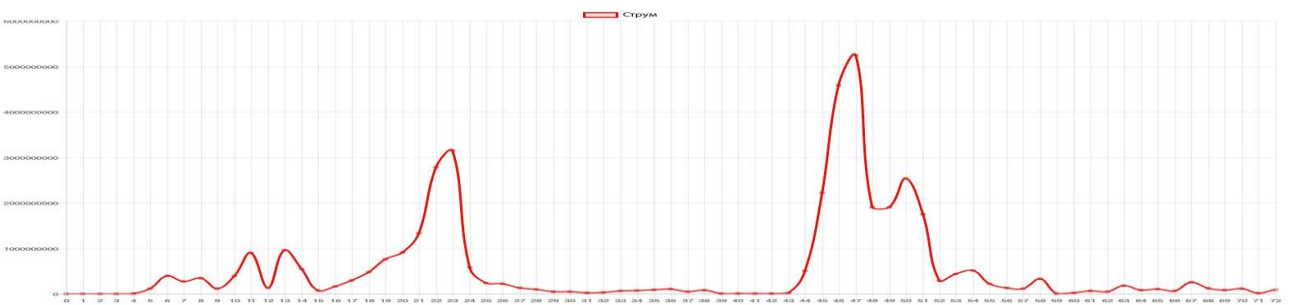


Рис.3.67 – Кореляційна функція ексцесу від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

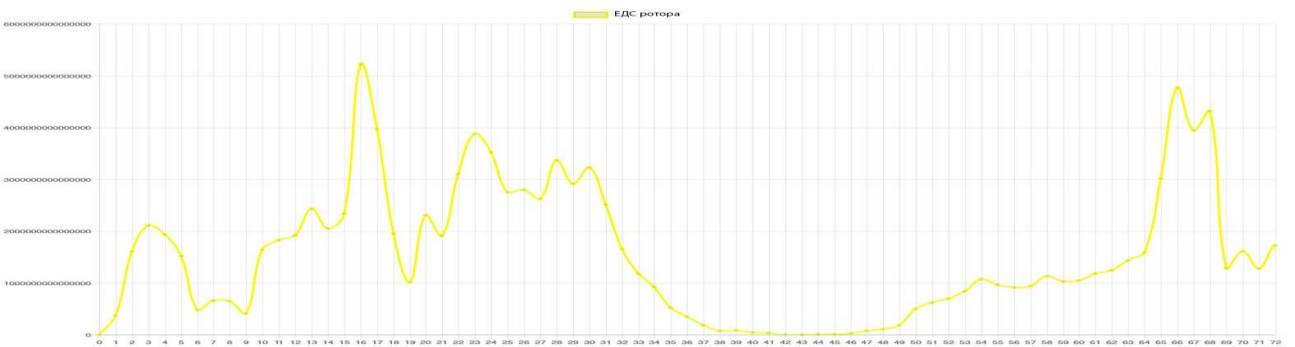


Рис.3.68 – Кореляційна функція ексцесу від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

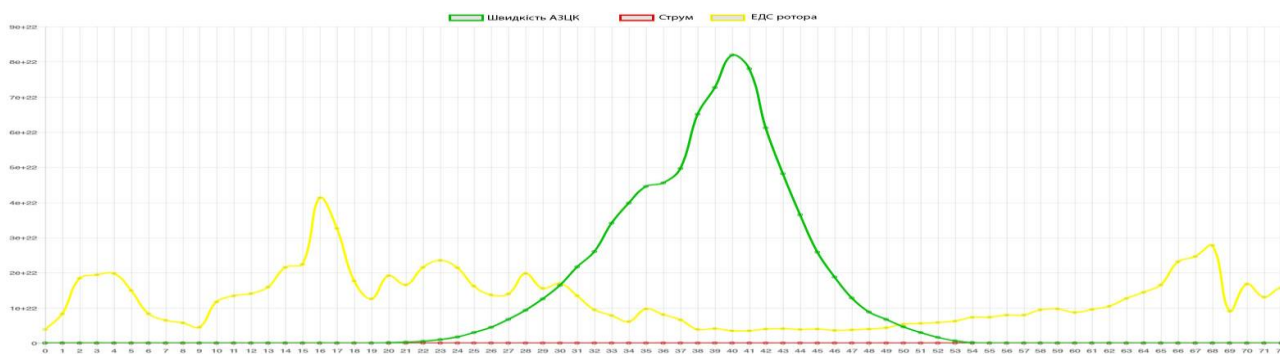


Рис. 3.69 – Кореляційні функції ексцесу від ексцесу сигналів (швидкості, струму та ЕРС ротора) підйомної машини

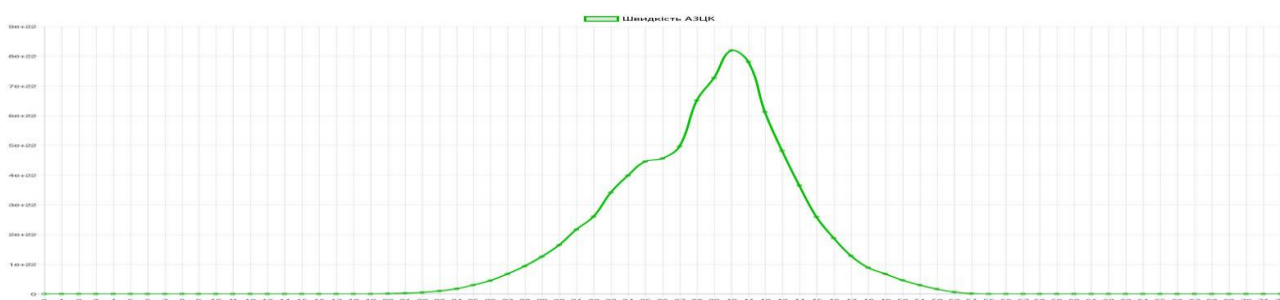


Рис.3.70 – Кореляційна функція ексцесу від ексцесу сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини



Рис.3.71 – Кореляційна функція ексцесу від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

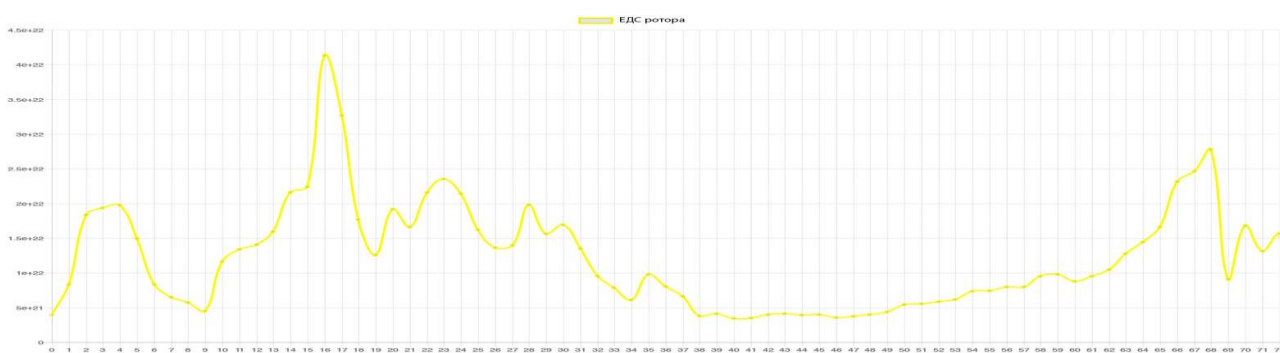


Рис.3.72 – Кореляційна функція ексцесу від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

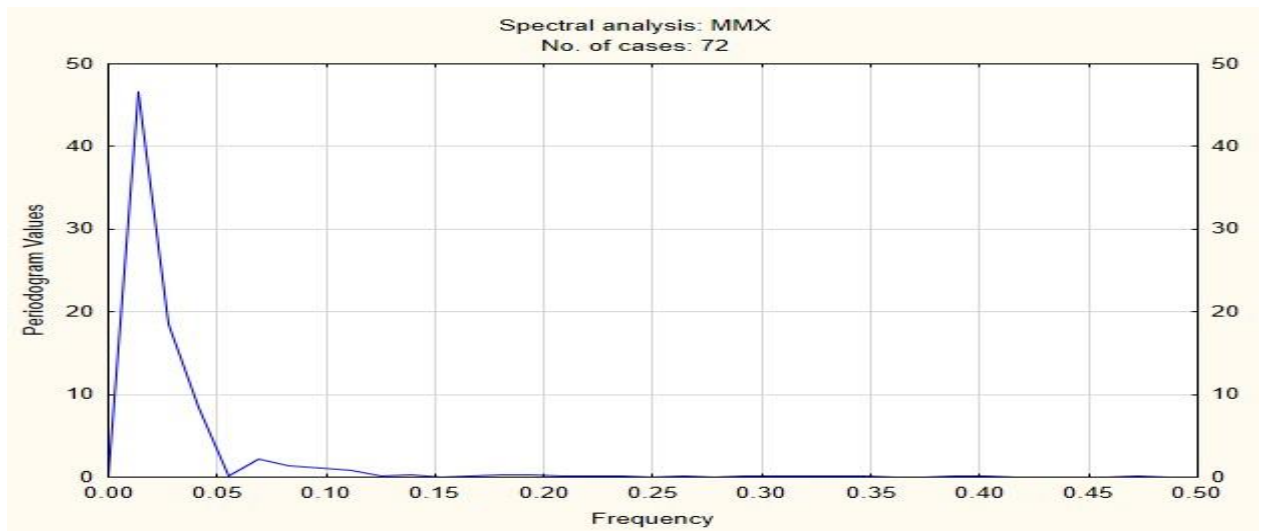


Рис. 3.73 – Періодограма математичного очікування від математичного очікування сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

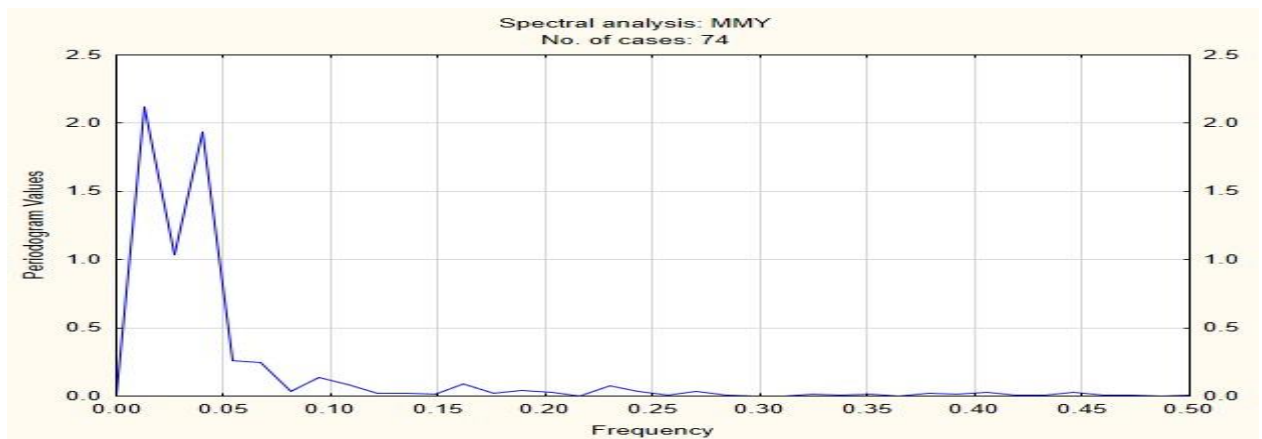


Рис.3.74 –Періодограма математичного очікування від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

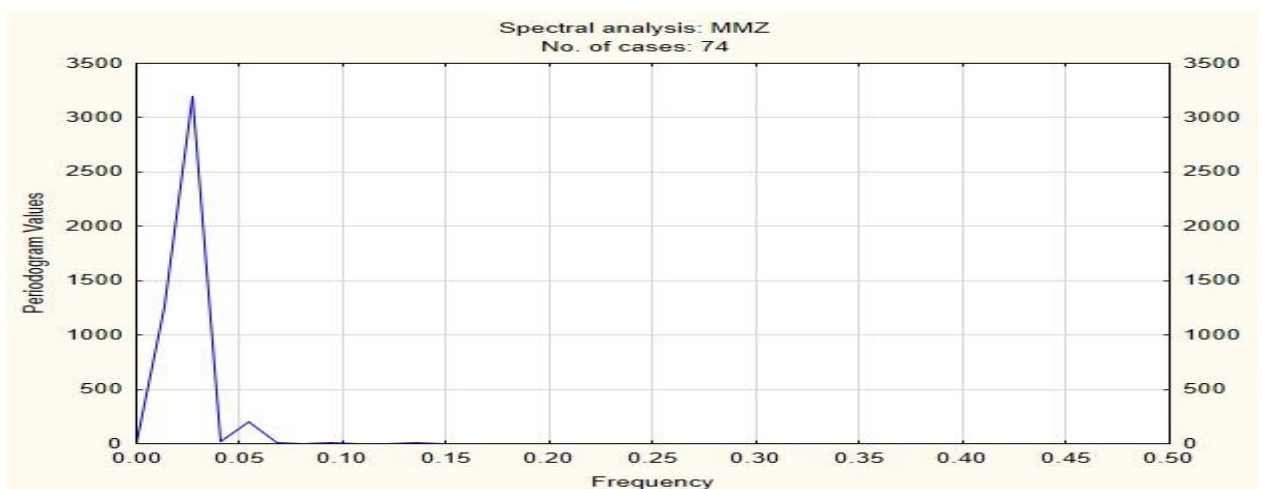


Рис.3.75 – Періодограма математичного очікування від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

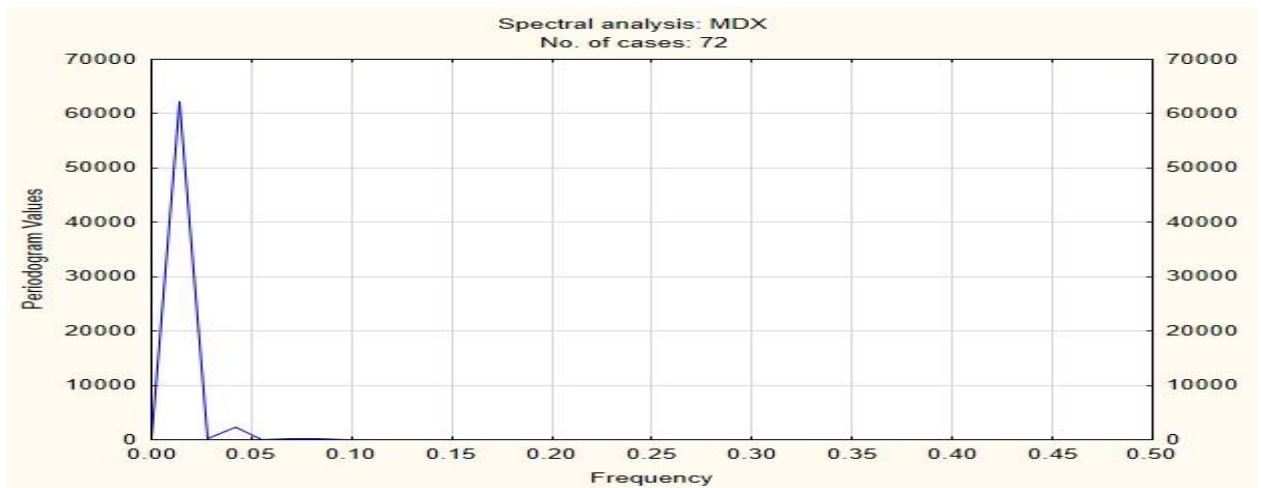


Рис. 3.76 – Періодограма математичного очікування від дисперсії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

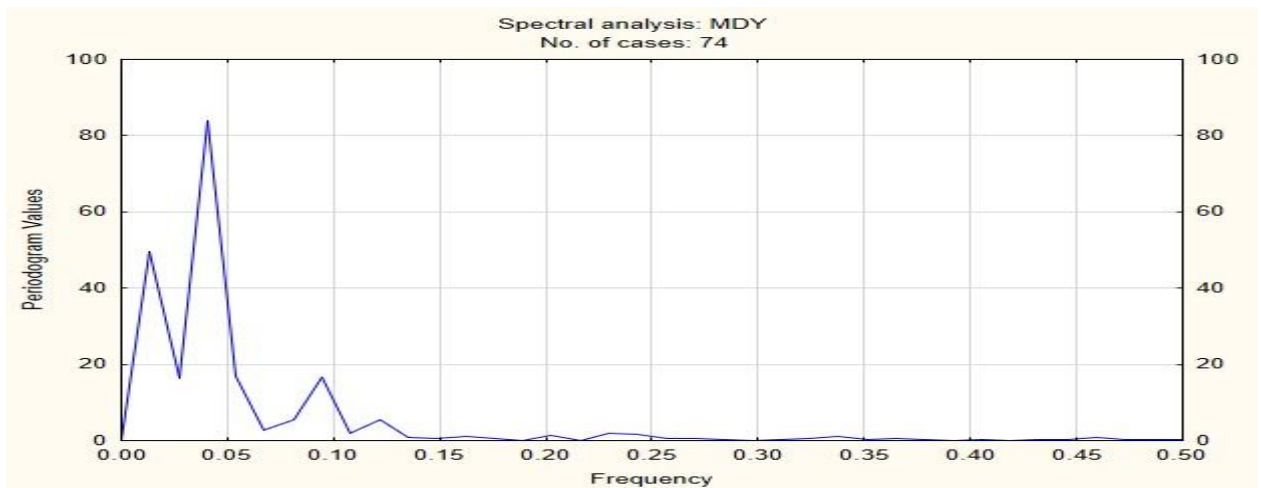


Рис.3.77 –Періодограма математичного очікування від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

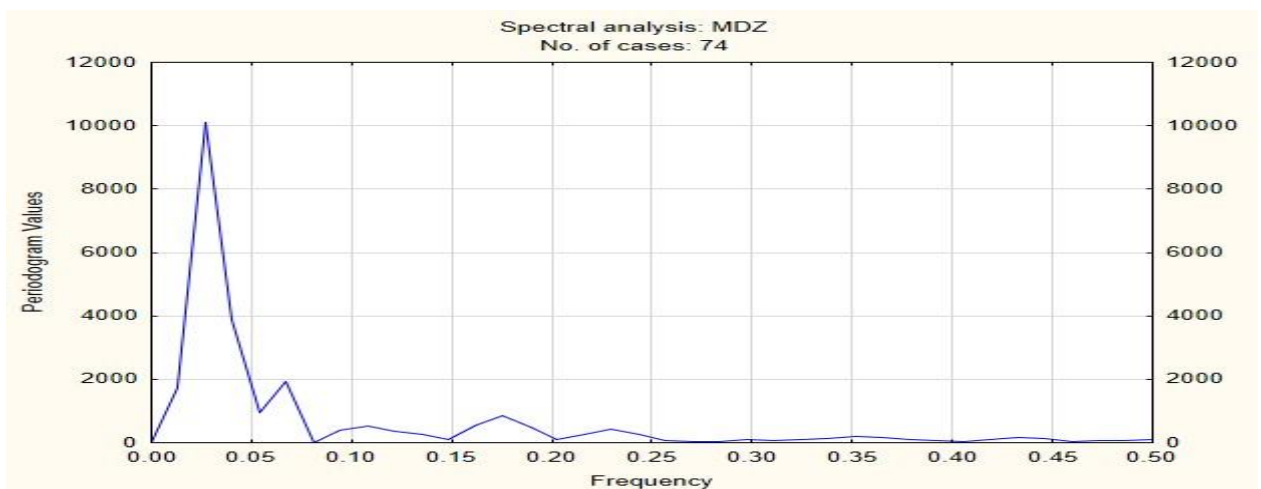


Рис.3.78 – Періодограма математичного очікування від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

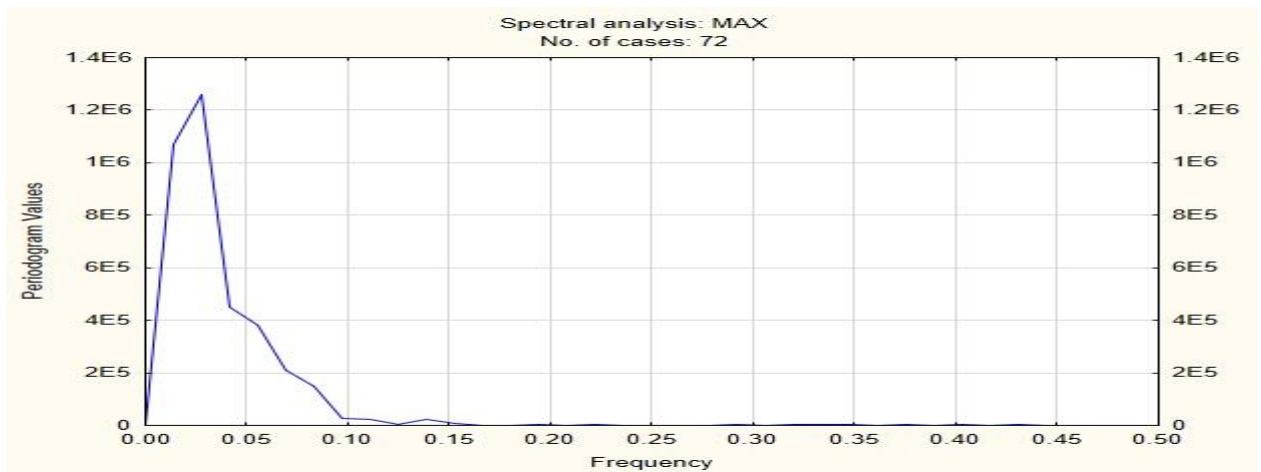


Рис. 3.79 – Періодограма математичного очікування від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

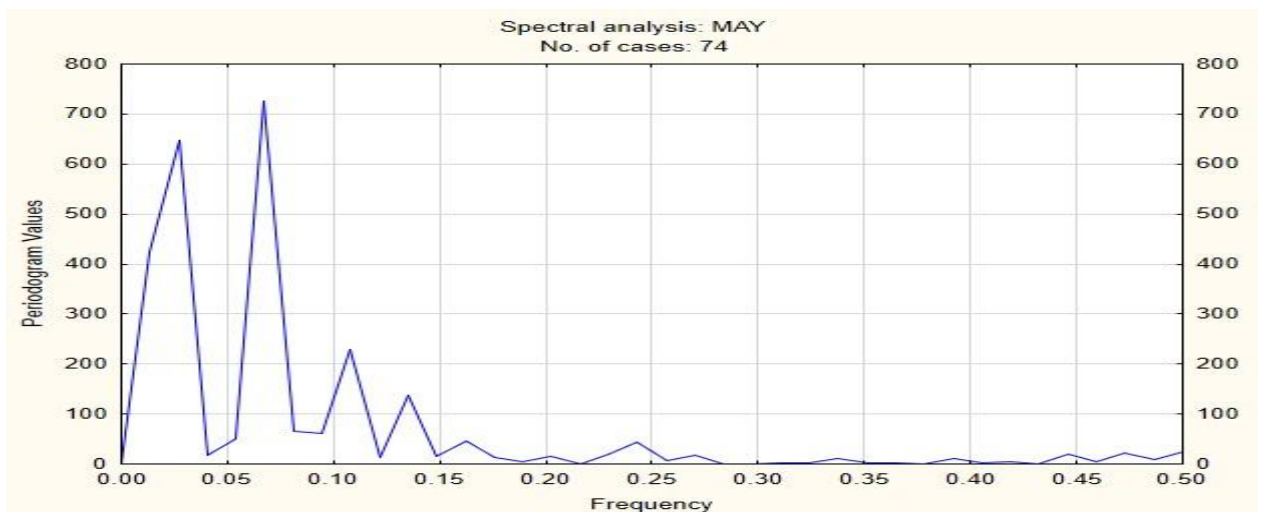


Рис.3.80 –Періодограма математичного очікування від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

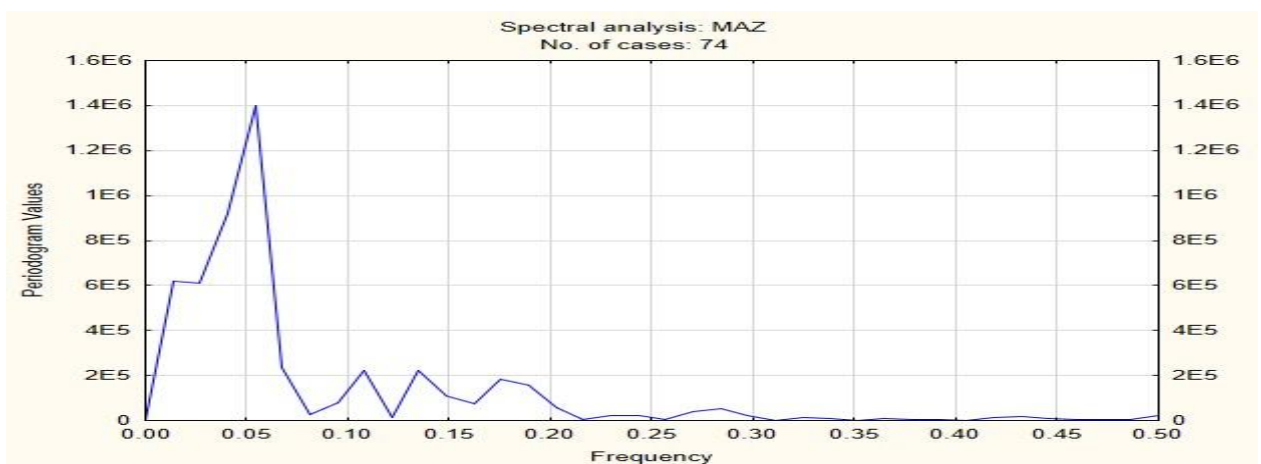


Рис.3.81 – Періодограма математичного очікування від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

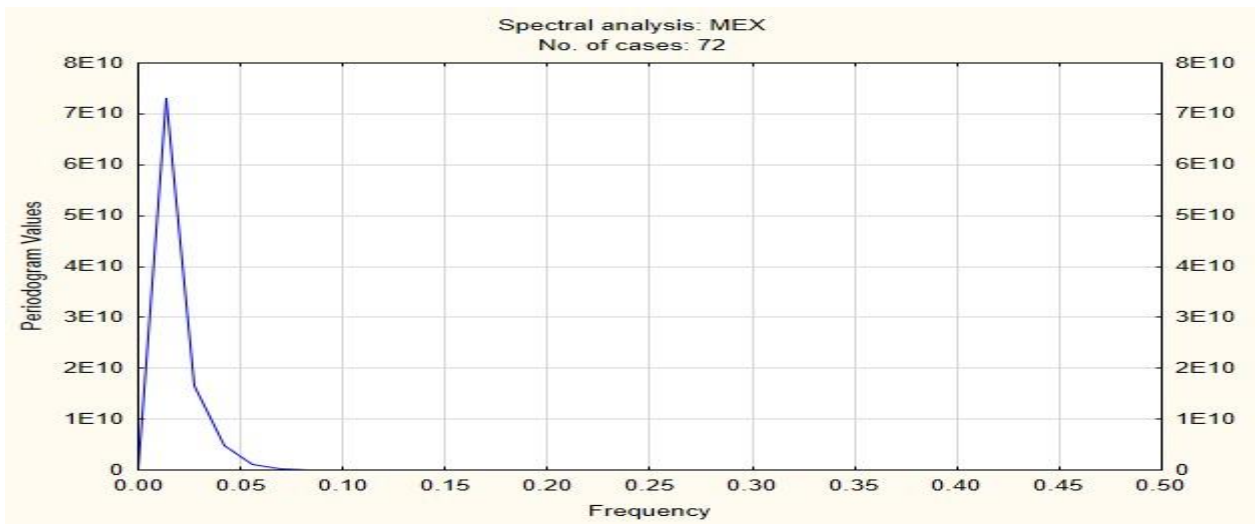


Рис. 3.82 – Періодограма математичного очікування від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

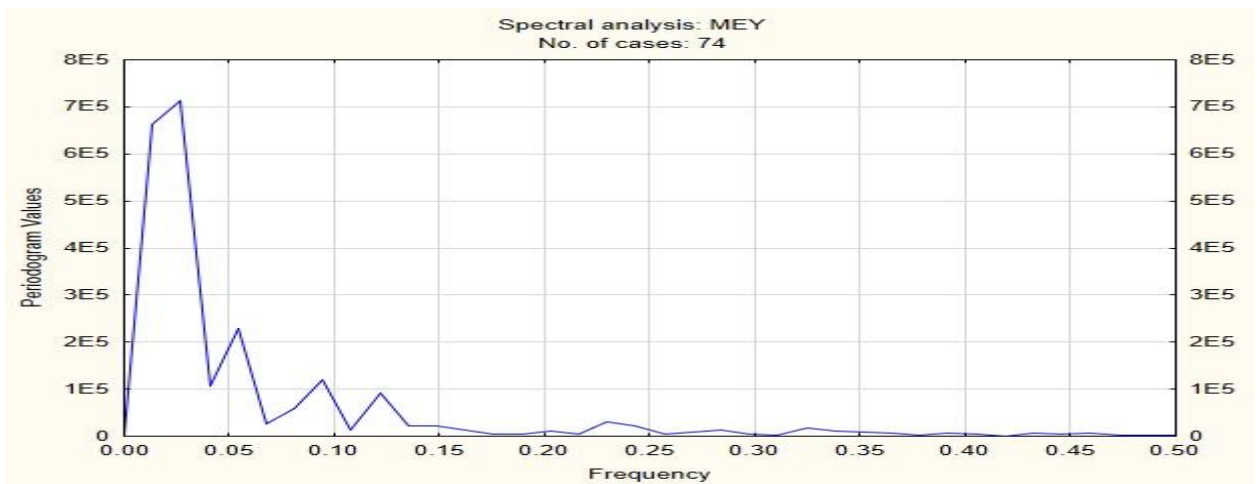


Рис.3.83 –Періодограма математичного очікування від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

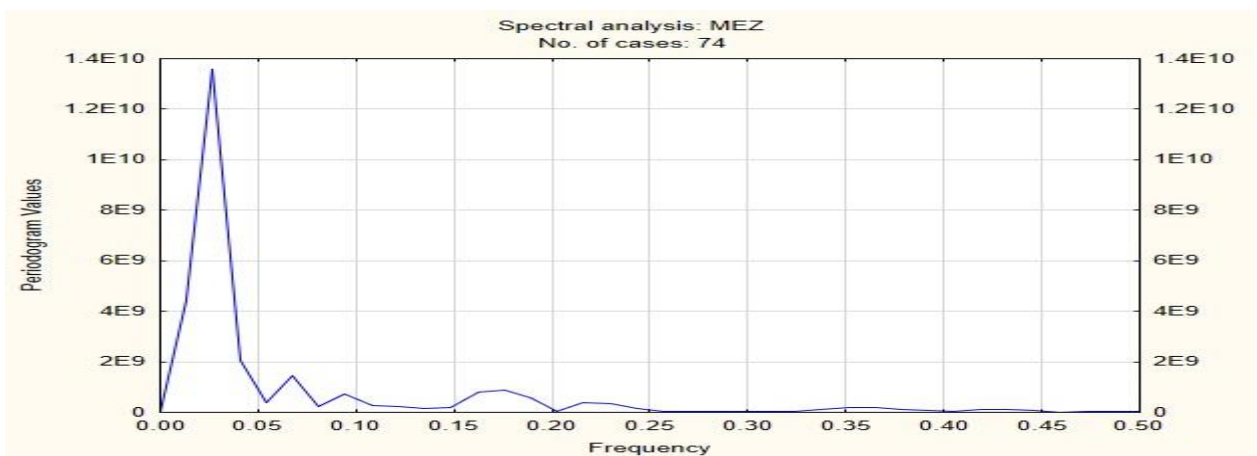


Рис.3.84 – Періодограма математичного очікування від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

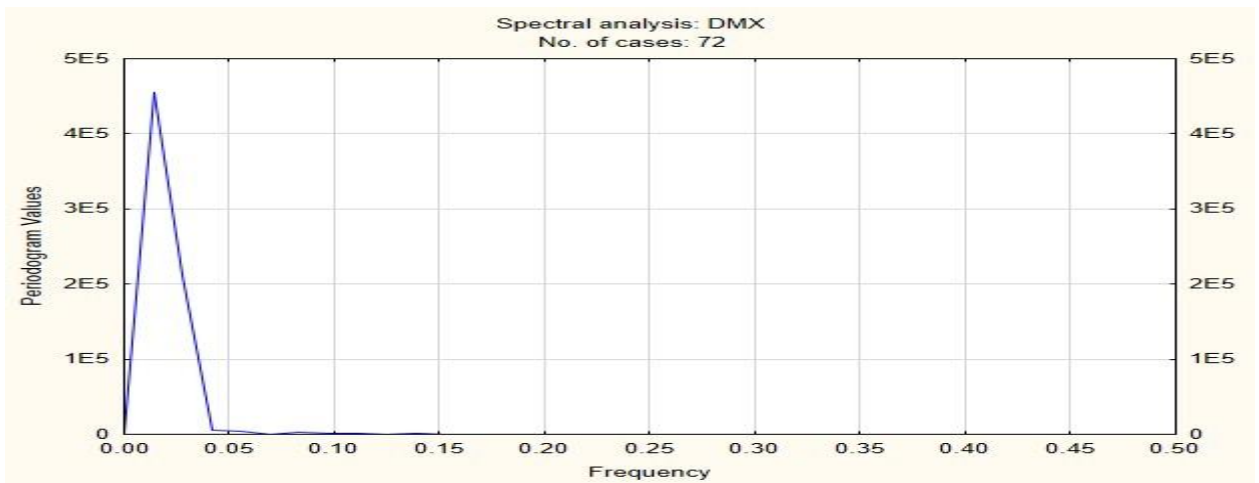


Рис. 3.85 – Періодограма дисперсії від математичного очікування сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

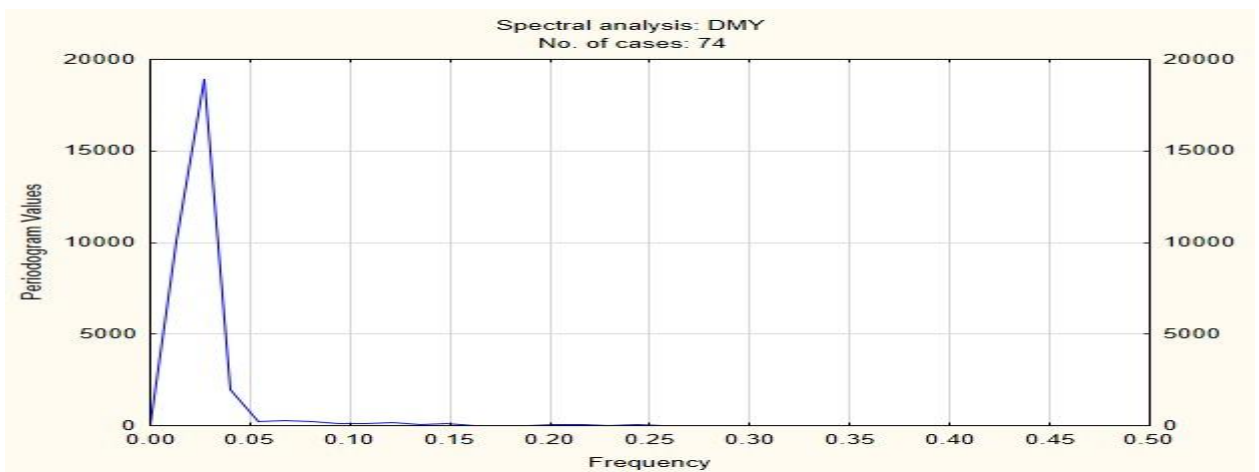


Рис.3.86 –Періодограма математичного очікування від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

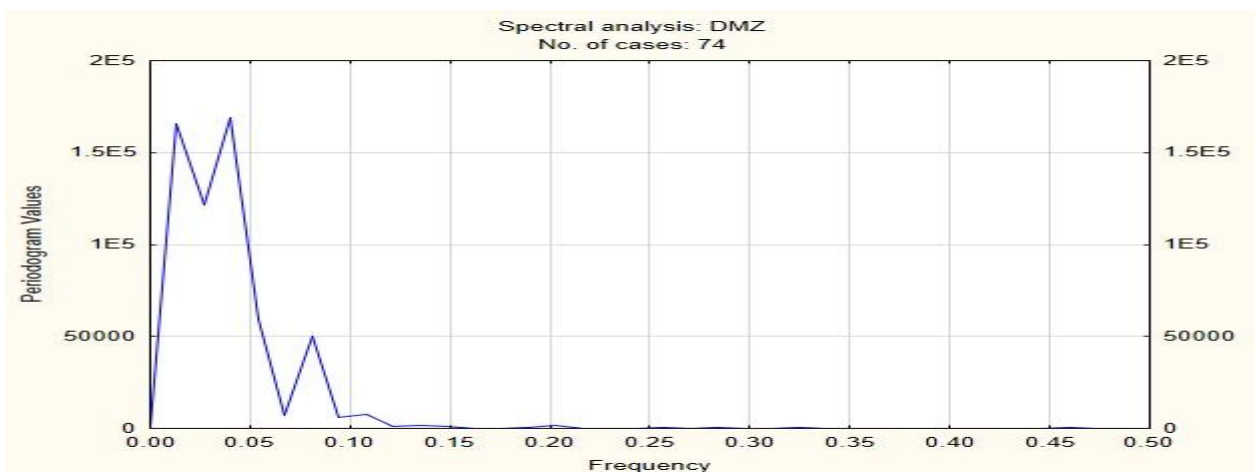


Рис.3.87 – Періодограма математичного очікування від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

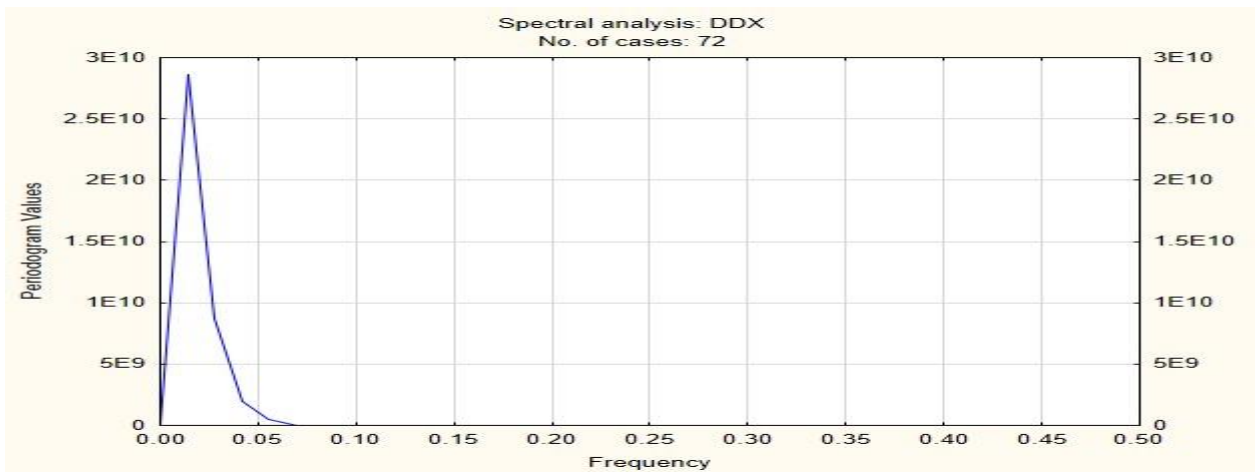


Рис. 3.88 – Періодограма дисперсії від дисперсії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

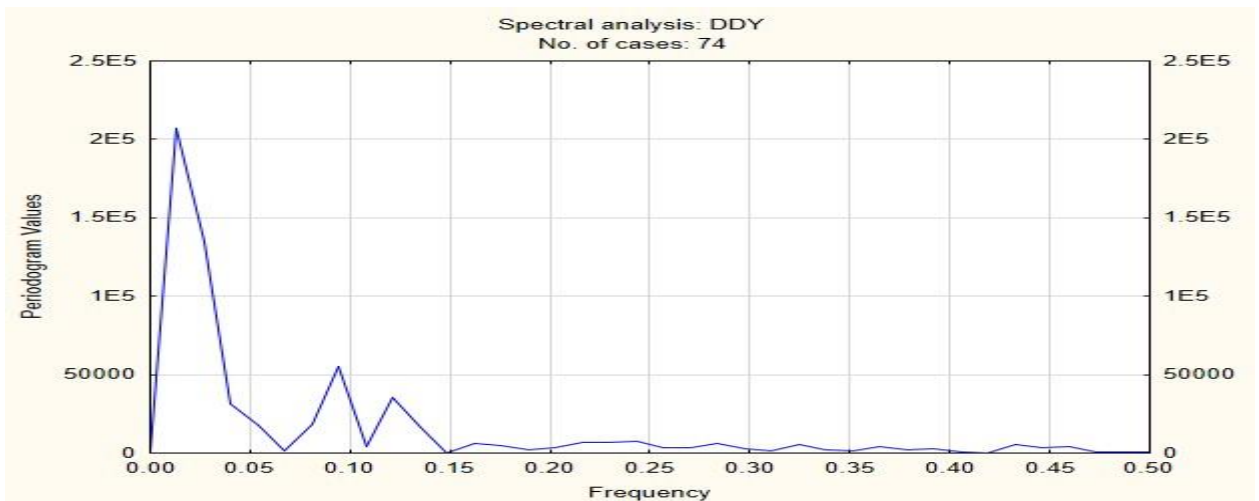


Рис.3.89 –Періодограма дисперсії від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

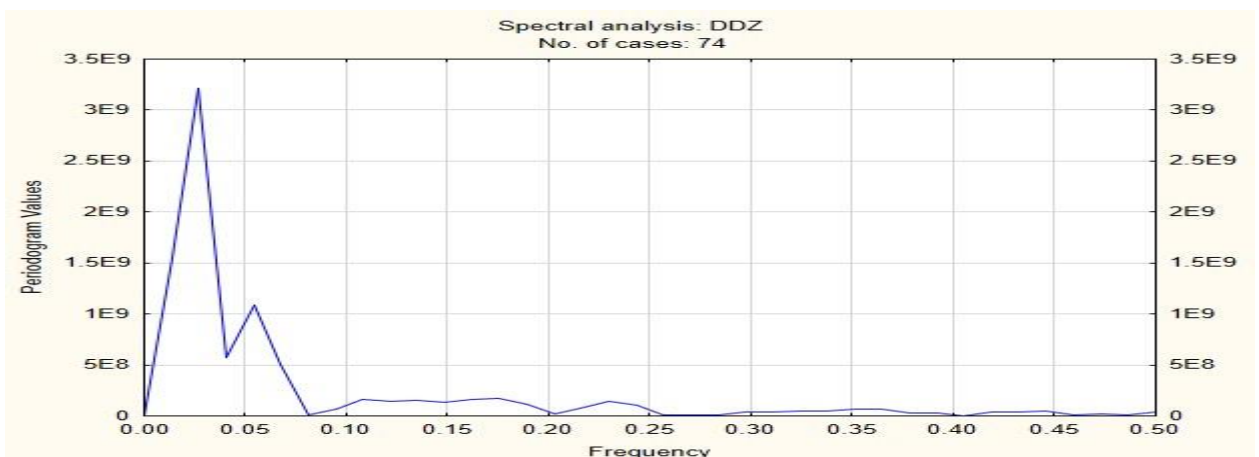


Рис.3.90 – Періодограма дисперсії від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

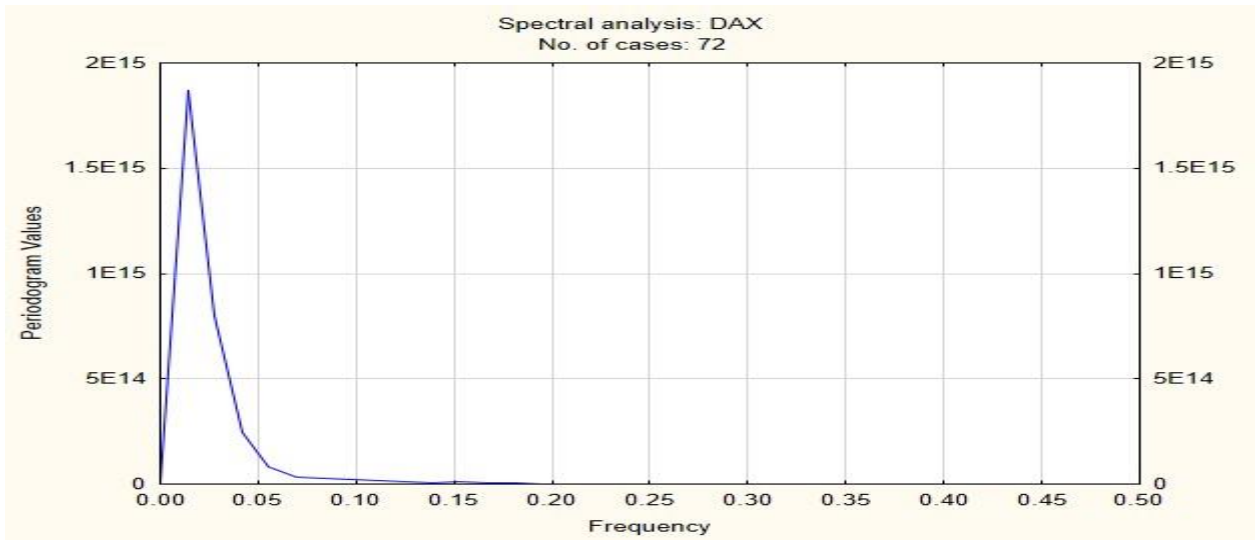


Рис. 3.91 – Періодограма дисперсії від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

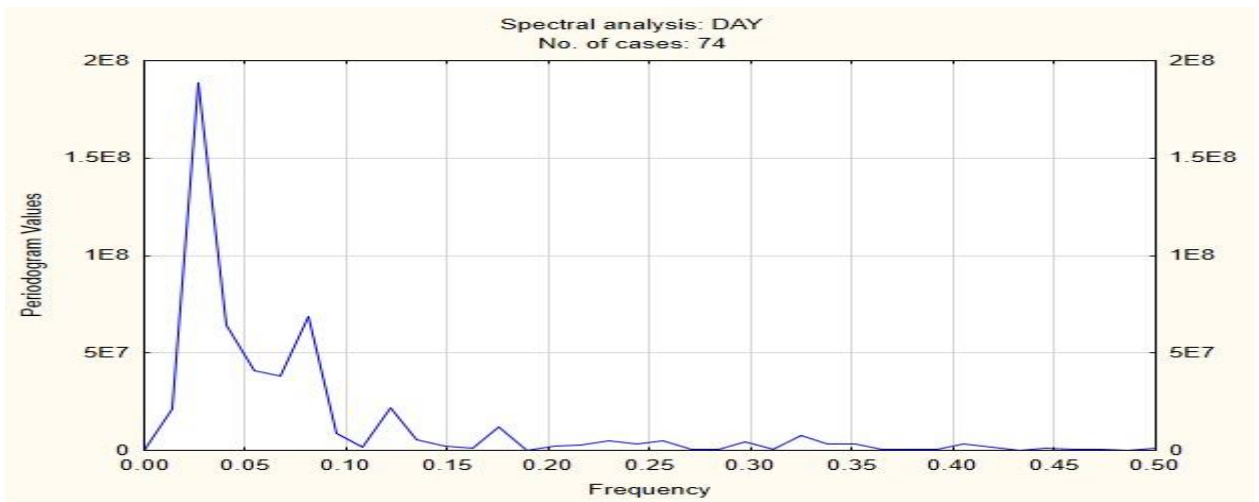


Рис.3.92 –Періодограма дисперсії від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

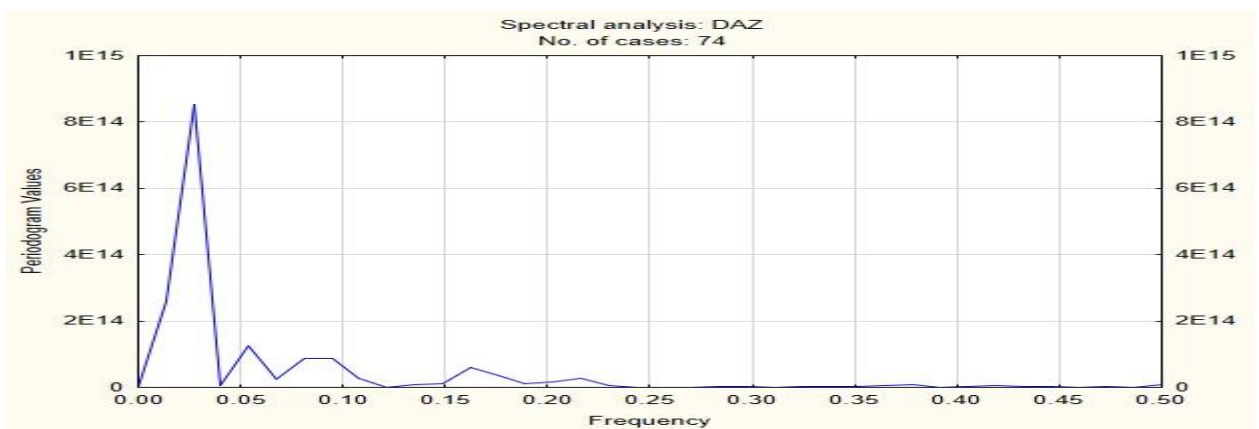


Рис.3.93 – Періодограма дисперсії від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

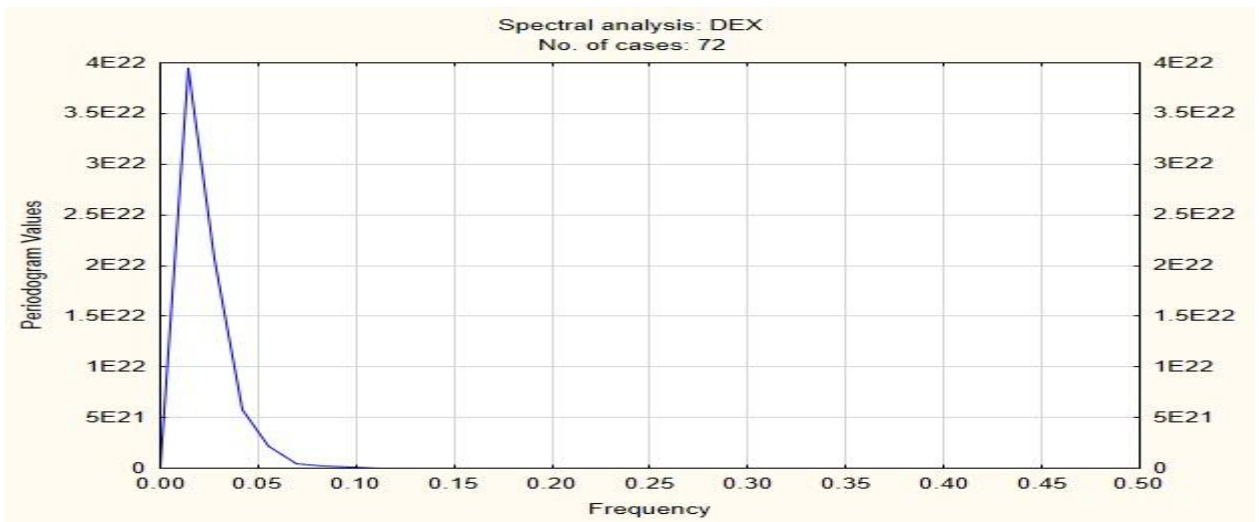


Рис. 3.94 – Періодограма дисперсії від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

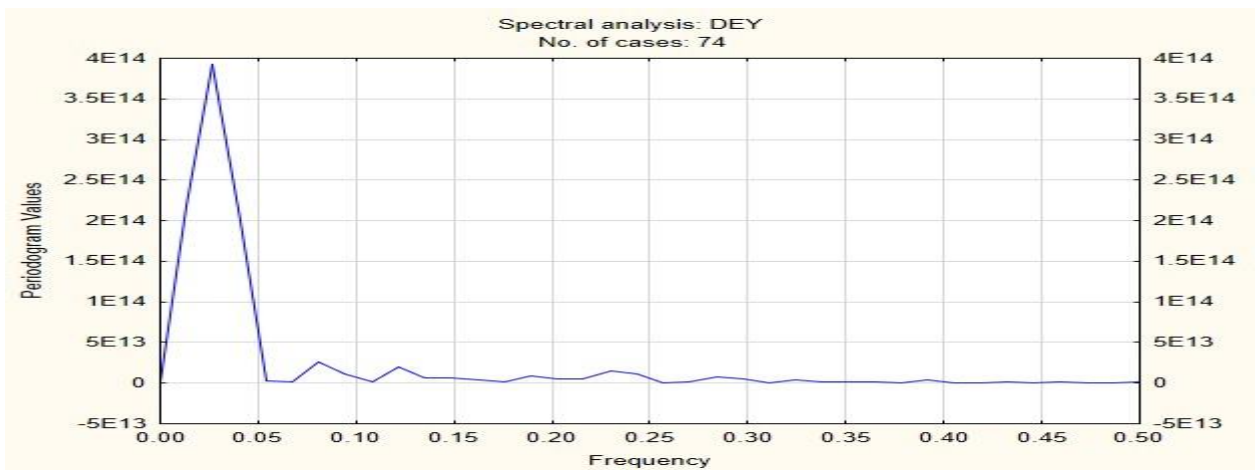


Рис.3.95 –Періодограма дисперсії від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

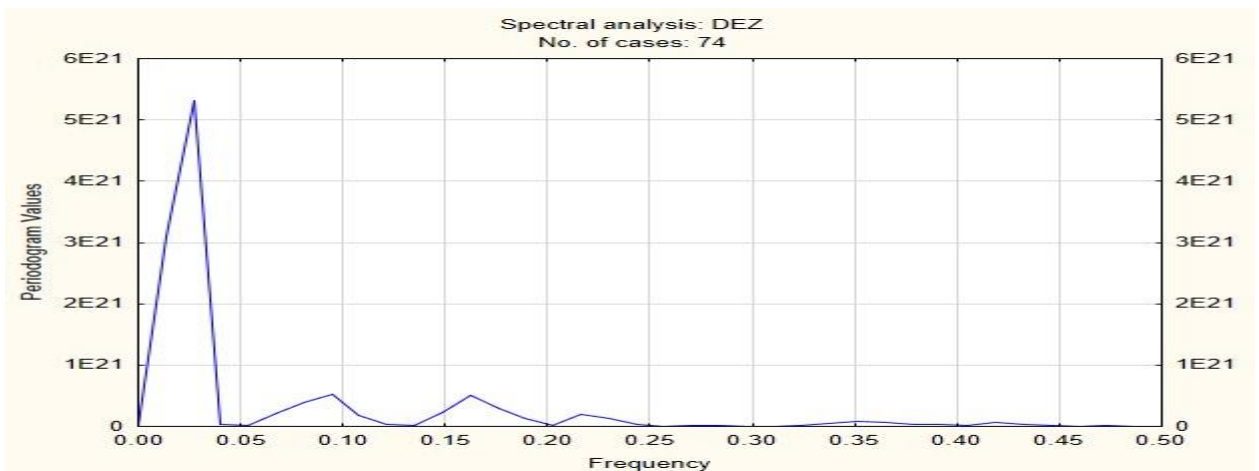


Рис.3.96 – Періодограма дисперсії від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

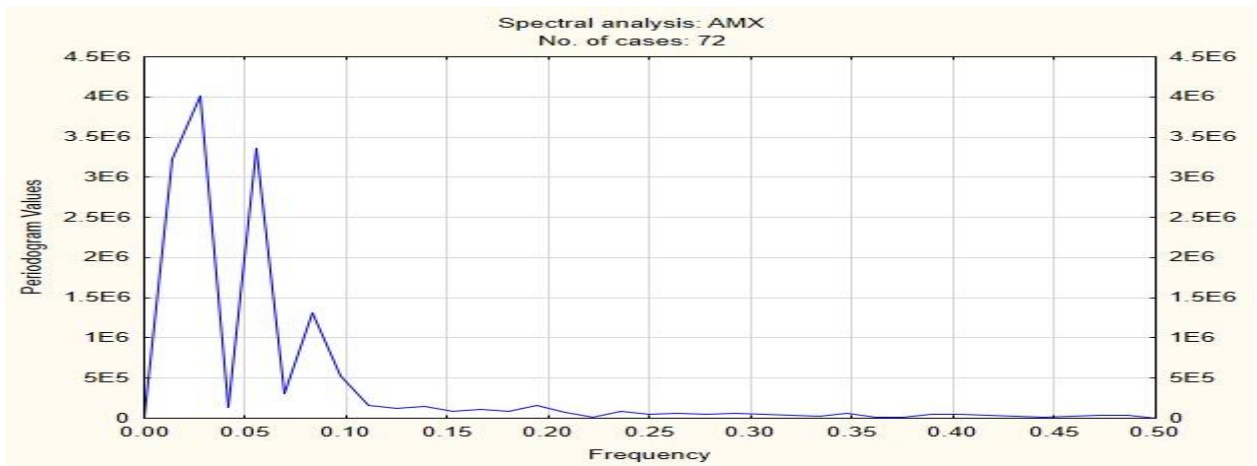


Рис. 3.97 – Періодограма асиметрії від математичного очікування сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

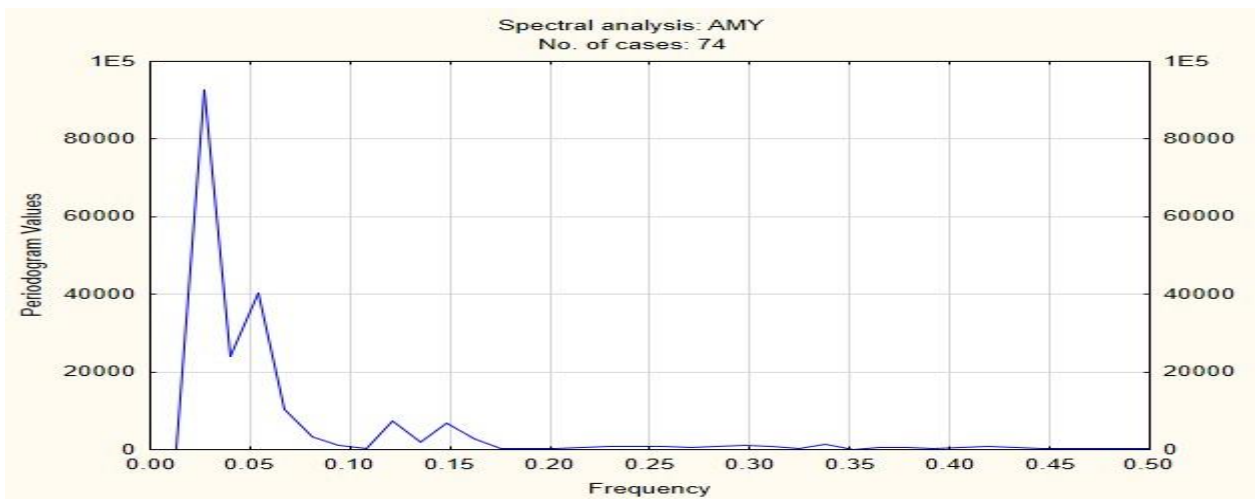


Рис.3.98 –Періодограма асиметрії від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

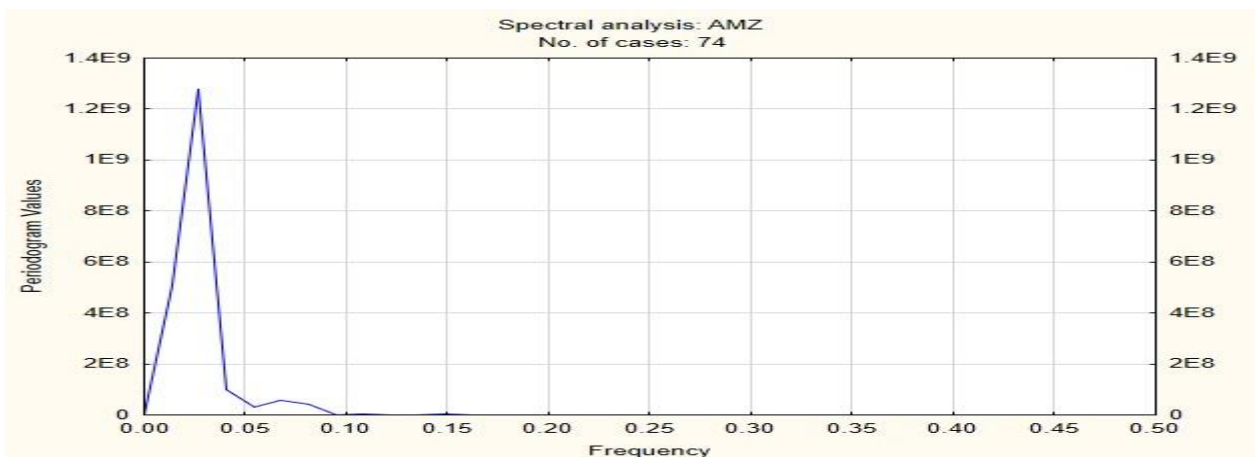


Рис.3.99 – Періодограма асиметрії від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

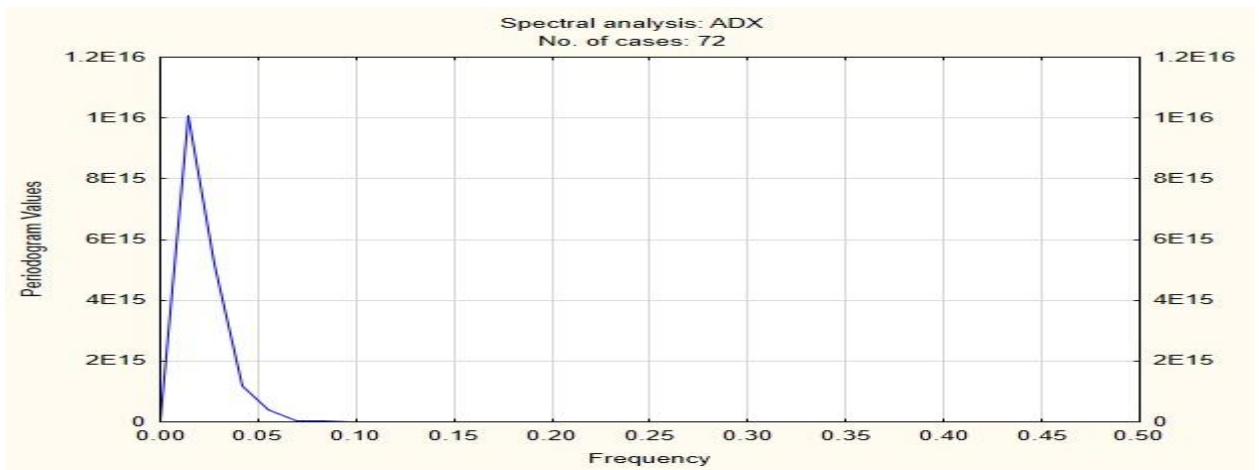


Рис. 3.100 – Періодограма асиметрії від дисперсії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

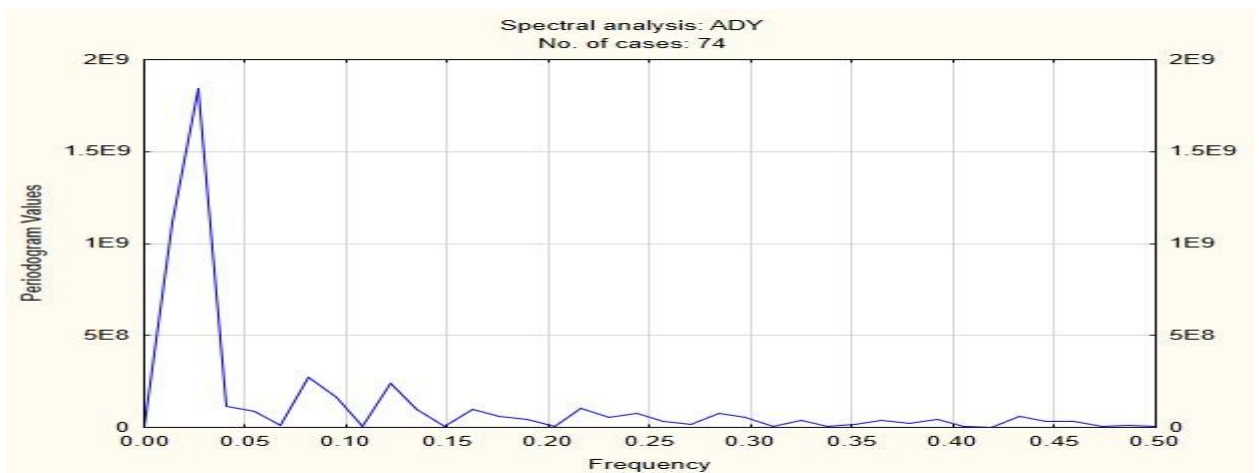


Рис.3.101 –Періодограма асиметрії від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

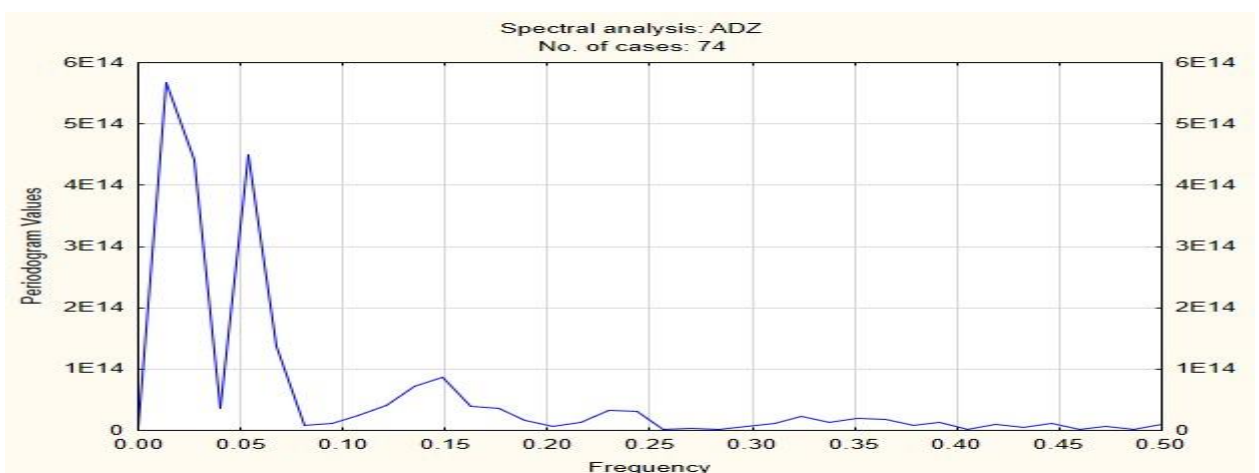


Рис.3.102 – Періодограма асиметрії від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

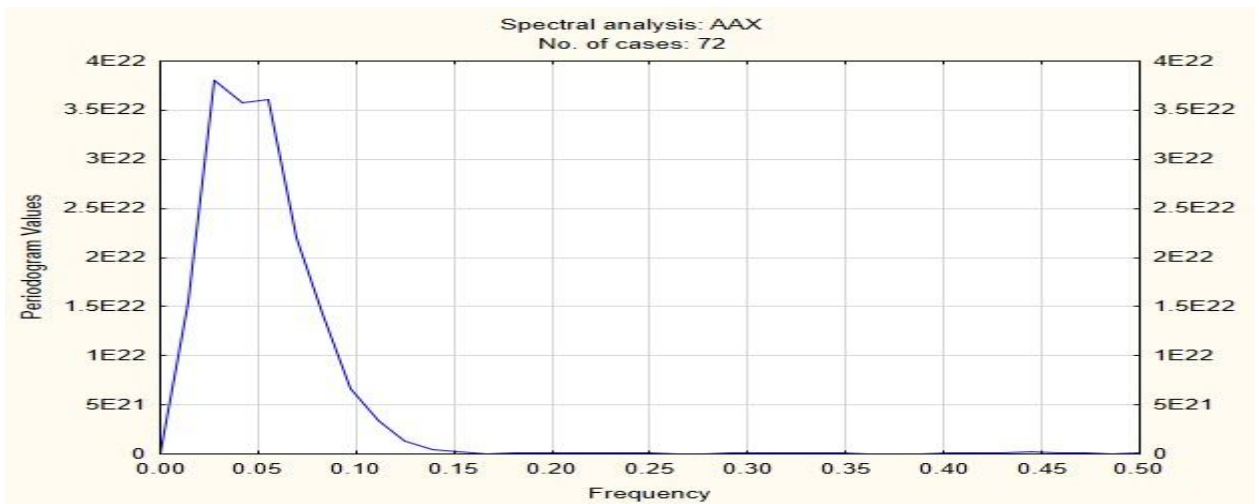


Рис. 3.103 – Періодограма асиметрії від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

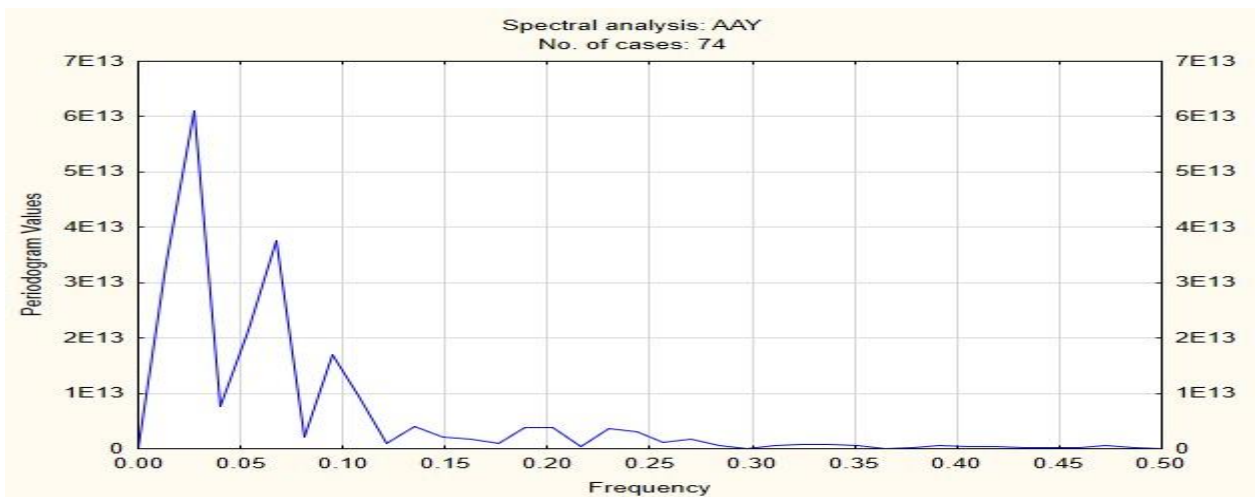


Рис.3.104 –Періодограма асиметрії від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

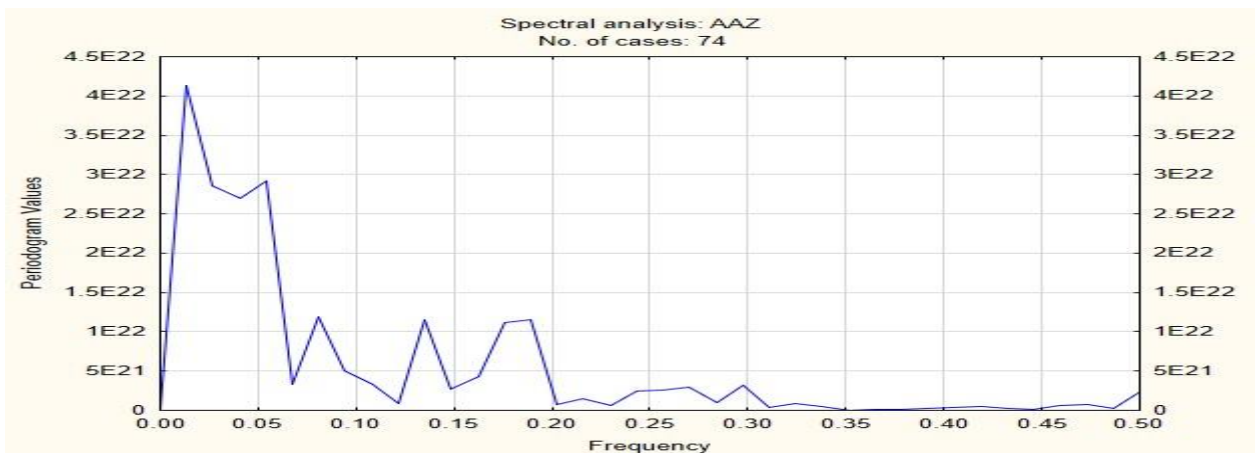


Рис.3.105 – Періодограма асиметрії від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

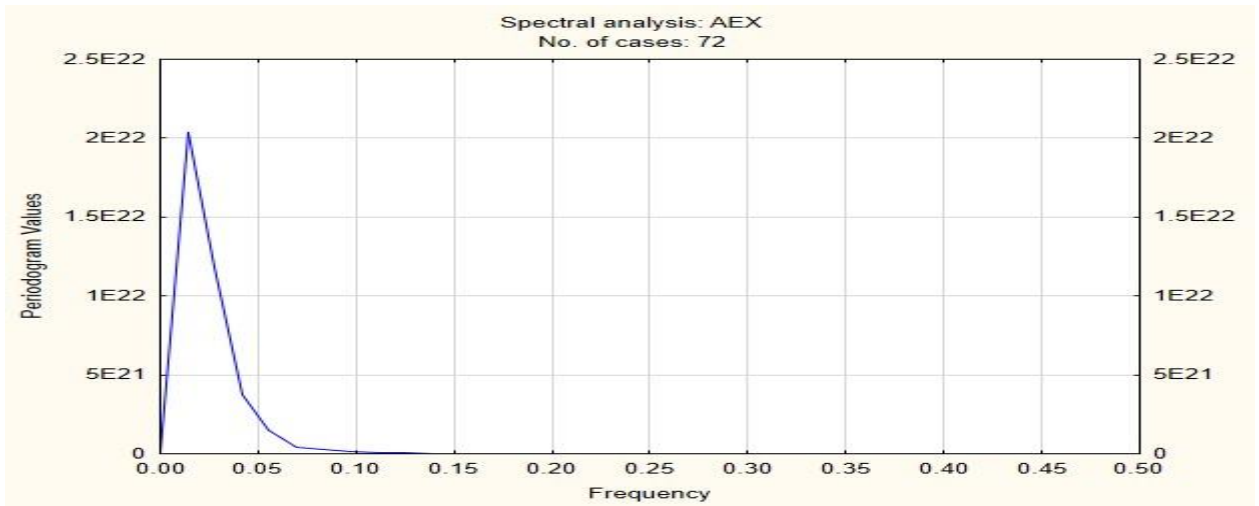


Рис. 3.106 – Періодограма асиметрії від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

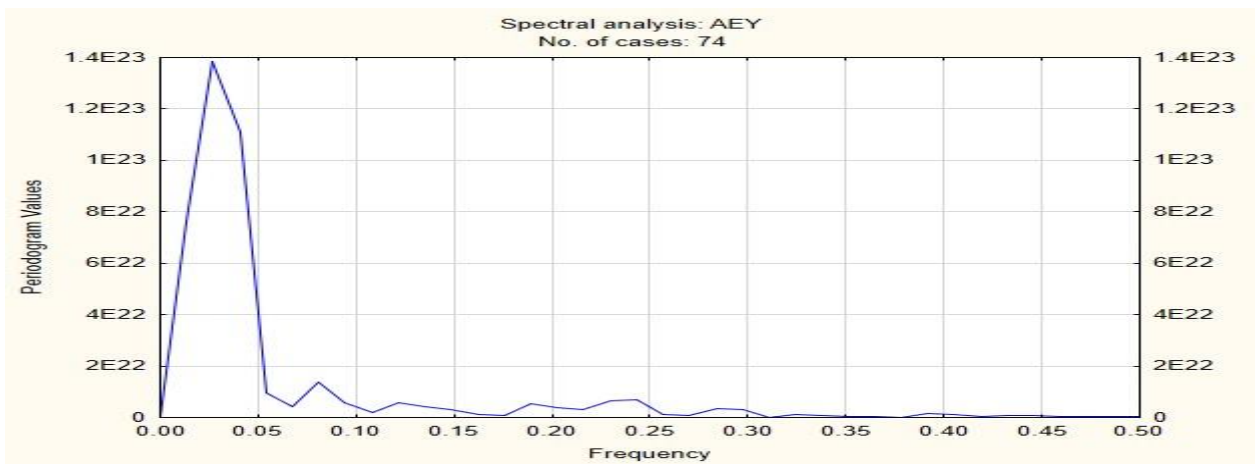


Рис.3.107 –Періодограма асиметрії від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

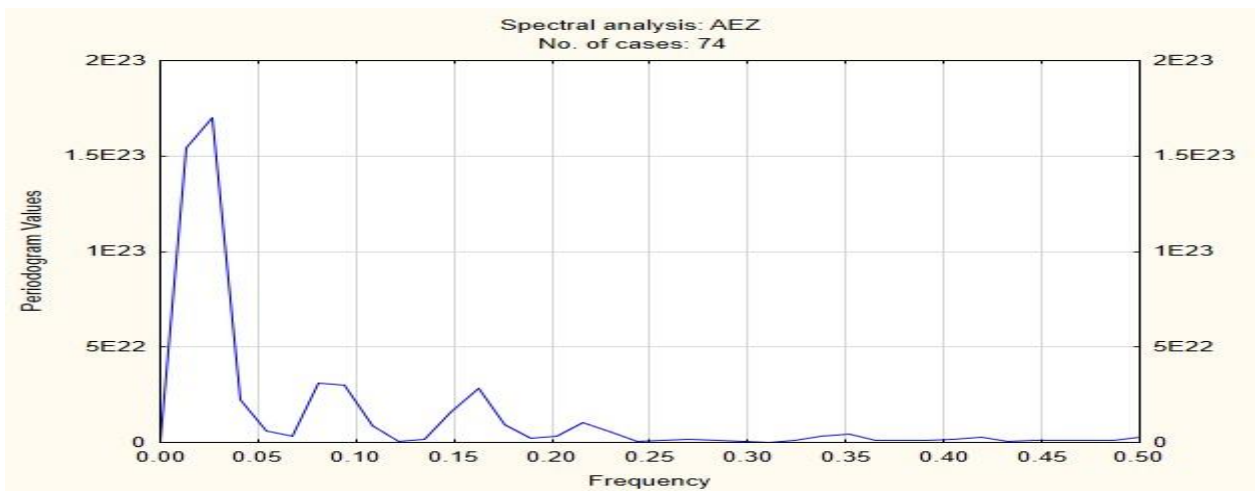


Рис.3.108 – Періодограма асиметрії від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

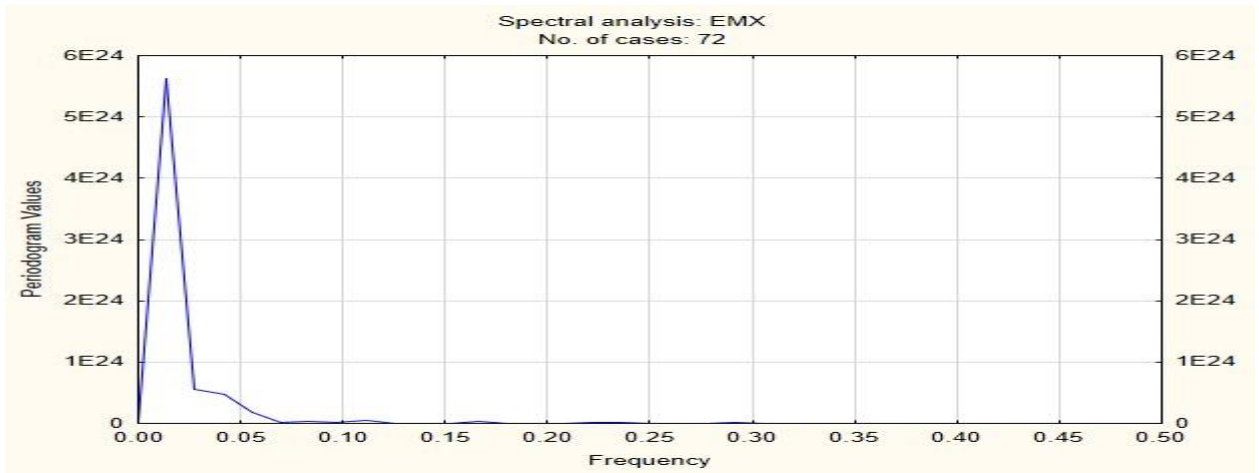


Рис. 3.109 – Періодограма ексцесу від математичного очікування сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

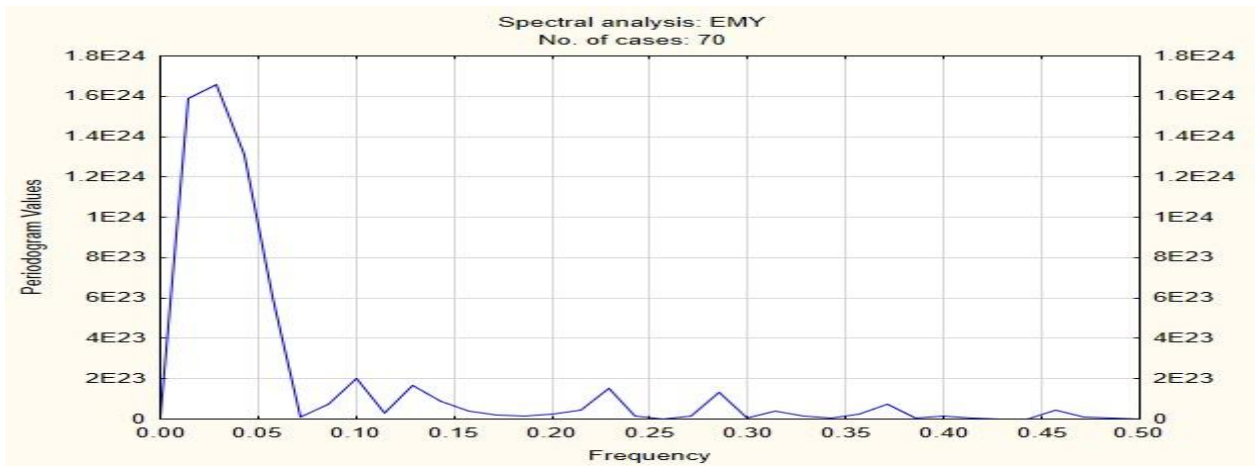


Рис.3.110 –Періодограма ексцесу від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

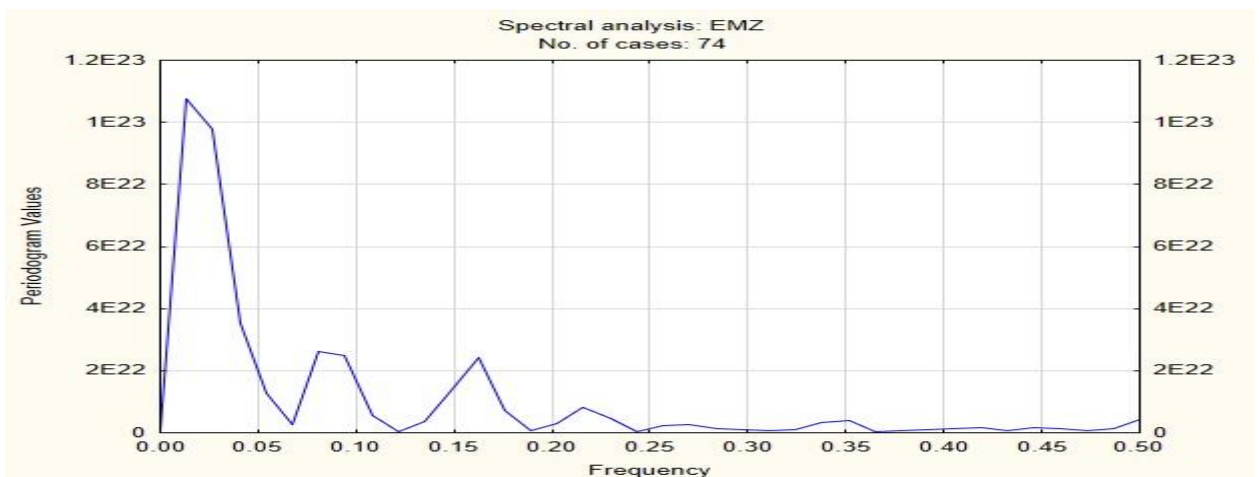


Рис.3.111 – Періодограма ексцесу від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

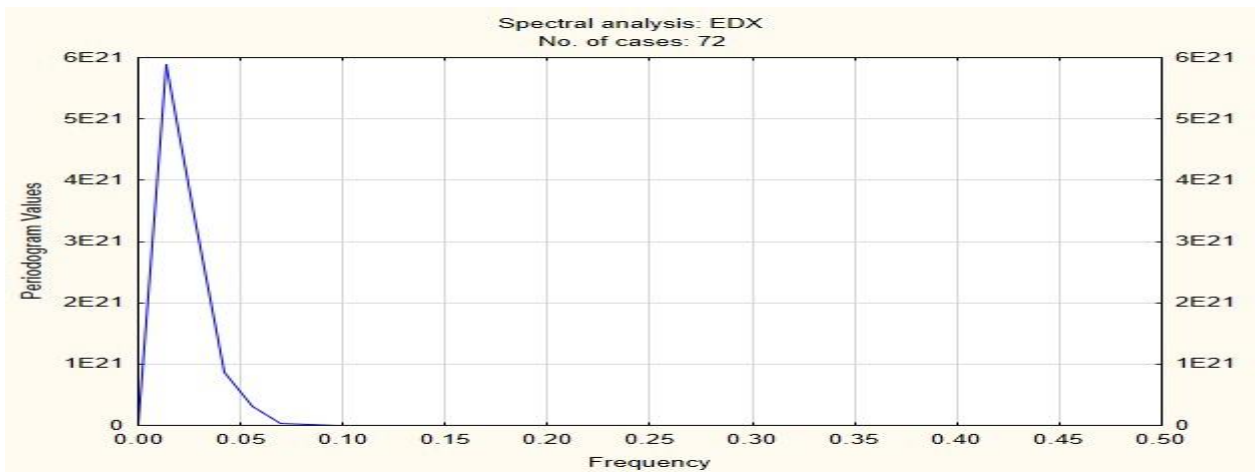


Рис. 3.112 – Періодограма ексцесу від дисперсії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

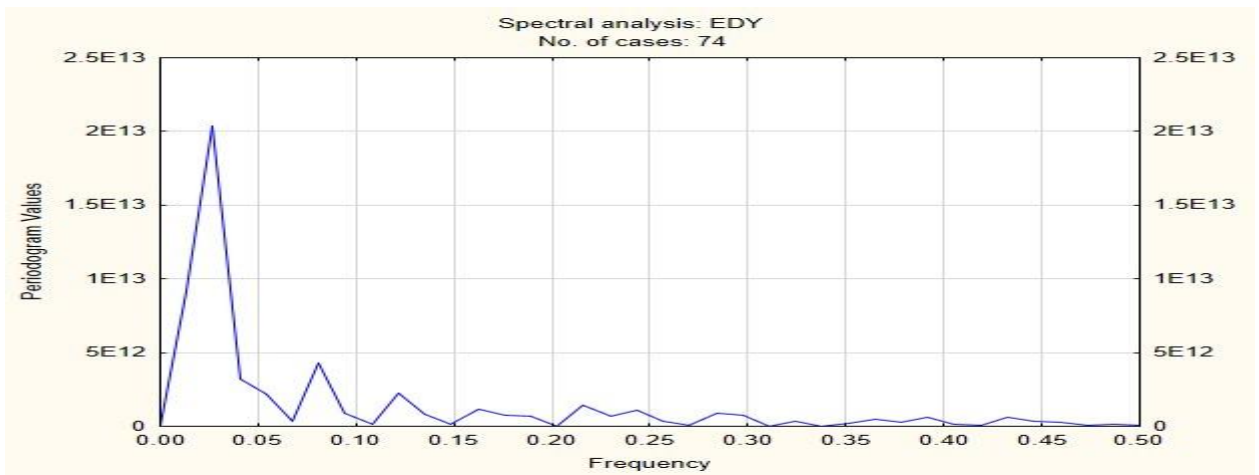


Рис.3.113 –Періодограма ексцесу від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

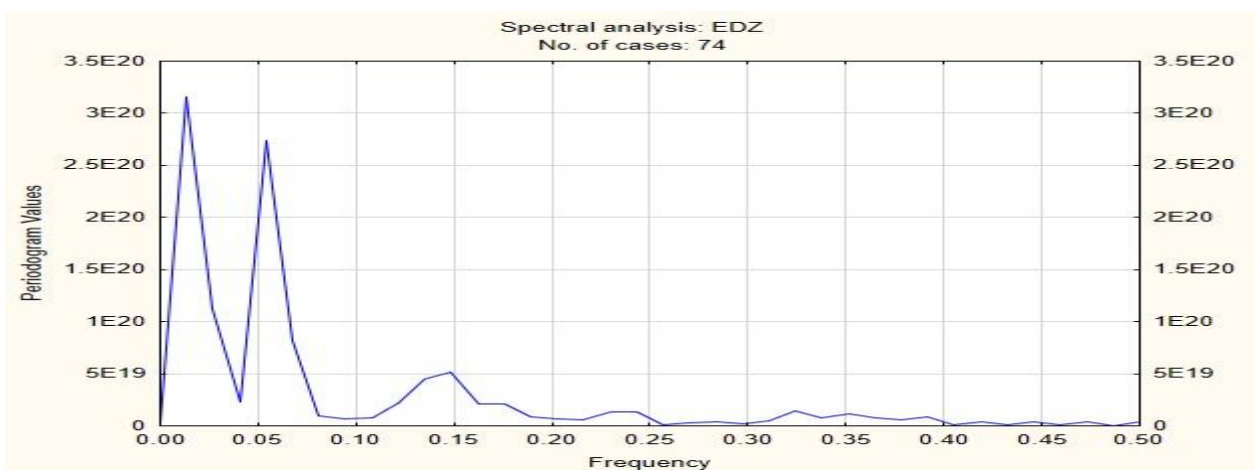


Рис.3.114 – Періодограма ексцесу від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

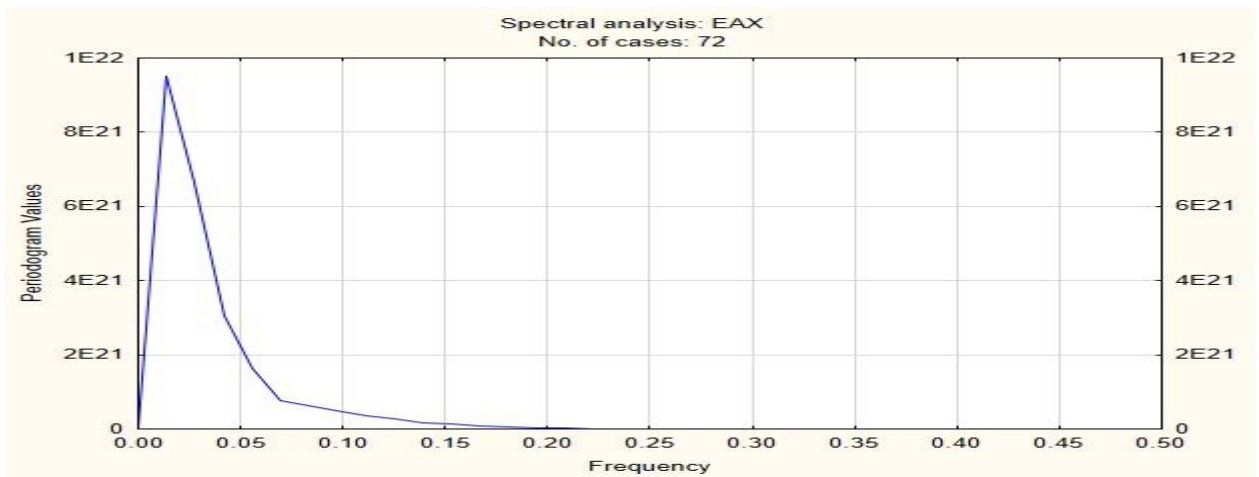


Рис. 3.115 – Періодограма ексцесу від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

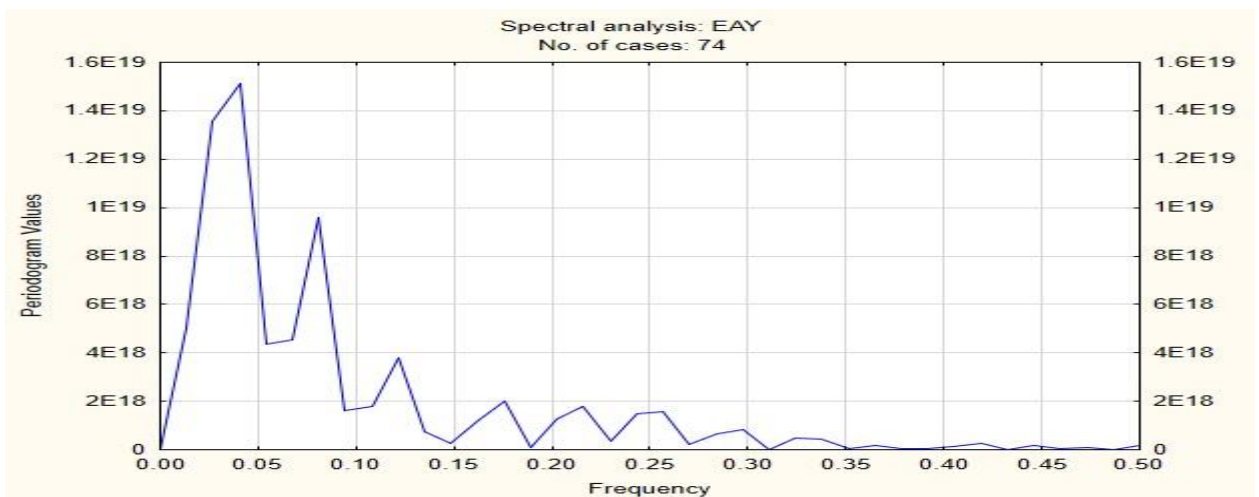


Рис.3.116 – Періодограма ексцесу від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

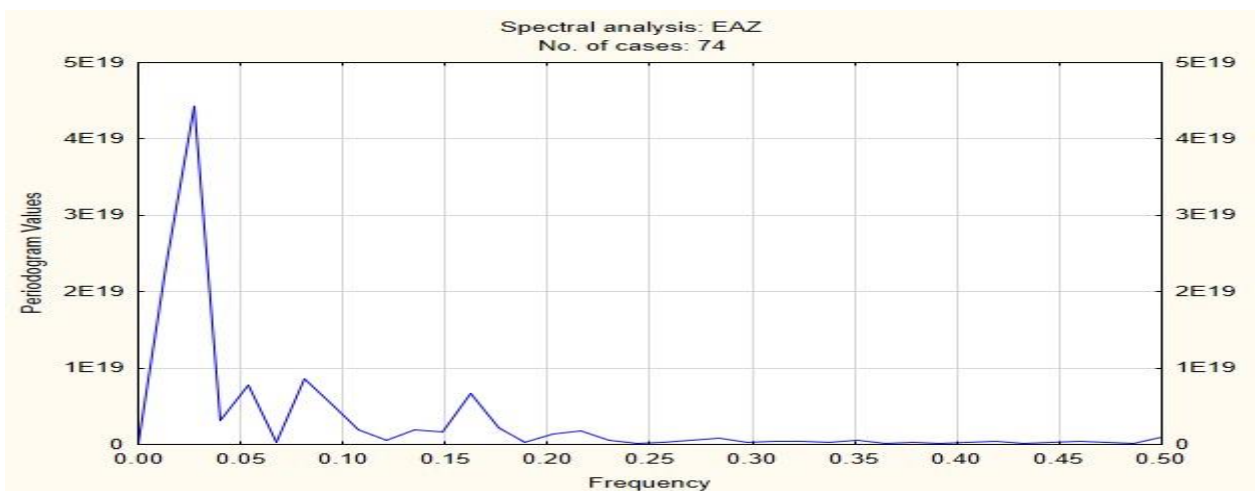


Рис.3.117 – Періодограма ексцесу від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

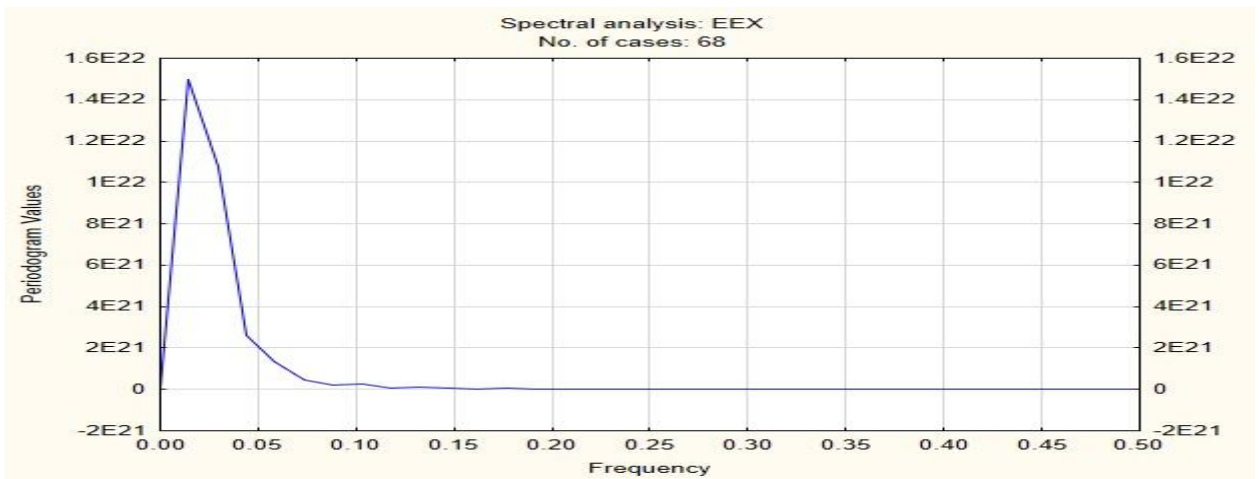


Рис. 3.118 – Періодограма ексцесу від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

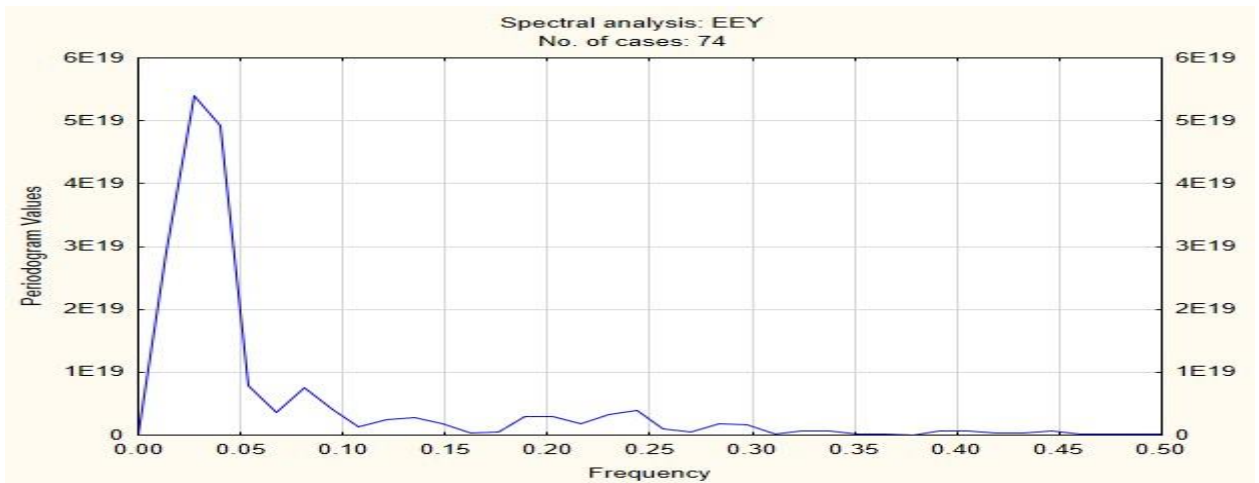


Рис.3.119 – Періодограма ексцесу від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

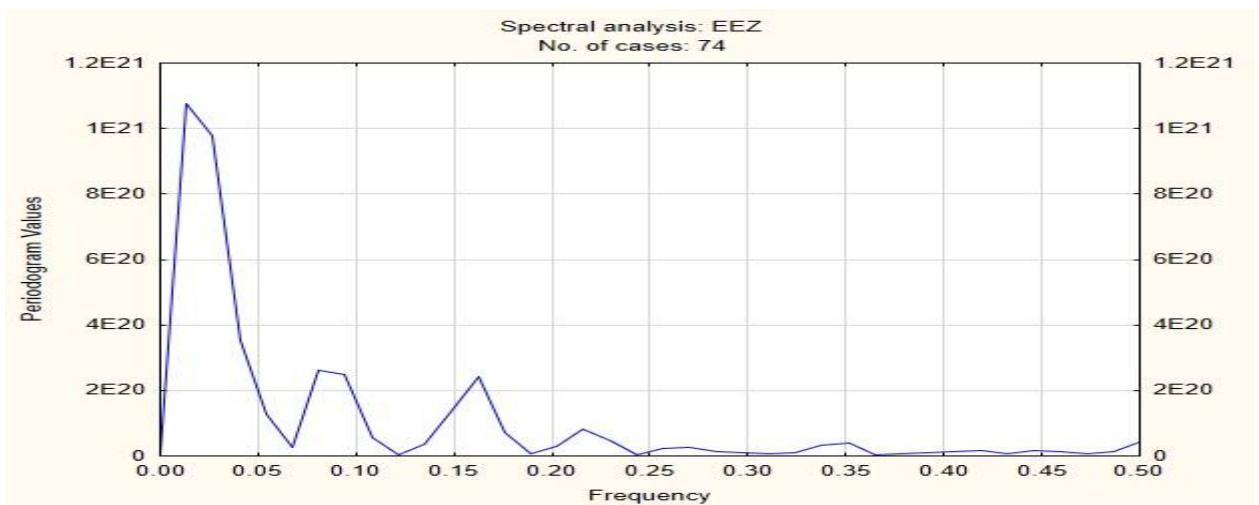


Рис.3.120 – Періодограма ексцесу від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

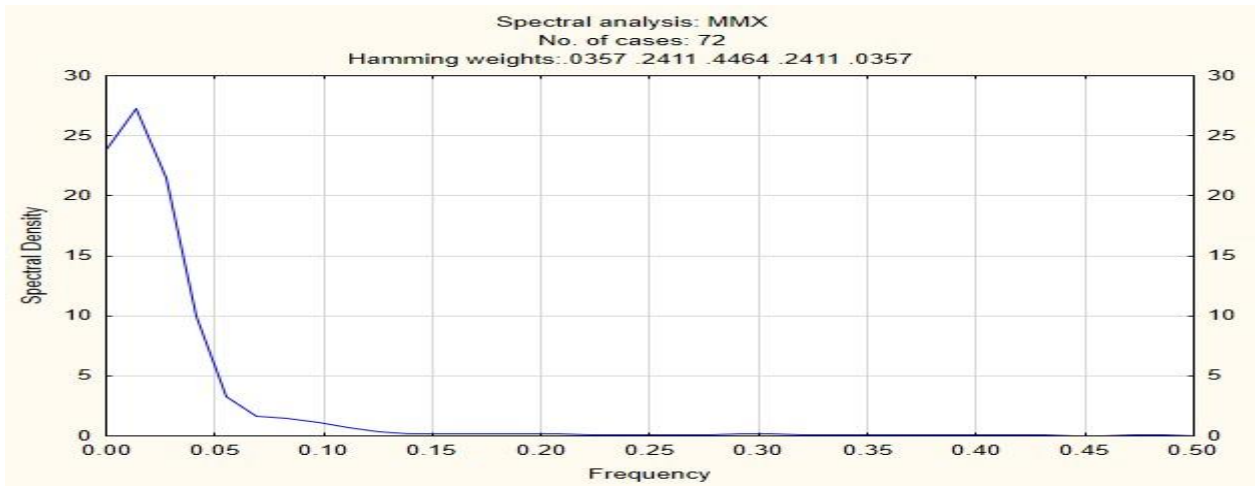


Рис. 3.121 – Спектральна щільність математичного очікування від математичного очікування сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

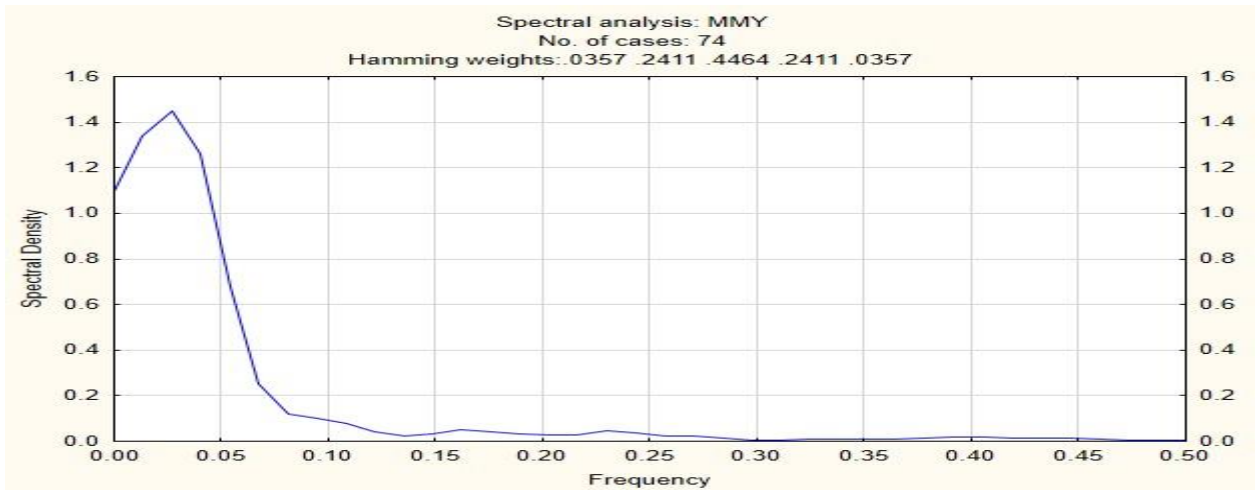


Рис.3.122 –Спектральна щільність математичного очікування від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

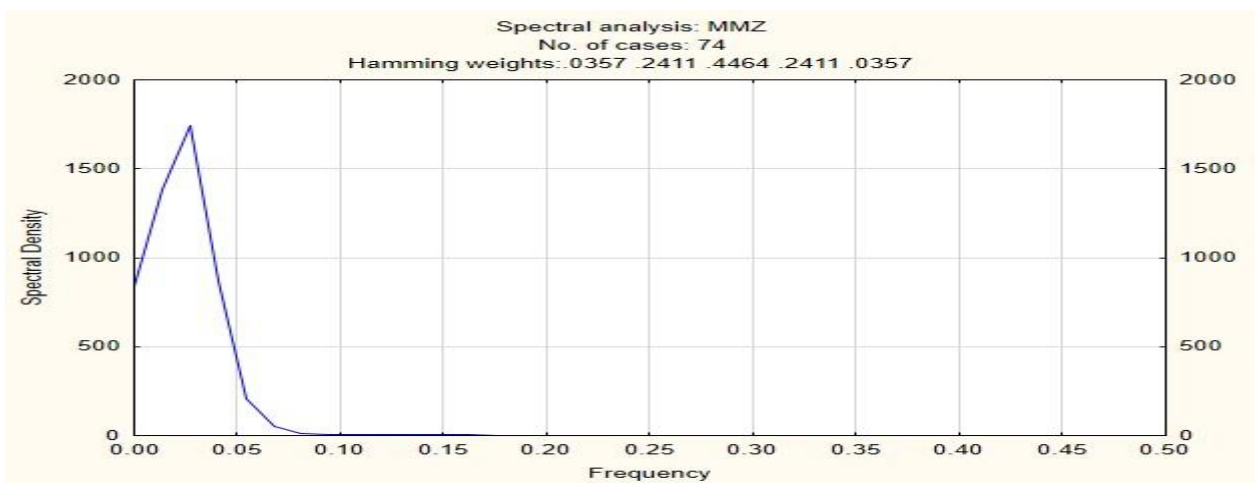


Рис.3.123 – Спектральна щільність математичного очікування від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

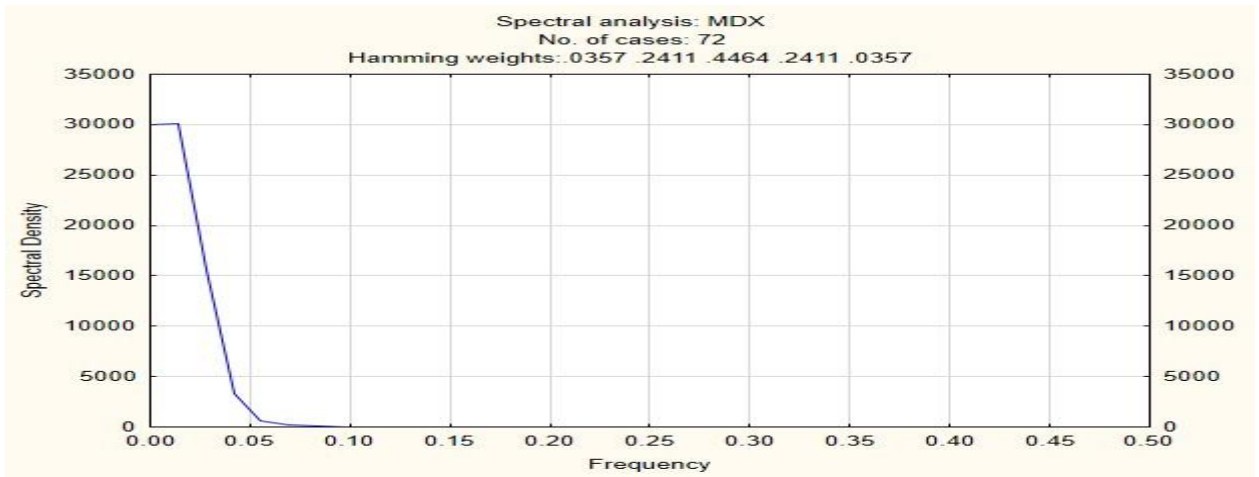


Рис. 3.124 – Спектральна щільність математичного очікування від дисперсії сигналу швидкості АЗКЦ підйомної машини

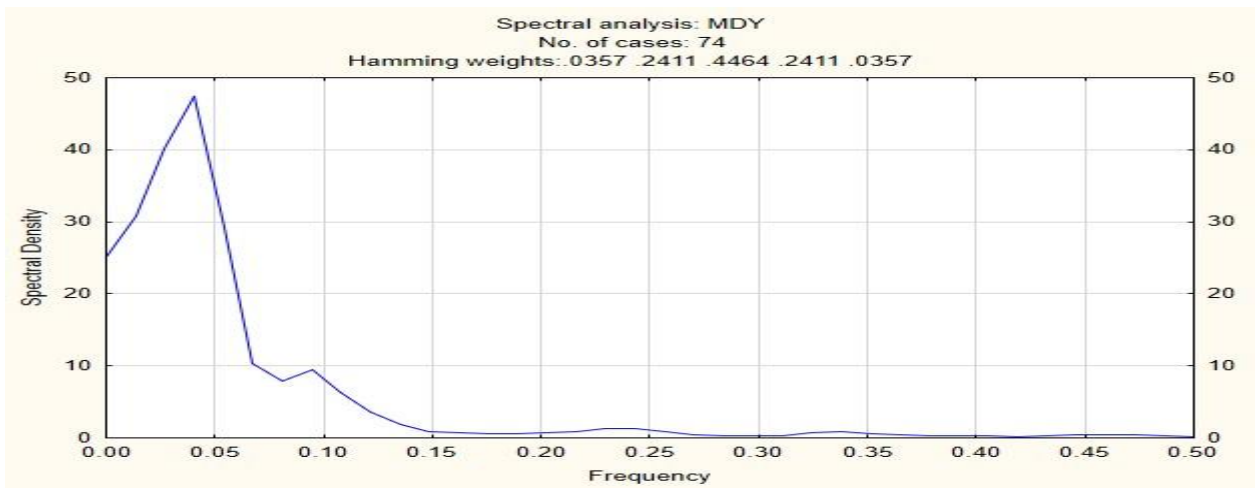


Рис.3.125 –Спектральна щільність математичного очікування від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

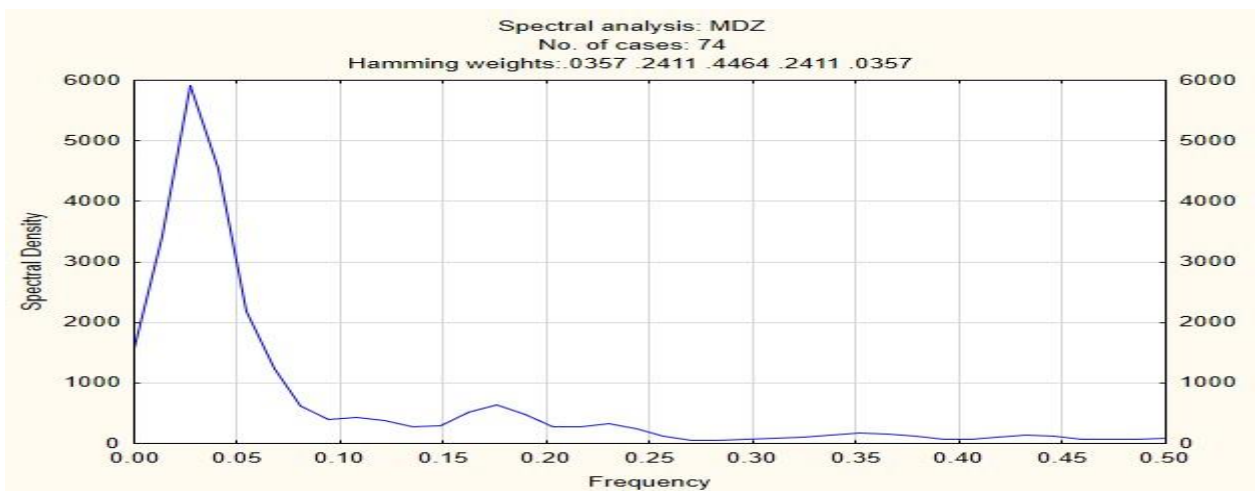


Рис.3.126 – Спектральна щільність математичного очікування від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

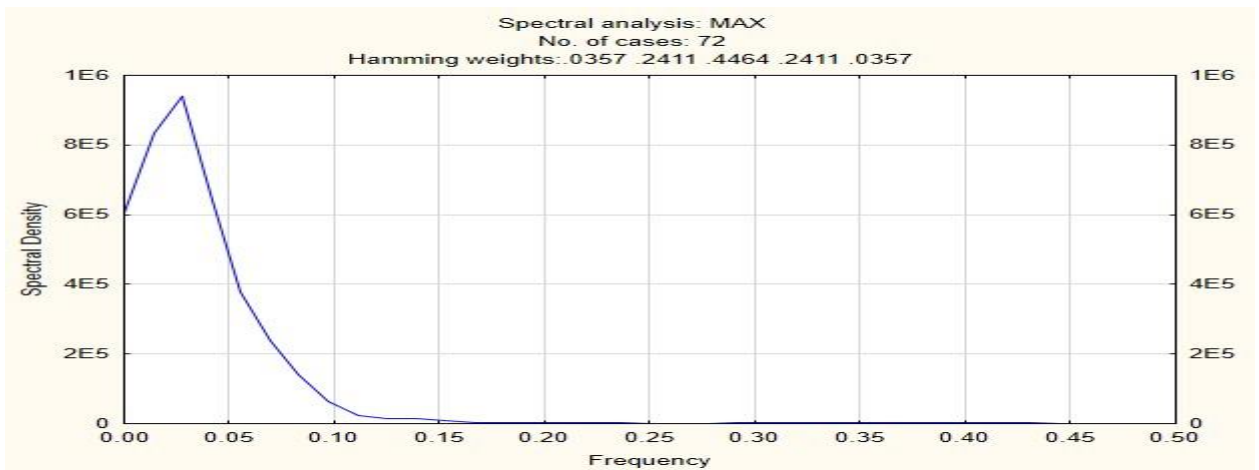


Рис. 3.127 – Спектральна щільність математичного очікування від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

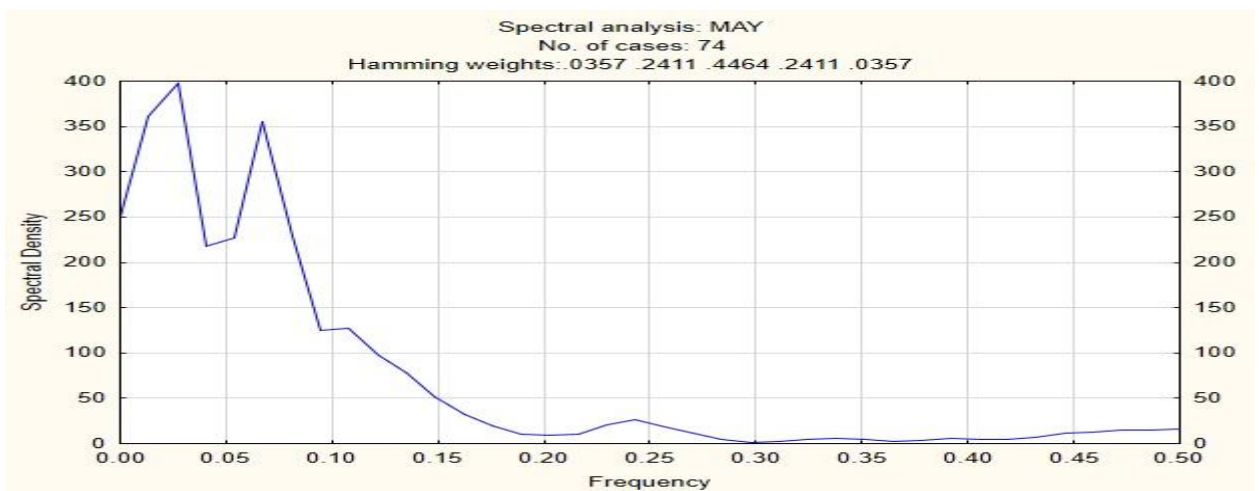


Рис.3.128 –Спектральна щільність математичного очікування від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

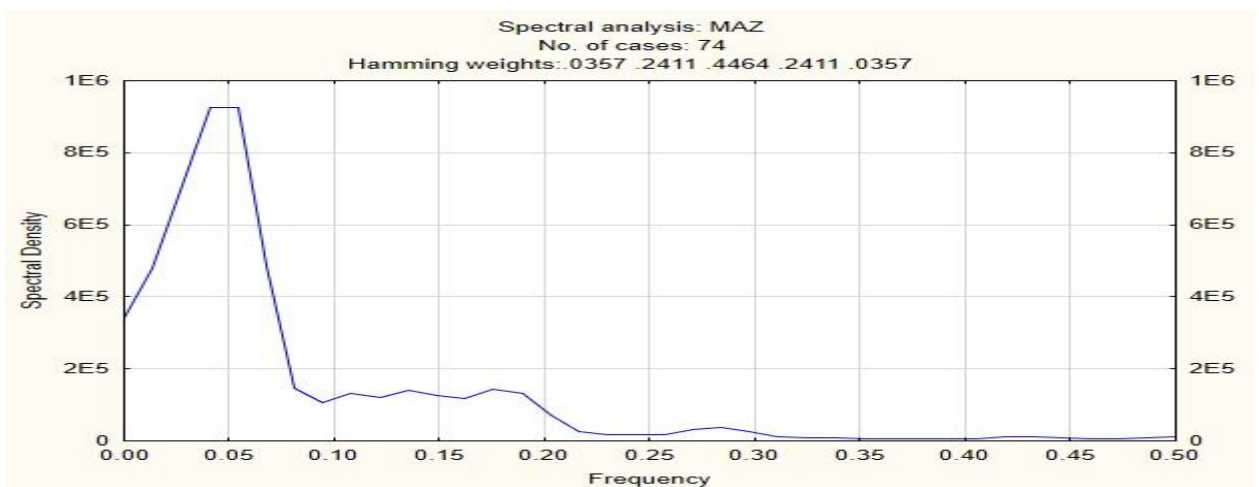


Рис.3.129 – Спектральна щільність математичного очікування від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

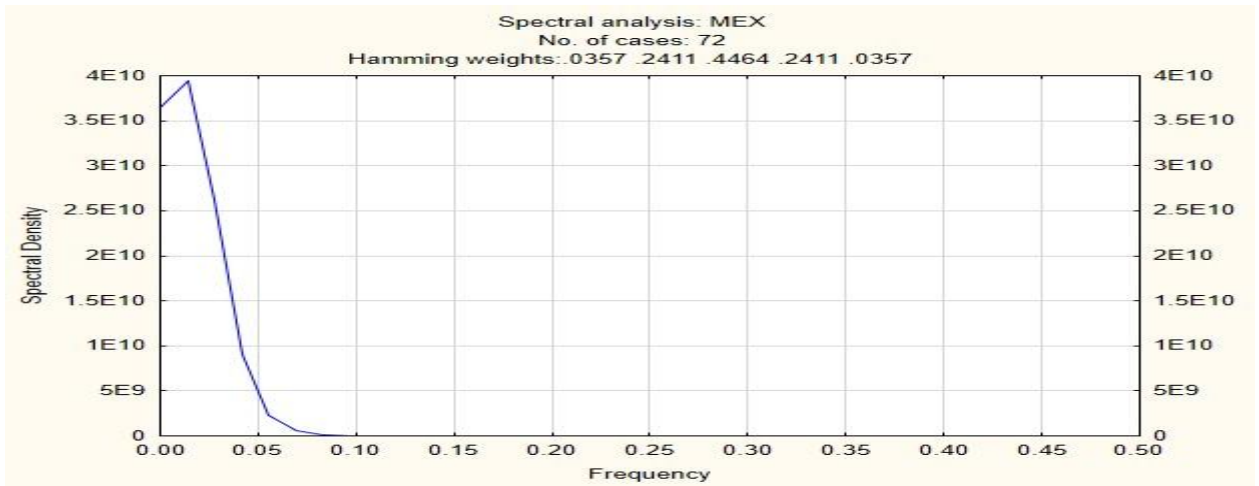


Рис. 3.130 – Спектральна щільність математичного очікування від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

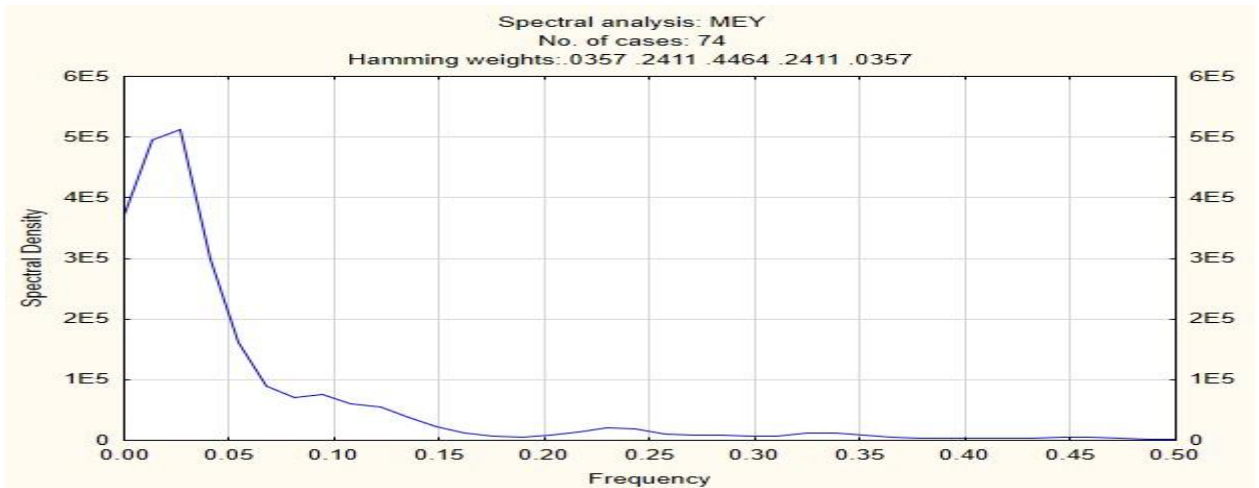


Рис.3.131 –Спектральна щільність математичного очікування від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

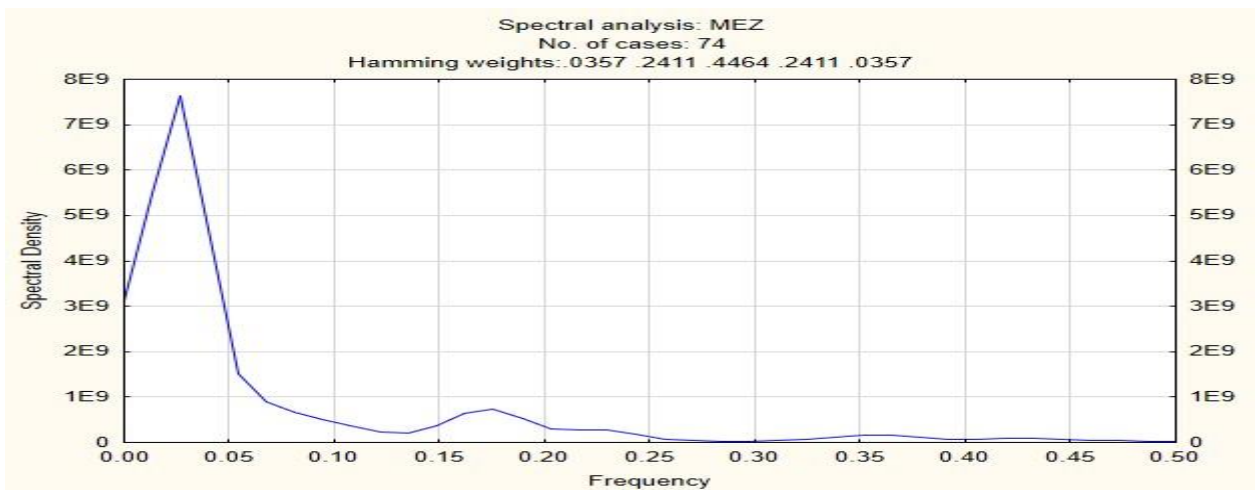


Рис.3.132 – Спектральна щільність математичного очікування від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

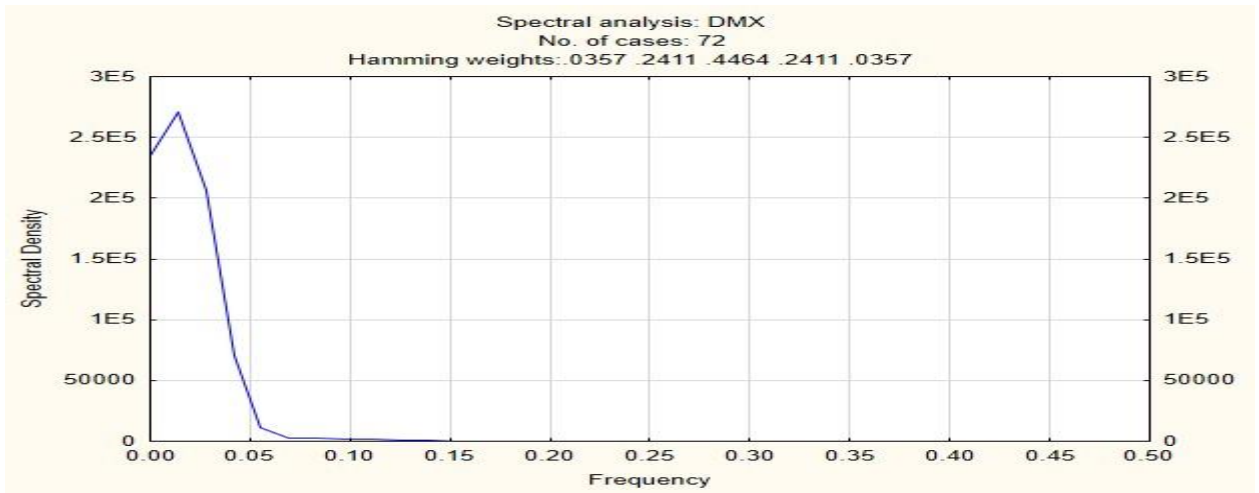


Рис. 3.133 – Спектральна щільність дисперсії від математичного очікування сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

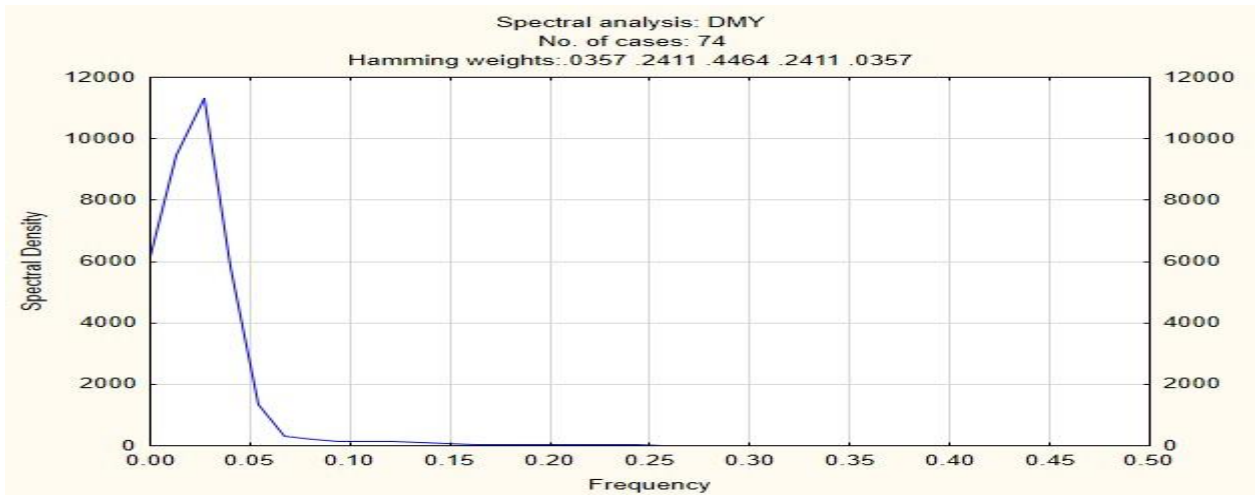


Рис.3.134 –Спектральна щільність дисперсії від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

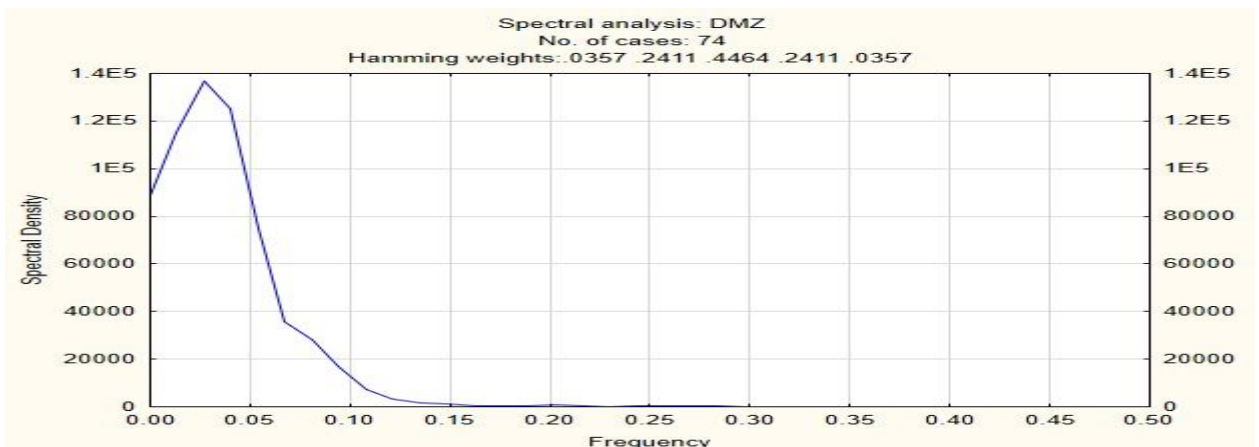


Рис.3.135 – Спектральна щільність дисперсії від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

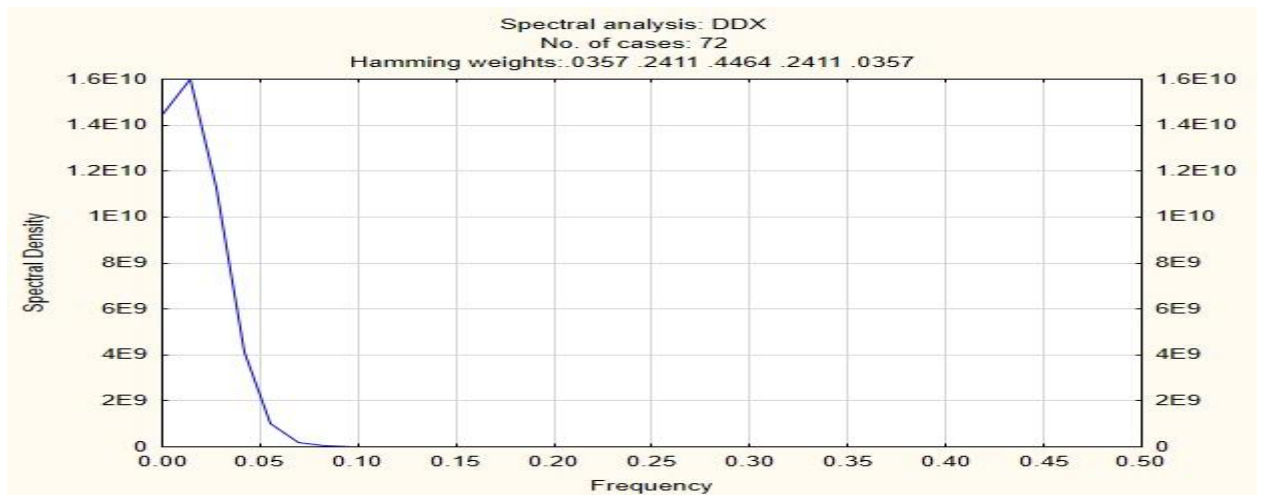


Рис. 3.136 – Спектральна щільність дисперсії від дисперсії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

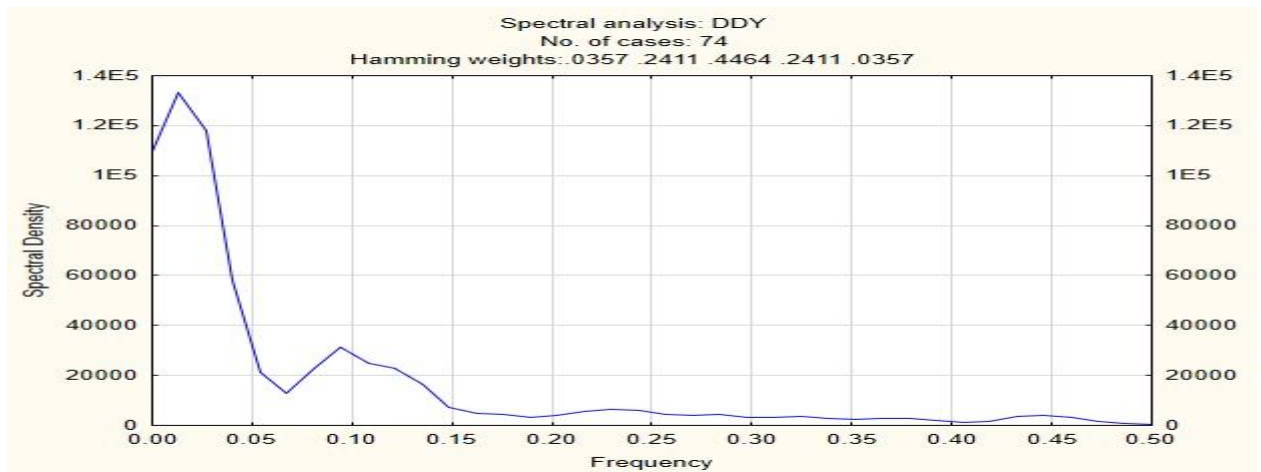


Рис.3.137 –Спектральна щільність дисперсії від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

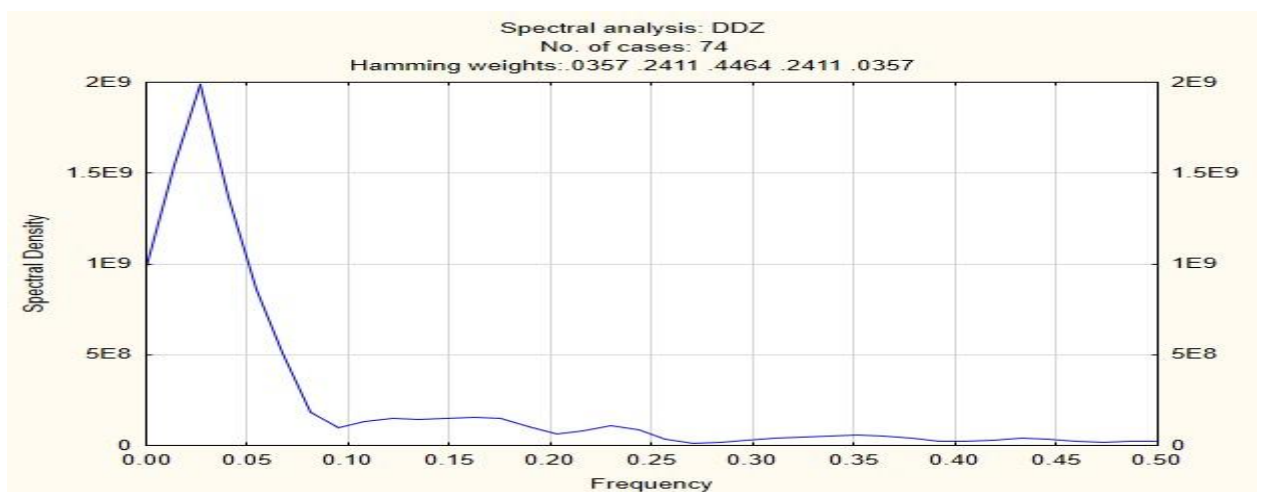


Рис.3.138 – Спектральна щільність дисперсії від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

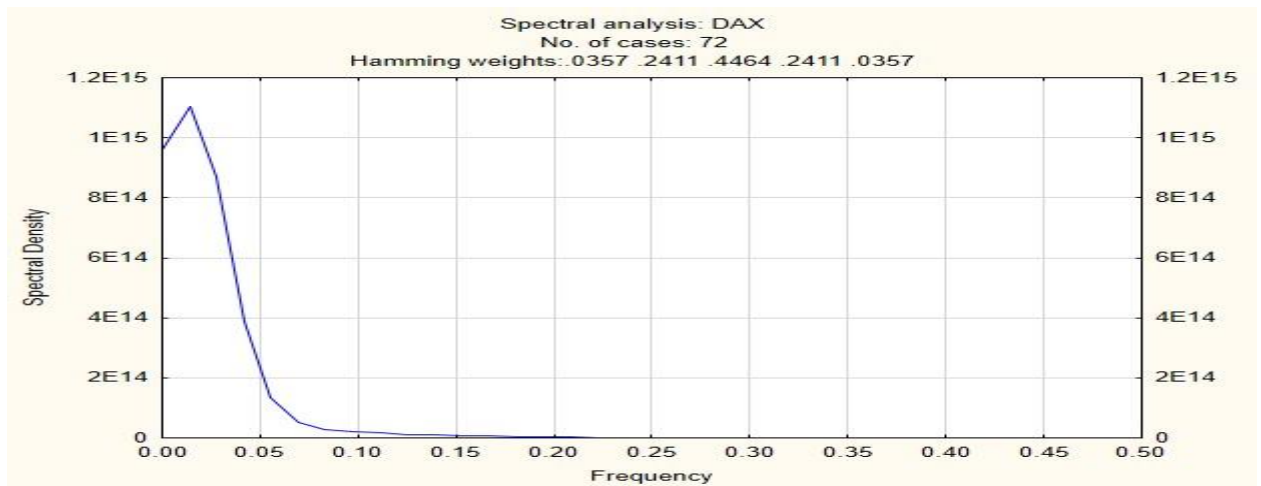


Рис. 3.139 – Спектральна щільність дисперсії від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

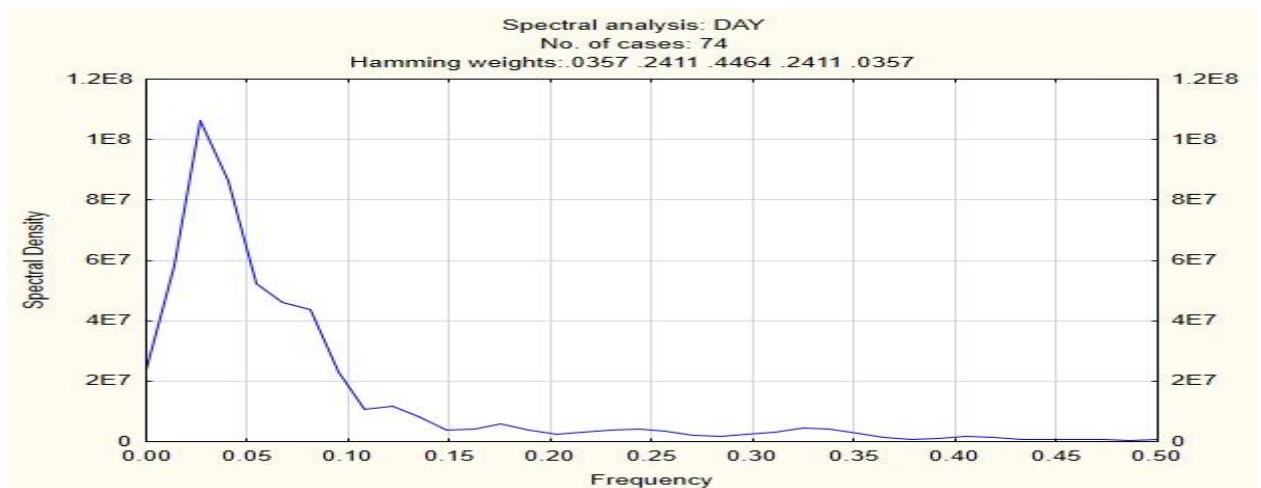


Рис.3.140 –Спектральна щільність дисперсії від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

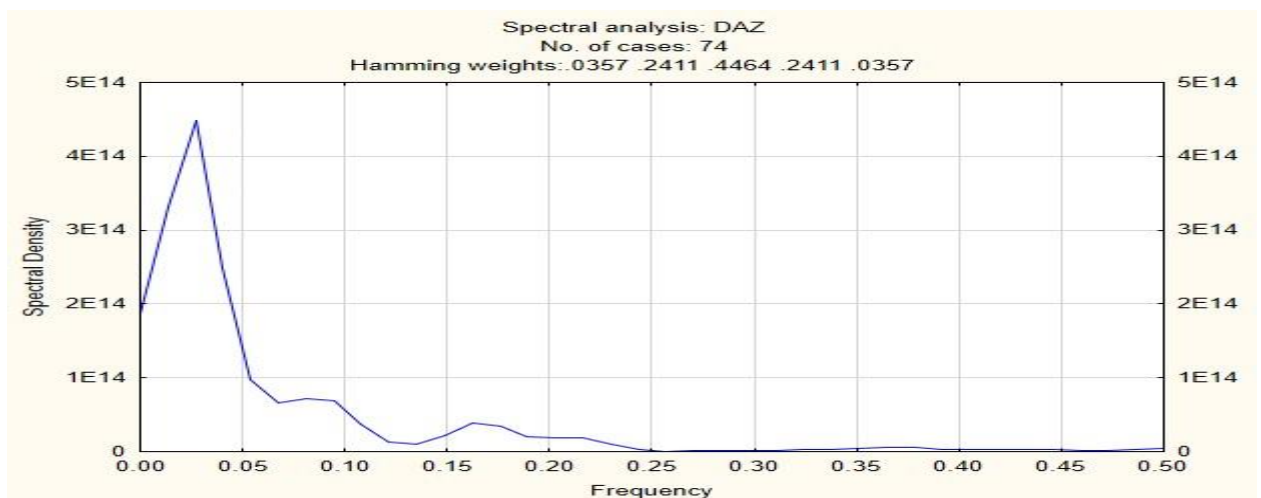


Рис.3.141 – Спектральна щільність дисперсії від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

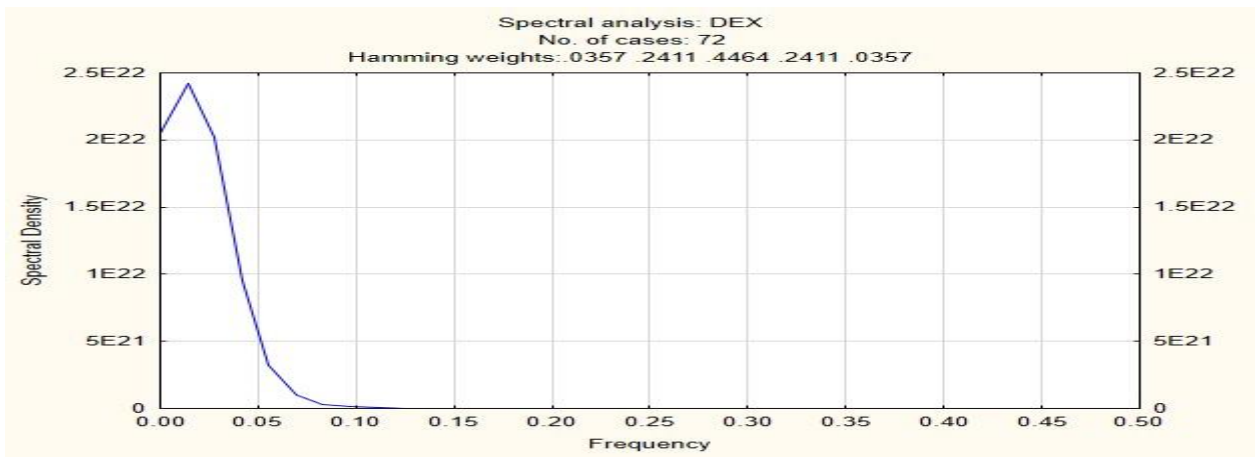


Рис. 3.142 – Спектральна щільність дисперсії від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

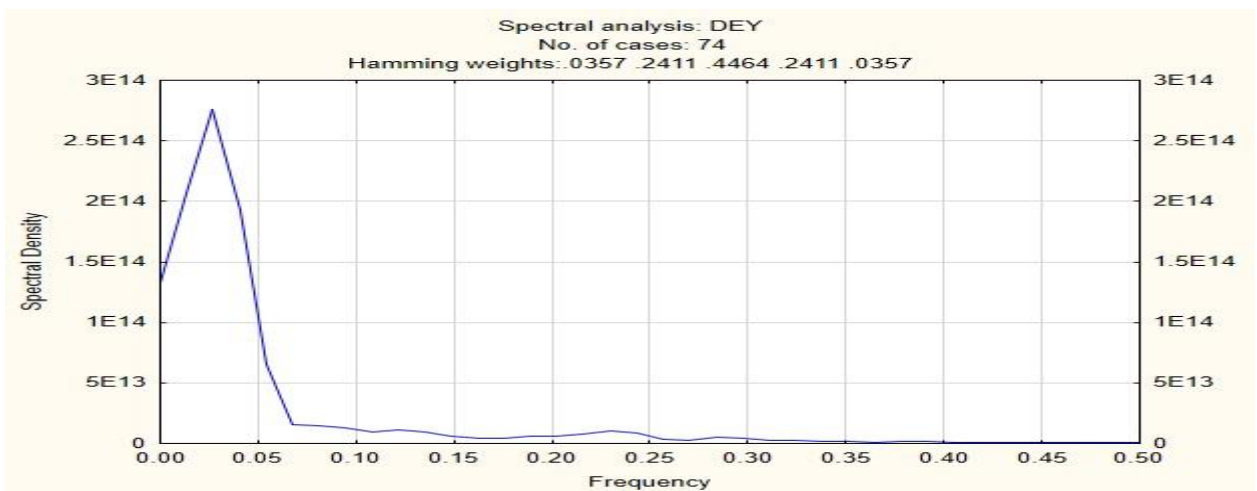


Рис.3.143 –Спектральна щільність дисперсії від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

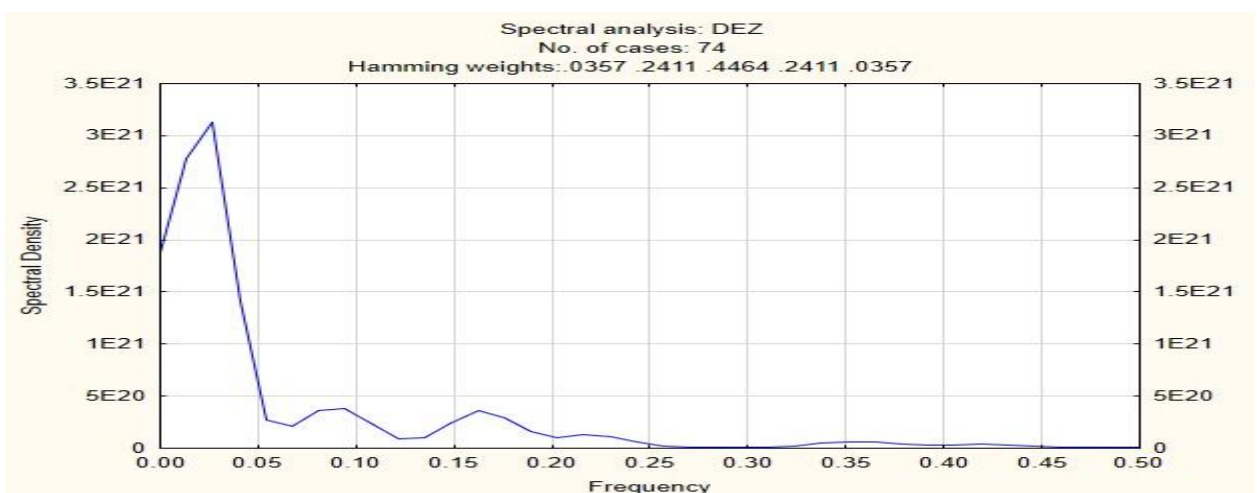


Рис.3.144 – Спектральна щільність дисперсії від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

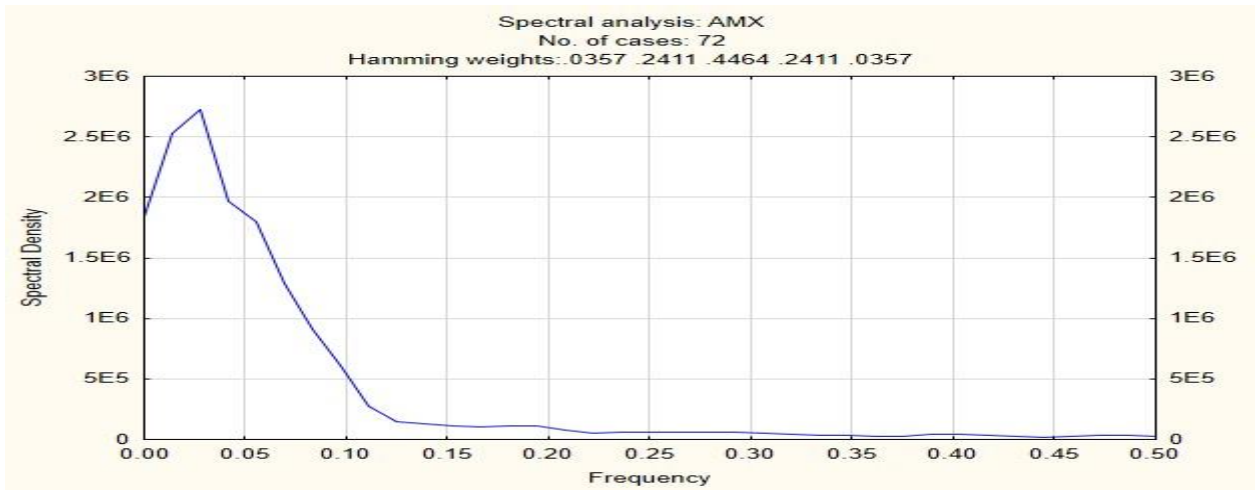


Рис. 3.145 – Спектральна щільність асиметрії від математичного очікування сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

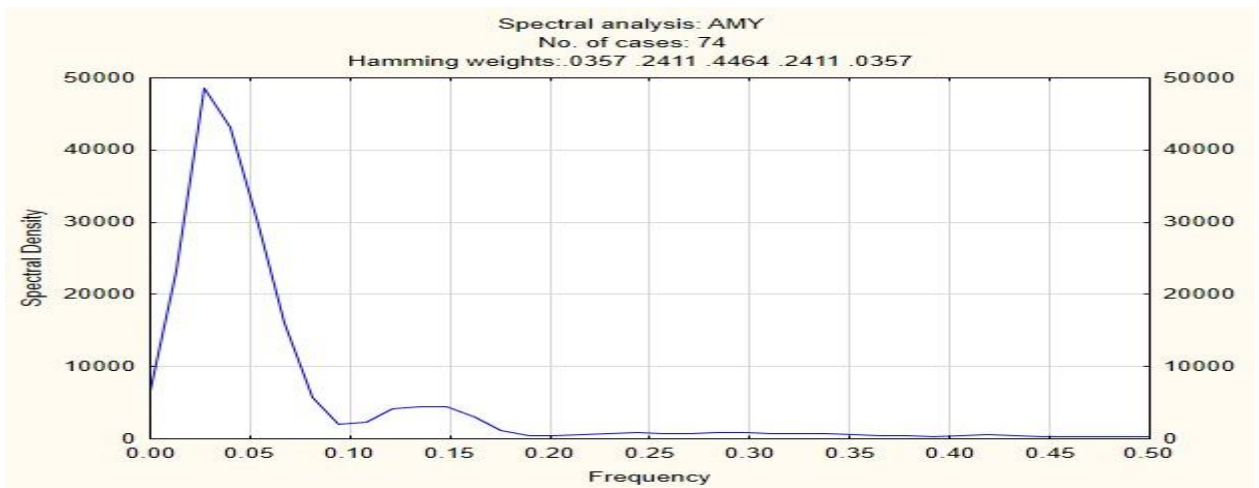


Рис.3.146 –Спектральна щільність асиметрії від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

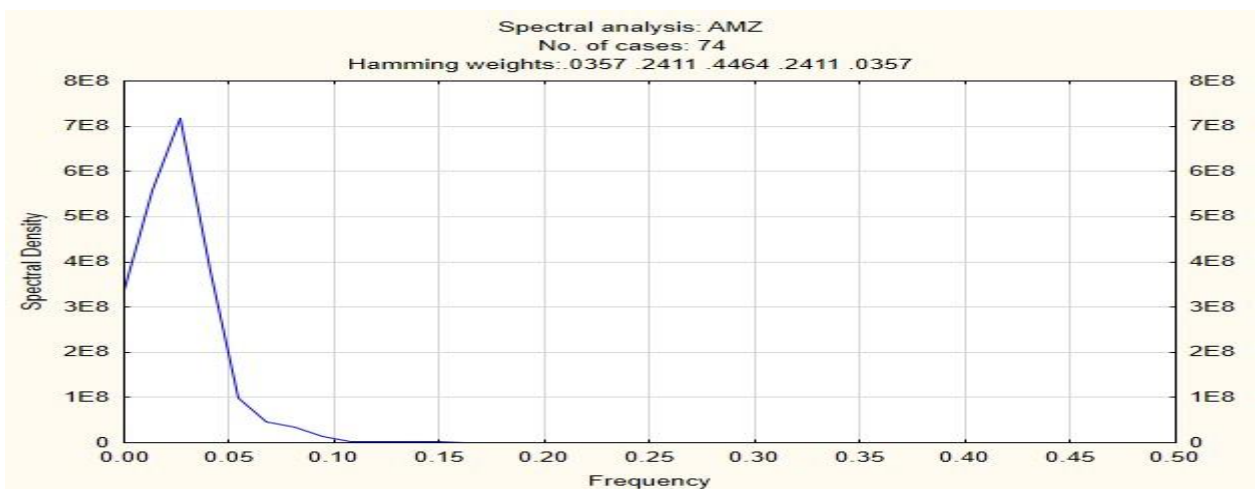


Рис.3.147 – Спектральна щільність асиметрії від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

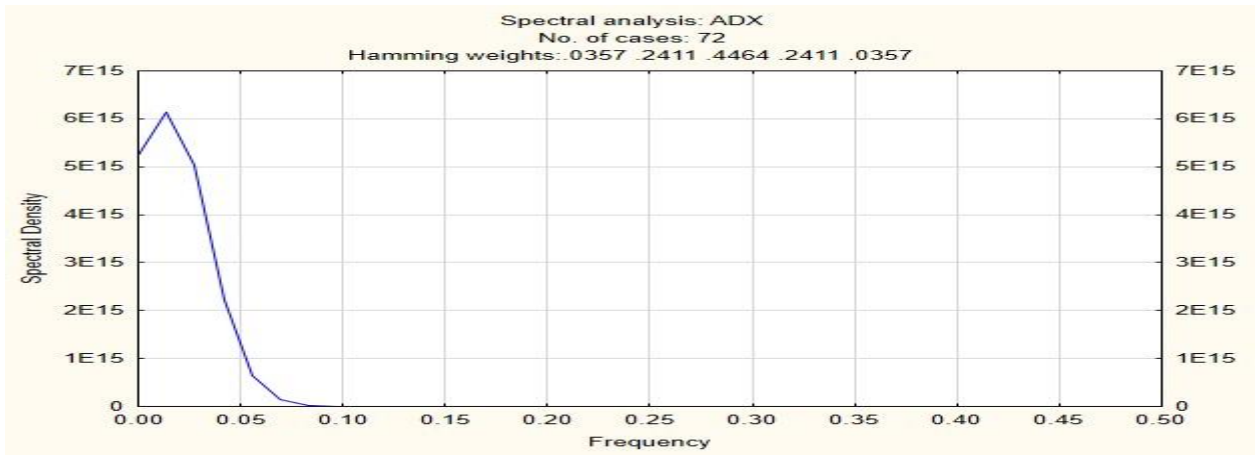


Рис. 3.148 – Спектральна щільність асиметрії від дисперсії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

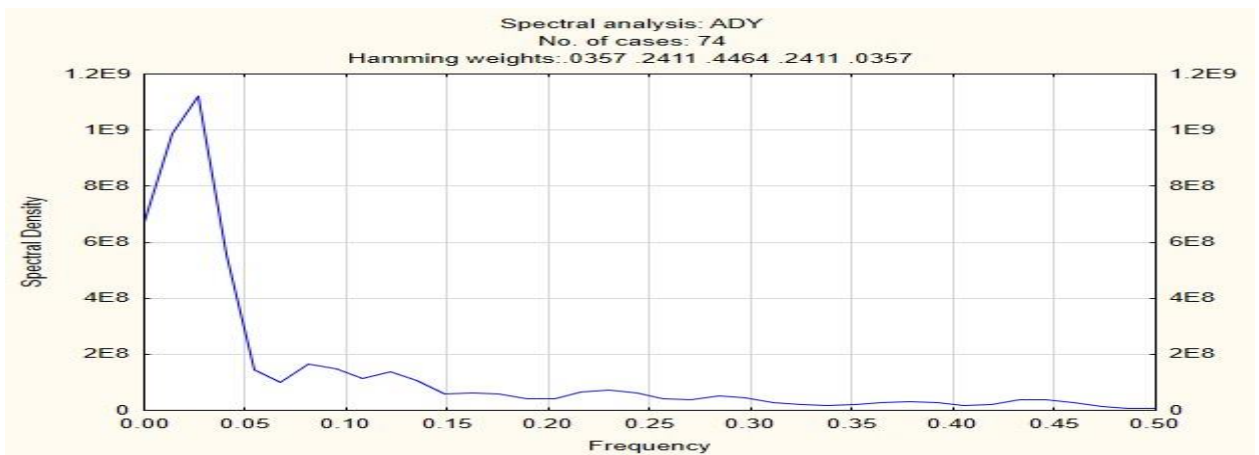


Рис.3.149 –Спектральна щільність асиметрії від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

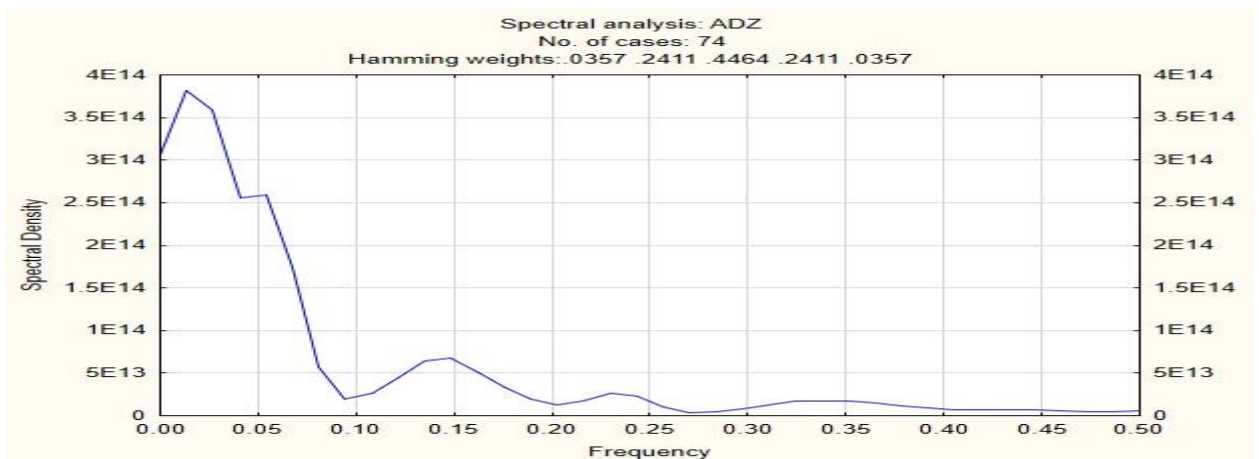


Рис.3.150 – Спектральна щільність асиметрії від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

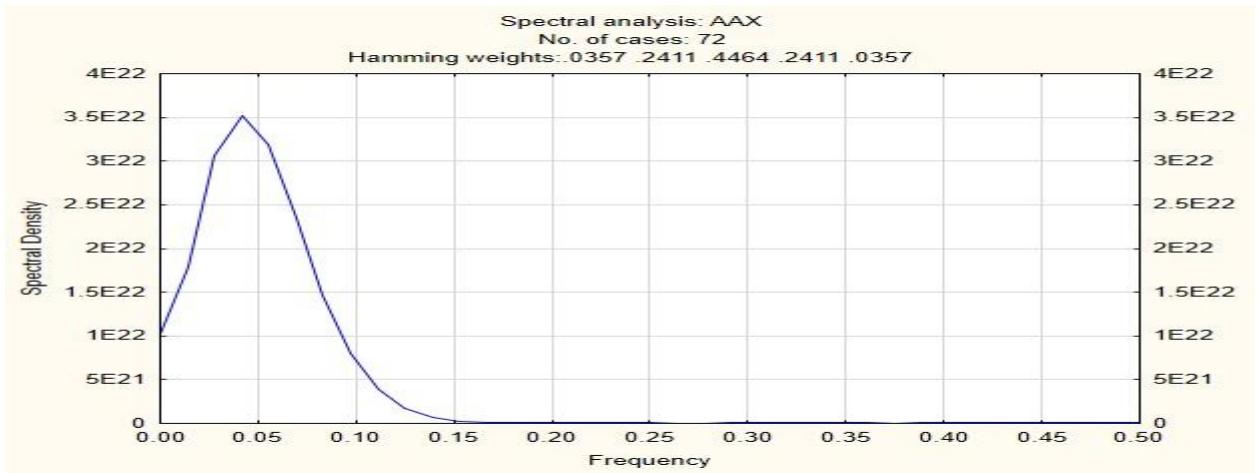


Рис. 3.151 – Спектральна щільність асиметрії від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

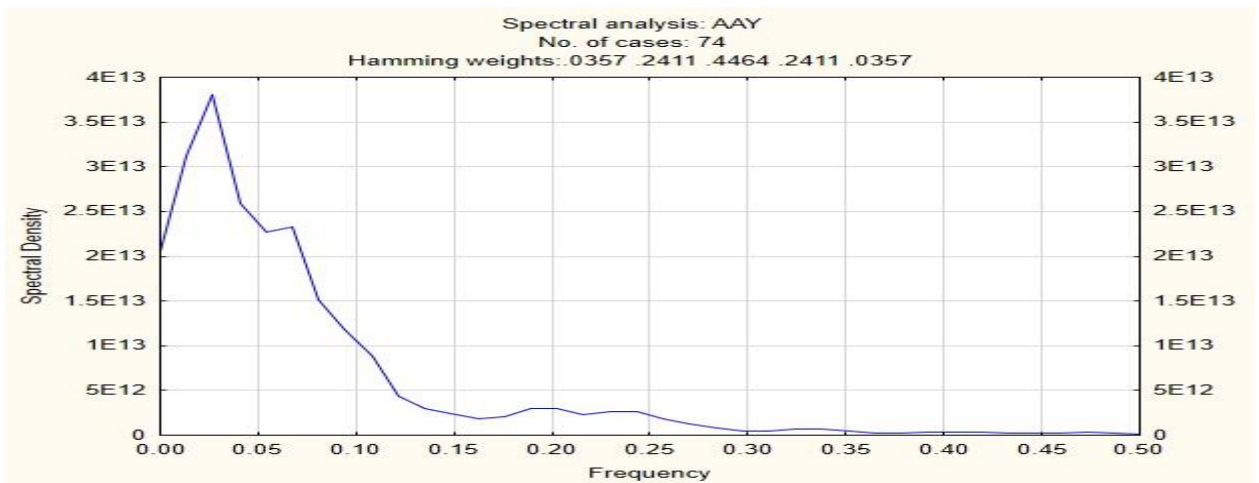


Рис.3.152 –Спектральна щільність асиметрії від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

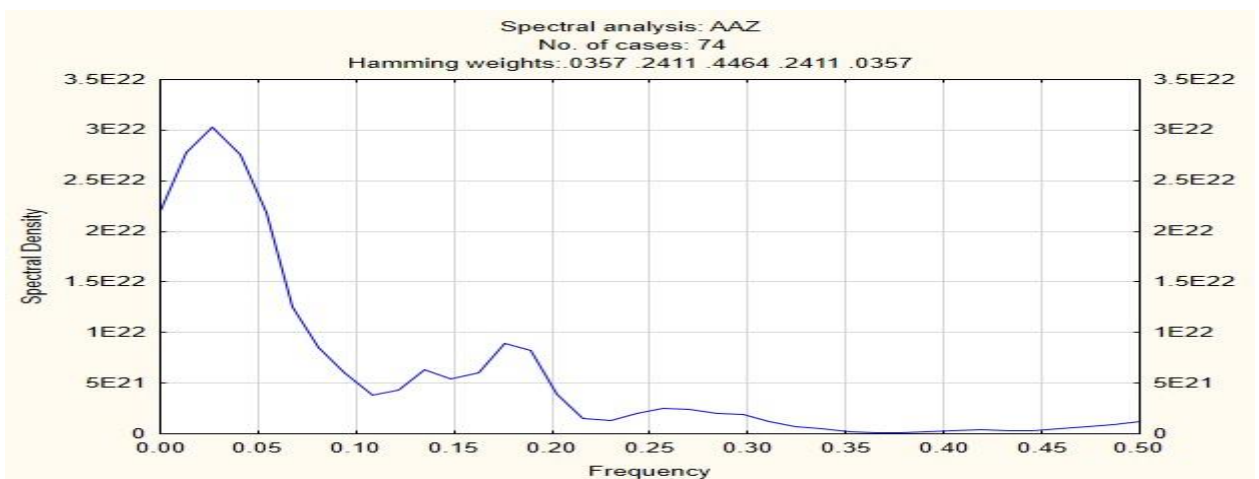


Рис.3.153 – Спектральна щільність асиметрії від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

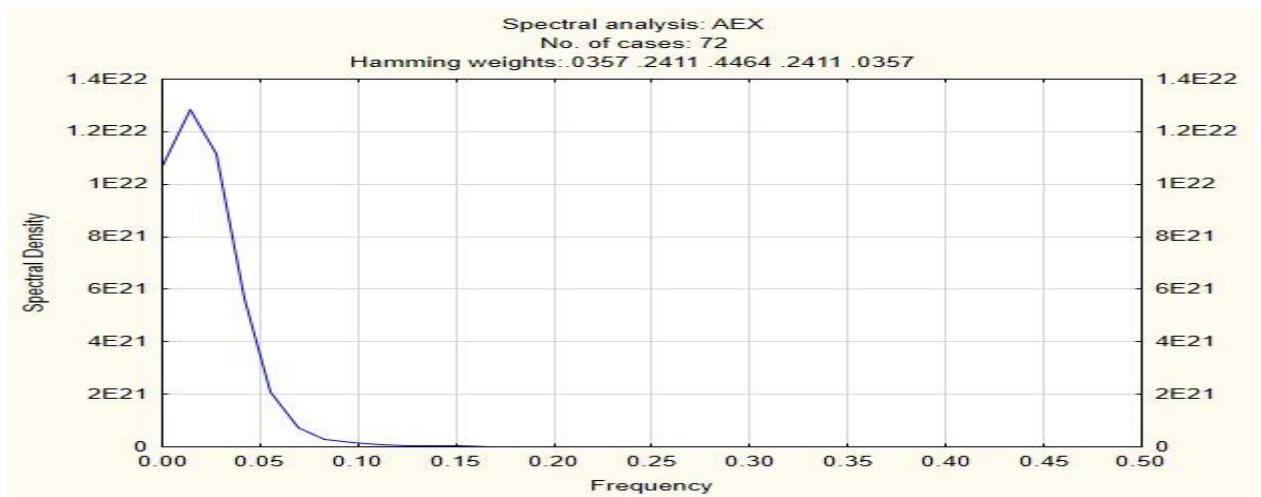


Рис. 3.154 – Спектральна щільність асиметрії від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

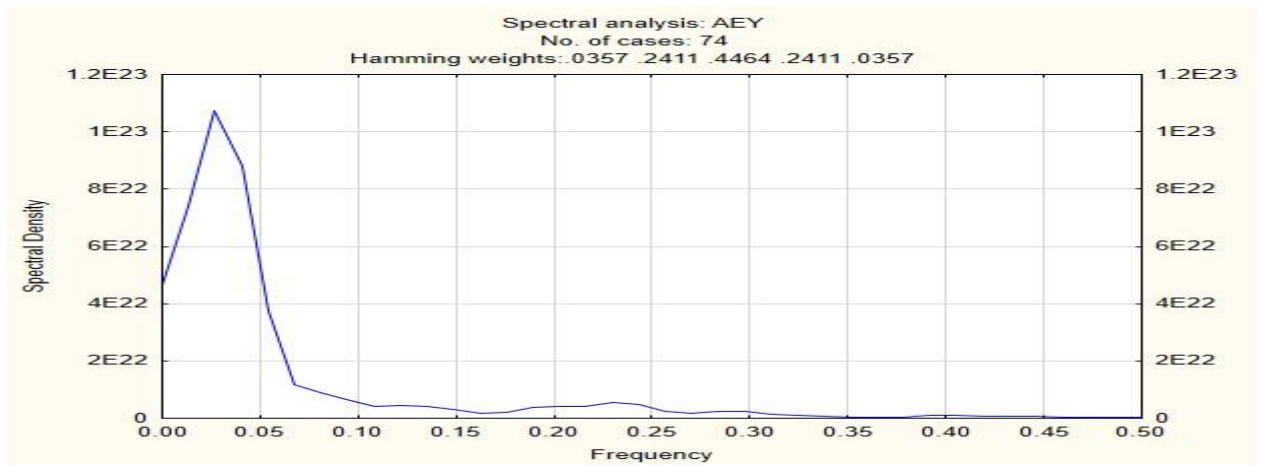


Рис.3.155 –Спектральна щільність асиметрії від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

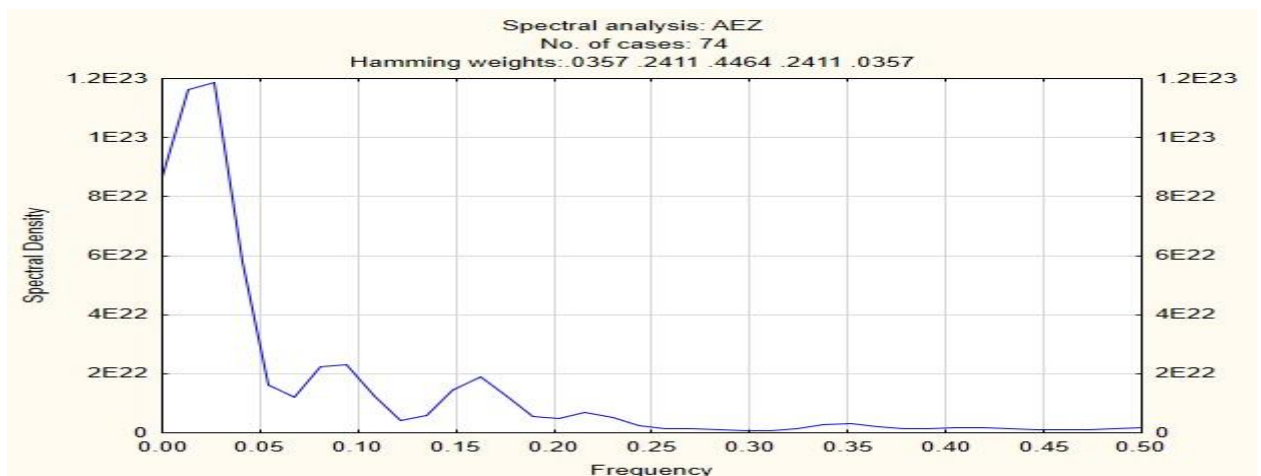


Рис.3.156 – Спектральна щільність асиметрії від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

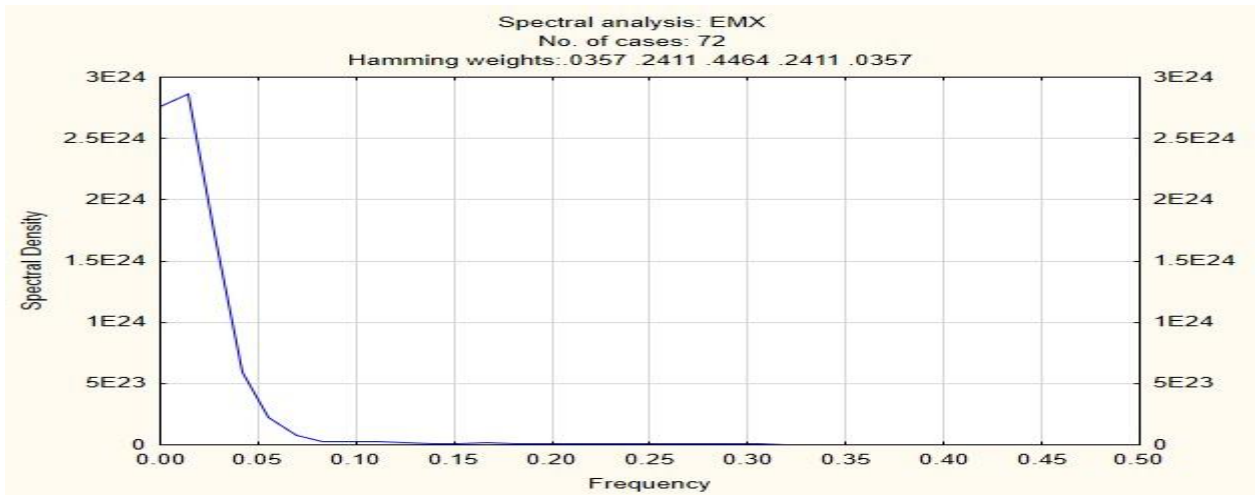


Рис. 3.157 – Спектральна щільність ексцесу від математичного очікування сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

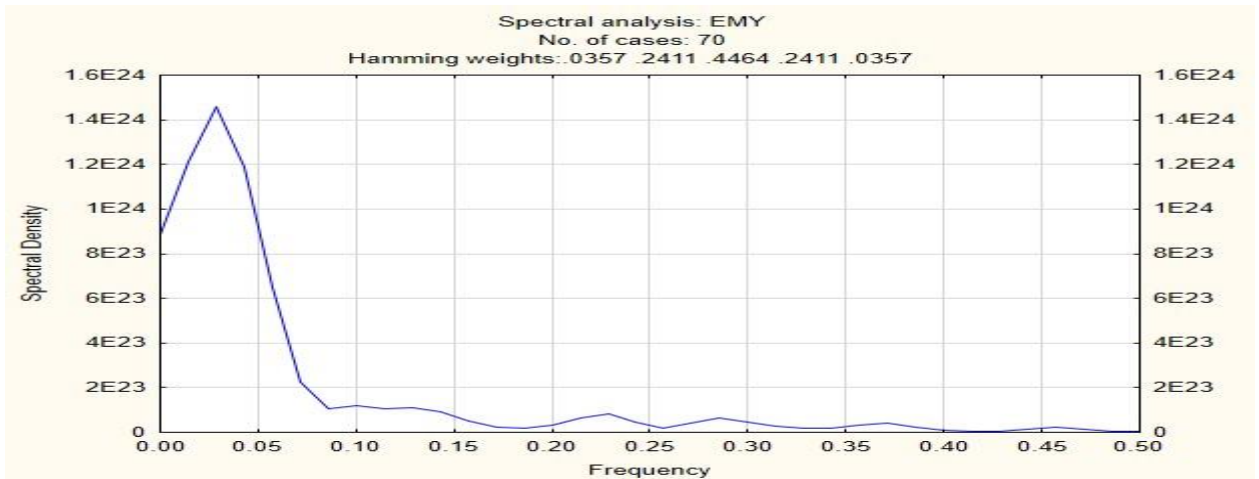


Рис.3.158 –Спектральна щільність ексцесу від математичного очікування сигналу струму АТК підйомної машини

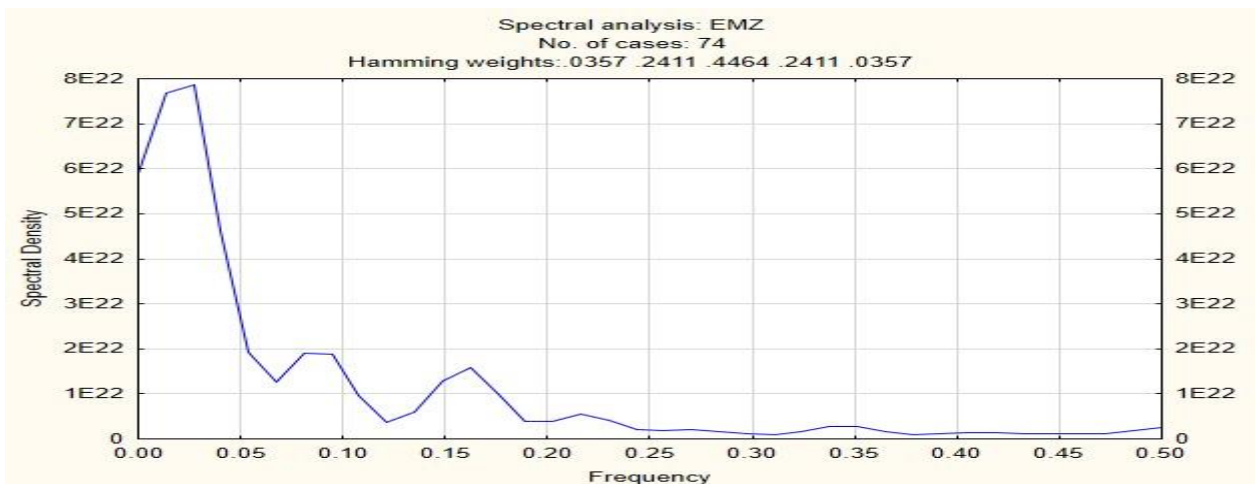


Рис.3.159 – Спектральна щільність ексцесу від математичного очікування сигналу ЕРС ротора підйомної машини

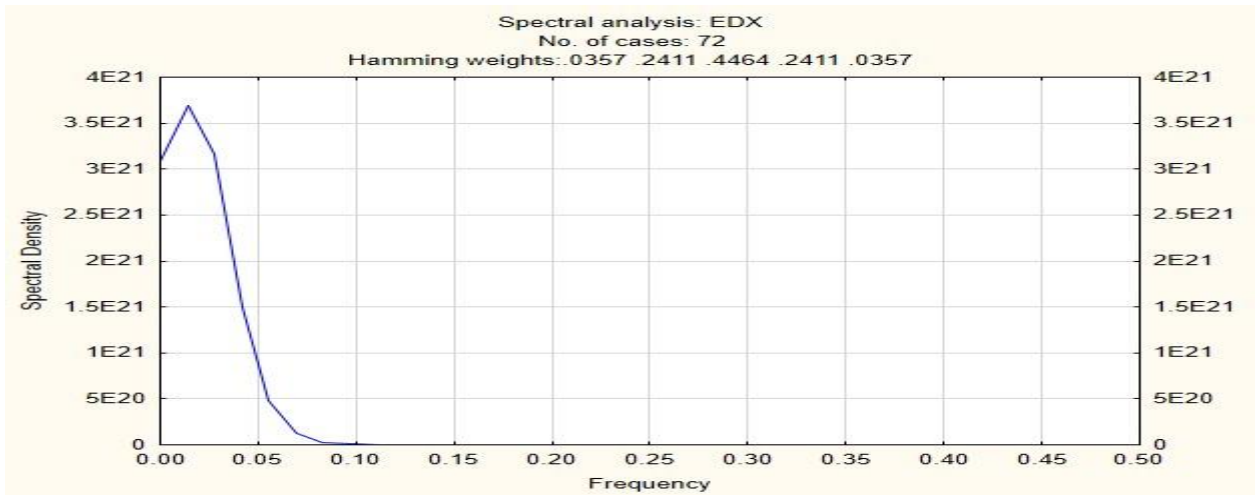


Рис. 3.160 – Спектральна щільність ексцесу від дисперсії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

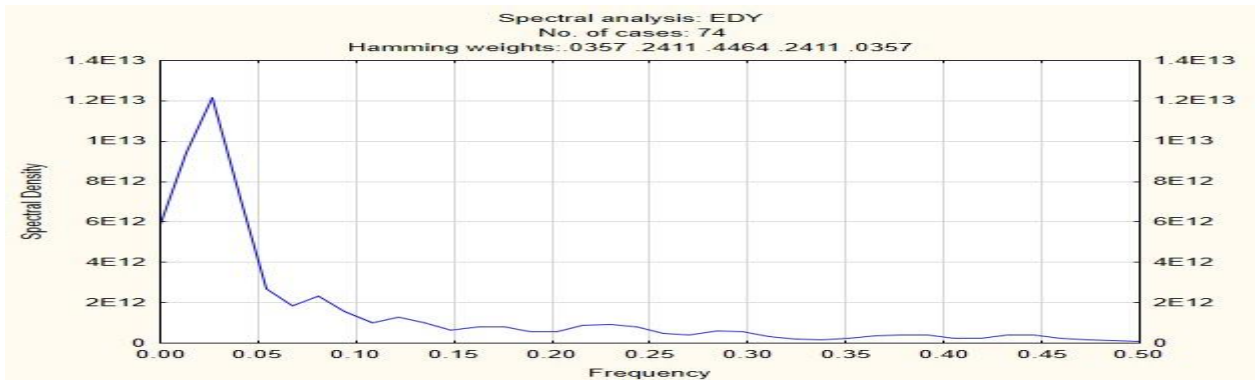


Рис.3.161 –Спектральна щільність ексцесу від дисперсії сигналу струму АТК підйомної машини

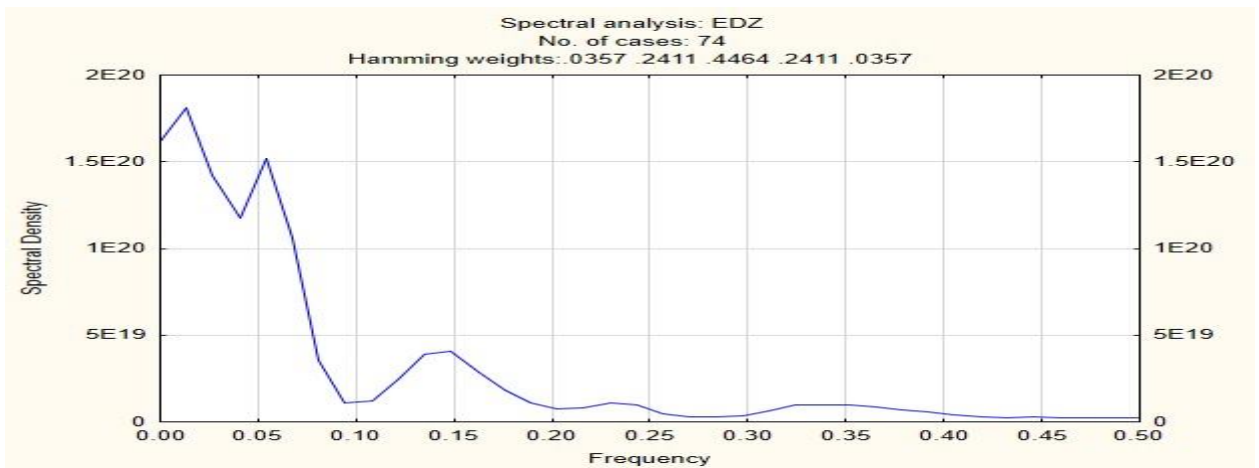


Рис.3.162 – Спектральна щільність ексцесу від дисперсії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

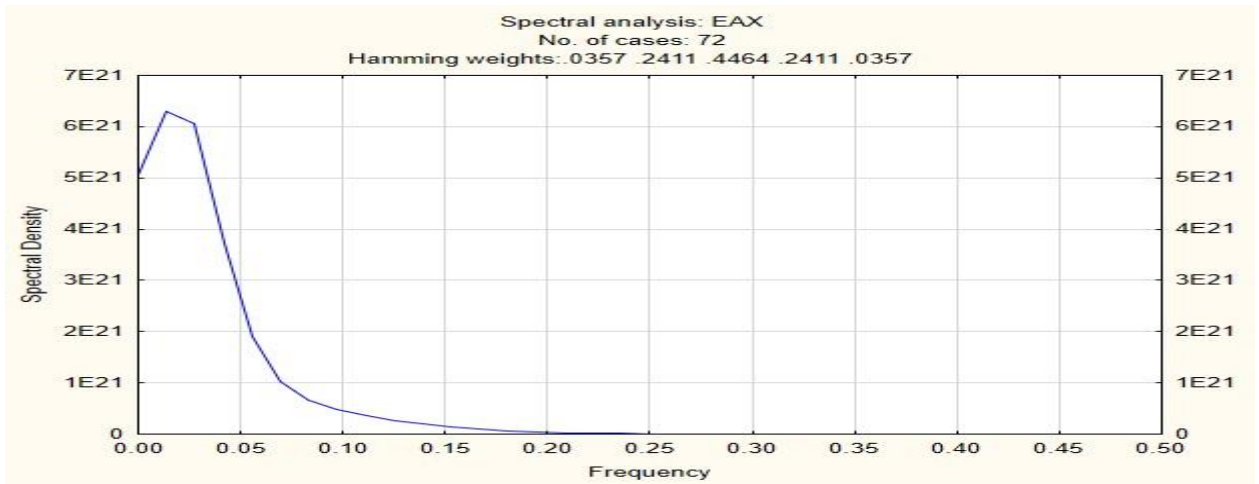


Рис. 3.163 – Спектральна щільність ексцесу від асиметрії сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

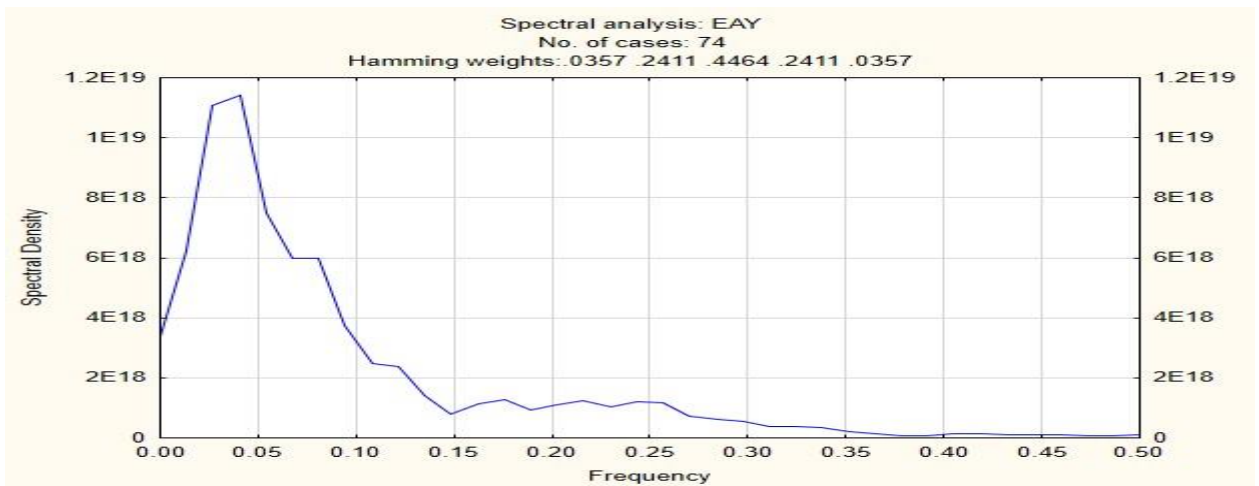


Рис.3.164 – Спектральна щільність ексцесу від асиметрії сигналу струму АТК підйомної машини

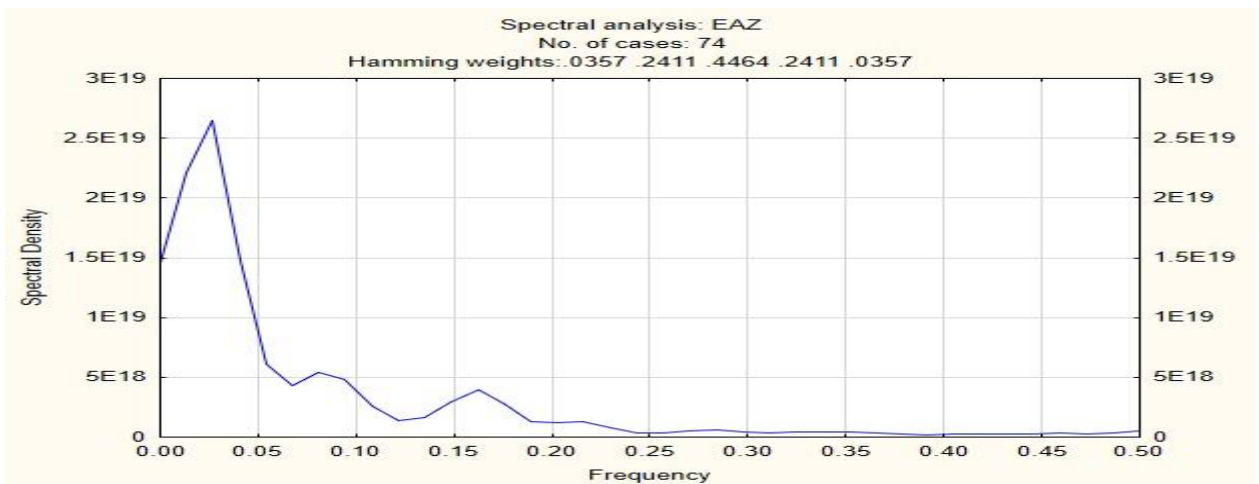


Рис.3.165 – Спектральна щільність ексцесу від асиметрії сигналу ЕРС ротора підйомної машини

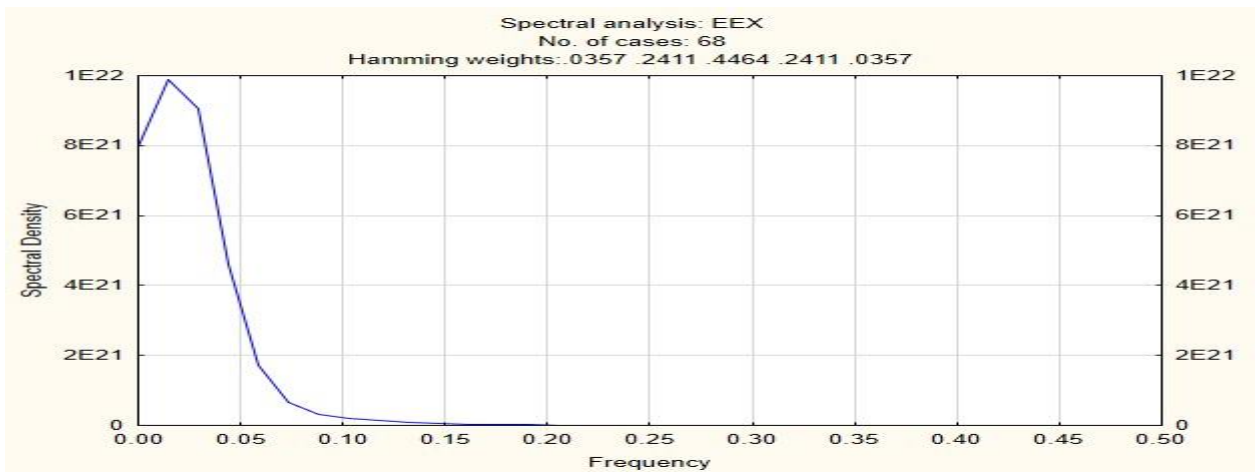


Рис. 3.166 – Спектральна щільність ексцесу від ексцесу сигналу швидкості АЗЦК підйомної машини

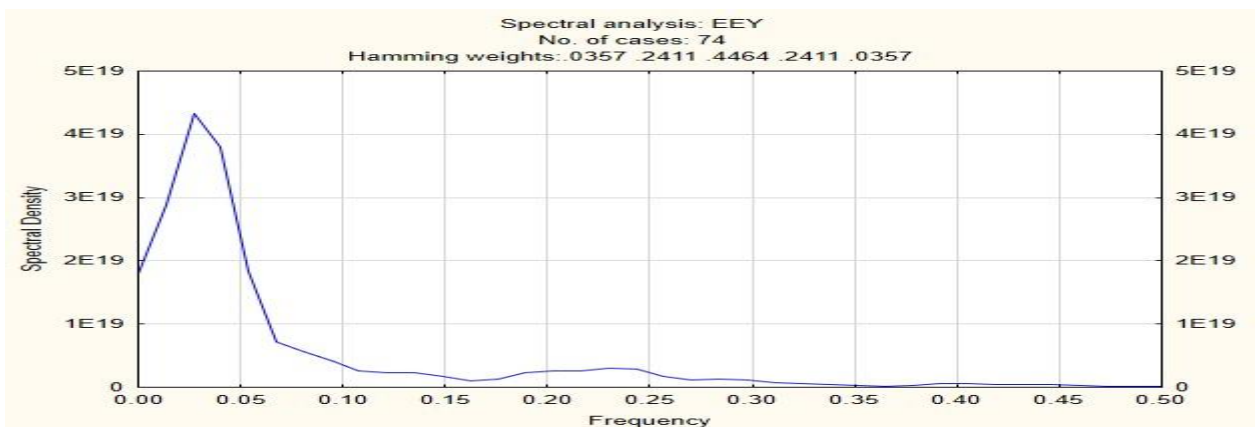


Рис.3.167 – Спектральна щільність ексцесу від ексцесу сигналу струму АТК підйомної машини

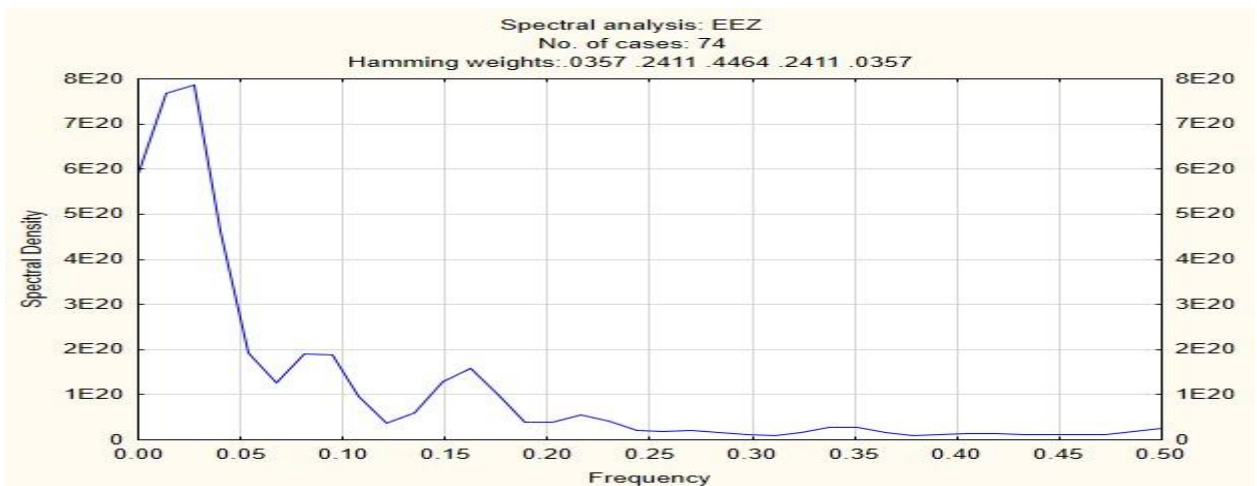


Рис.3.168 – Спектральна щільність ексцесу від ексцесу сигналу ЕРС ротора підйомної машини

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок трудомісткості розробки програмного забезпечення

Вихідні дані:

- 1) q – передбачуване число операторів – 1337;
- 2) C – коефіцієнт складності програми – 1,3;
- 3) p – коефіцієнт корекції програми в ході її розробки – 0,06;
- 4) B – коефіцієнт збільшення витрат – 1,2;
- 5) k – коефіцієнт кваліфікації програміста – 0,9;
- 6) $C_{ПР}$ – середня годинна заробітна плата програміста, грн/година.

Згідно з середнього значення погодинної оплати $C_{ПР} = 42,9$ грн/година

- 7) B_k – число виконавців;
- 8) F_p – місячний фонд робочого часу (при 40 годинному робочому тижні

$F_p = 176$ годин).

- 9) $C_{МЧ}$ – вартість машино-години ЕОМ, грн/год (14,8 грн/година)

Нормування праці в процесі створення ПЗ істотно ускладнено в силу творчого характеру праці програміста. Тому трудомісткість розробки ПЗ може бути розрахована на основі системи моделей з різною точністю оцінки.

Трудомісткість розробки ПЗ можна розрахувати за формулою:

$$t = t_0 + t_u + t_a + t_n + t_{oml} + t_\delta \quad (4.1)$$

де t_0 – витрати праці на підготовку й опис поставленої задачі (приймається 50);

t_u – витрати праці на дослідження алгоритму рішення задачі;

t_a – витрати праці на розробку блок-схеми алгоритму;

t_n – витрати праці на програмування по готовій блок-схемі;

t_{oml} – витрати праці на налагодження програми на ЕОМ;

t_δ – витрати праці на підготовку документації.

Складові витрати праці визначаються через умовне число операторів у ПЗ, яке розробляється.

Умовне число операторів (підпрограм):

$$Q = q \times C \times (1 + p) \quad (4.2)$$

де, C – коефіцієнт складності програми – характеризує відносну складність програми по відношенню до так званої типової задачі, що реалізує стандартні методи рішення, складність якої прийнята рівній одиниці (величина C лежить в межах від 1,25 до 2);

q – передбачуване число операторів;

p – коефіцієнт корекції програми в ході її розробки – збільшення обсягу робіт за рахунок внесення змін до алгоритм або програму за результатами уточнення постановок і описів її, зміни складу і структури інформації, а також уточнень, внесених розробниками для поліпшення якості самої програми без зміни постановки завдання (величина p знаходиться в межах 0,05 ... 0,1).

Згідно з визначеними даними умовне число операторів:

$$Q = 1337 \times 1,3 \times (1 + 0,06) = 1842$$

Витрати праці на вивчення опису задачі t_u визначається з урахуванням уточнення опису і кваліфікації програміста:

$$t_u = \frac{Q \times B}{(75..85) \times k}, \text{ людино-годин,} \quad (4.3)$$

де, B - коефіцієнт збільшення витрат праці внаслідок недостатнього опису задачі – якість постановки задачі, виданої для розробки, у зв'язку з тим, що завдання, як правило, вимагають уточнення і деякого доопрацювання (цей коефіцієнт в залежності від складності завдання приймається від 1,2 до 1,5);

k - коефіцієнт кваліфікації програміста, обумовлений від стажу роботи з даної спеціальності – ступінь підготовленості виконавця до дорученої йому роботи (він визначається залежно від стажу роботи і становить: для працюючих до двох років - 0,8);

$$t_u = \frac{1842 \times 1,2}{85 \times 0,9} = 28,9, \text{ людино-годин,}$$

Витрати праці на розробку алгоритму рішення задачі:

$$t_a = \frac{Q}{25 \times k} = \frac{1842}{25 \times 0,9} = 81,9, \text{ людино-годин,} \quad (4.4)$$

Витрати на складання програми по готовій блок-схемі:

$$t_n = \frac{Q}{25 \times k} = \frac{1842}{25 \times 0,9} = 81,9, \text{ людино-годин,} \quad (4.5)$$

Витрати праці на налагодження програми на ЕОМ:

- за умови автономного налагодження одного завдання:

$$t_{oml} = \frac{Q}{(4..5) \times k} = \frac{1842}{5 \times 0,9} = 409,4, \text{ людино-годин,} \quad (4.6)$$

- за умови комплексного налагодження завдання:

$$t_{oml}^k = t_{oml} \times 1,5 = 409,4 \times 1,5 = 614,1, \text{ людино-годин,} \quad (4.7)$$

Витрати праці на підготовку документації:

$$t_d = t_{dp} + t_{do}, \text{ людино-годин,} \quad (4.8)$$

де t_{dp} – трудомісткість підготовки матеріалів і рукопису.

$$t_{dp} = \frac{Q}{(15..20) \times k} = \frac{1842}{20 \times 0,9} = 102, \text{ людино-годин} \quad (4.9)$$

t_{do} – трудомісткість редагування, печатки й оформлення документації

$$t_{do} = 0,75 \times t_{dp} = 76,8, \text{ людино-годин} \quad (4.10)$$

Згідно розрахованих значень $t_{dp} = 102$, та $t_{do} = 76,8$;

$$t_d = 102 + 76,8 = 179,1, \text{ людино-годин}$$

Згідно розрахованих показників розрахуємо трудомісткість розробки ПЗ

$$t = 50 + 28,9 + 81,9 + 81,9 + 409,4 = 831,2 \text{ людино/годин}$$

4.2. Витрати на створення програмного забезпечення

Витрати на створення ПЗ $K_{ПО}$ включають витрати на заробітну плату виконавця програми $Z_{ЗП}$ і витрат машинного часу, необхідного на налагодження програми на ЕОМ

$$K_{ПО} = Z_{ЗП} + Z_{МВ}, \text{ грн.} \quad (4.11)$$

Заробітна плата виконавців визначається за формулою:

$$ЗП = t \times C_{ПР}, \text{ грн}, \quad (4.12)$$

де: t - загальна трудомісткість, людино-годин;

$$ЗП = 831,2 \times 42,9 = 35658.82, \text{ грн}$$

Вартість машинного часу, необхідного для налагодження програми на ЕОМ:

$$З_{МВ} = t_{омл} \times C_{мч}, \text{ грн}, \quad (4.13)$$

де $t_{омл}$ - трудомісткість налагодження програми на ЕОМ, год.

$$З_{МВ} = 409.4 \times 14.8 = 6059.4, \text{ грн}$$

Згідно розрахованих значень витрати на створення ПЗ

$$K_{ПО} = 35658.82 + 6059.4 = 41718.2, \text{ грн}$$

Визначені в такий спосіб витрати на створення програмного забезпечення є частиною одноразових капітальних витрат на створення АСУП.

Очікуваний період створення ПЗ розрахуємо за формулою:

$$T = \frac{t}{B_k \times F_p}, \text{ міс} \quad (4.14)$$

де B_k – число виконавців ($B_k = 1$).

Очікуваний період створення ПЗ:

$$T = \frac{831.2}{176} = 4,7, \text{ міс}$$

Таким чином, очікувана тривалість розробки складе близько 4,7 місяців, а витрати на створення програмного забезпечення – 41718.2, грн

4.3. Маркетингові дослідження ринку збуту розробленого програмного продукту

За останні 25 років, підходи до технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) обладнання змінилися, більше ніж будь-яка інша управлінська дисципліна. Зміни обумовлені величезним зростанням числа і різноманітності обладнання, що має набагато більш складні конструкції. З'явилися нові методи

обслуговування і змінилися погляди на сервісні організації і їх обов'язки. Це змусило великі компанії переглянути підходи до рішень в області ТОiP.

З метою виключення позапланових простоїв обладнання, що супроводжуються виробничими втратами, за кордоном були розроблені системи технічного обслуговування, спрямовані на підвищення надійності роботи обладнання. Однією з таких систем є RCM (Reliability-Centered Maintenance - технічне обслуговування, орієнтоване на надійність) методологія, що дозволяє визначити необхідні заходи для того, щоб кожна виробнича система і її елементи виконували покладену на них функцію в рамках виробничого процесу.

Подібні завдання стоять і перед нашою промисловістю, про що свідчать публікації останнього часу. Так в роботі для підприємств гірничої промисловості пропонується створити інтелектуальну систему моніторингу стану гірського устаткування з метою забезпечення надійності його роботи. Однак для цього необхідно створення структурованої статистичної інформації. У роботі ставиться задача створення для вітчизняних підприємств системи забезпечення безаварійної роботи обладнання при оптимальних витратах. В даній науково дослідницькій роботі ми спроектували та розробили інформаційно-пошукову систему аналізу дефектів виробів в сфері промислового виробництва.

На сьогоднішній день завдання забезпечення надійності виробничого обладнання при оптимальних витратах є актуальною як для зарубіжних, так і вітчизняних підприємств. Основними покупцями розробленого програмного продукту будуть шахти, гірничозбагачувальні комбінати та інші великі підприємства, що використовують машини для роботи. Головною метою покупки буде виконання аналізу показників датчиків машин для прогнозування аварійних станів, їх попередження та відвернення.

Головними конкурентами розробленого програмного забезпечення будуть додатки, призначені для аналізу станів шахтних машин та обладнання. Найвідомішими з таких програм є розробка американської компанії MODULAR MINING SYSTEM під назвою «Диспетчер». Це потужний пакет програм, за

допомогою якого з одного центру обмежена кількість операторів здійснює оптимізований автоматичний контроль і управління вантажопотоками автосамоскидів, роботою і переміщенням виймальних-вантажної техніки і бурового обладнання, планування техобслуговування гірського устаткування, а також готуються статистичні зведення і виробничо-технічні звіти. Продуктивність підприємств, на яких застосовувалася система Dispatch, зросла від 6 до 32%.

Система управління гірничотранспортним комплексом DISPATCH дозволяє найкращим гірничодобувним підприємствам досягти максимальних показників продуктивності і ефективності. На додаток система дозволяє підвищити рівень безпеки підприємства. Компоненти системи, такі як мобільне обладнання і бездротова система передачі даних виконані з урахуванням специфіки важких умов гірських роботи. Перевірена технічне рішення і досвід фахівців компанії гарантують отримання високого результату оптимізації бізнес процесів підприємства за допомогою системи DISPATCH.

Система дозволяє відстежувати місце розташування техніки за рахунок використання супутникового позиціонування, бездротова передача даних забезпечує віддалений контроль за станом техніки. В системі передбачені функції контролю змішування матеріалів для досягнення певної якості матеріалу. Система розроблена з урахуванням 35 річного досвіду компанії оптимізації гірничих робіт і постійної взаємодії з клієнтами. Система встановлена більш ніж на 250 по всьому світу і є стандартом на ринку систем управління гірничотранспортним комплексом.

Оновлена версія системи DISPATCH 6 включає поліпшення такі як кар'єрна навігація, оновлений призначений для користувача інтерфейс, покращена система відстеження навантаження шин і найкраща система створення звітів для відстеження результатів роботи.

Основні функції системи DISPATCH

- оптимізація вантажопотоків

- управління персоналом
- управління заправки
- управління допоміжним обладнанням
- віддалений контроль
- аналіз завантаження транспорту
- контроль змішування матеріалів
- звітність у реальному часу

Вартість даного продукту немає можливості проаналізувати так як MODULAR MINING SYSTEM не надає у відкритому доступі даних про вартість свого програмного забезпечення.

Програмне забезпечення спроектоване та розроблене в даній науково-дослідницькій роботі має ряд переваг перед існуючим ПЗ. Розроблена програма дозволяє проводити глибокий аналіз вихідних даних за допомогою моментних функцій відображати залежності даних один від одного. Реалізована нами методика дозволяє на ранніх стадіях передбачати аварійні та передаварійні стани, завдяки цьому підвищується безпека на підприємстві та може вчасно бути виконаний ремонт що дозволить продовжити час експлуатації підйомної машини.

4.5. Оцінка економічної ефективності впровадження програмного забезпечення

Основна задача розробленого програмного забезпечення виявлення значущих ознак стану і супутніх сигналів струму, ЕРС та швидкості за допомогою моментних функцій вищих порядків. На основі результатів обробки вхідних даних за допомогою розробленого додатку може бути створений довідник режимів роботи підйомної установки для відображення залежностей супутніх сигналів та їх порівняння. Так як дана робота носить науково-дослідницький характер, немає можливості розрахувати економічну ефективність впровадження програмного продукту, проте очевидним є соціальна

вигода від використання програми. Вона полягає у полегшенні проведення тестування стану підйомної машини відповідними службами на підприємствах та більш детального дослідження вихідних характеристик, таких як струм АТК, швидкість АЗКЦ роботи двигуна та ЕРС ротора. Також дане ПЗ може бути використане в навчанні. Наприклад в технікумах та університетах під час вивчення предметів пов'язаних з електромеханікою.

Висновки

В дипломній роботі були проведені дослідження методів виявлення значущих ознак стану і супутніх сигналів струму АТК, ЕРС ротора та швидкості АЗКЦ за допомогою моментних функцій вищих порядків.

Створена програма є унікальною, аналогів програмному забезпеченню не існує, розроблене програмне забезпечення дослідження чутливості моментних функцій супутніх сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів може бути використане відповідними службами на підприємствах для більш детального дослідження вихідних характеристик, таких як струм АТК, швидкість АЗКЦ роботи двигуна та ЕРС ротора. Також дане ПЗ може бути використане в навчанні. Наприклад в технікумах та університетах під час вивчення предметів пов'язаних з електромеханікою.

У ході тестування програми було підтверджено її повну відповідність вимогам, поставленим у технічному завданні.

Роботу програми можна вважати надійною, тому що у ній передбачене реагування на всі виключні ситуації та адекватна реакція на помилкові дії користувача.

В економічному розділі були виконані розрахунки трудомісткості й тривалості розробки програмного забезпечення, витрат на його створення, проведені маркетингові дослідження розробленого програмного забезпечення, а також оцінена економічна ефективність від його впровадження. Використання розробленого програмного забезпечення дозволить виконати детальне дослідження вихідних характеристик, таких як струм АТК, швидкість АЗКЦ роботи двигуна та ЕРС ротора.

Список використаних джерел

1. Мещеряков Л.І. / Асиметрійні моделі для процесів діагностування і управління гірничих технологічних комплексів, Мещеряков Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2005. – № 22. – С. 168–173.
2. Мещеряков Л.І. / Структура системи діагностування і управління гірничими комплексами з ідентифікатором, Мещеряков Горная электромеханика и автоматика. – 2005. – Вып. 74. – С. 101–104.
3. Мещеряков Л.І. / Математическое моделирование буровых установок на основе дисперсионной операторной формы цепных дробей, Мещеряков Наукові праці Дон-НТУ. – Донецк, 2005. – № 85. – С. 85–94.
4. Мещеряков Л.І. / Адаптивна імовірнісно-моментна ідентифікація гірничих комплексів, Мещеряков Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2005. – № 23. – С. 299–308.
5. Мещеряков Л.І. / Математическое обоснование режимных параметров системы управления обогащением углей, процессом отсадки, Мещеряков Збагачення корисних копалин: (Матеріали науково-техн. конф.) Наук.-техн. зб. – 2005. – Вип. 23(64). – С. 147-149.
6. Мещеряков Л.І. / Моделювання гірничих технологічних комплексів на основі дисперсійної форми ланцюгових дробів, Мещеряков Горная электромеханика и автоматика. – 2005. – Вып. 75. – С. 103–108
7. Мещеряков Л.І. / Аналітичне конструювання регуляторів технологічних процесів бурових комплексів модифікованим методом симетрії, Мещеряков Науковий вісник НГУ. – Днепропетровск, 2006. – № 1. – С. 85–91
8. Мещеряков Л.І. / Аналітичне конструювання автоматизованої системи управління технологічним процесом буріння, Мещеряков Наукові праці ДонНТУ. – Донецк, 2006. – № 3. – С. 67–74
9. Мещеряков Л.І. / Синтез системы управления технологическим процессом отсадки с использованием характеристик исходного сырья для повышения качества получаемых продуктов обогащения, Горная электромеханика и автоматика. – 2006. – № 76. – С. 79-85.
10. Мещеряков Л.І. / Ідентифікація параметрів об'єктів автоматизованого управління в задачах АСУТП ексцесійними моделями, Мещеряков Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2006. – № 24. – С. 182–186.
11. Мещеряков Л.І. Информационное и программное обеспечение АСУТП на основе вейвлет преобразований /, Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2006. – № 25. – С. 230–237.

12. Мещеряков Л.І. / Повышение эффективности информационных параметров диагностирования загрязнений атмосферы в глубоких карьерах, Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2006. – № 25. – С. 237–252.

13. Мещеряков Л.І. Информационное обеспечение АСУТП с помощью вейвлет-функций /, Горная электромеханика и автоматика. – 2006.- Вып.76.- С.60-65

14. Мещеряков Л.І. Основні задачі енергоінформаційних технологій діагностування бурових комплексів /, Мещеряков

15. Мещеряков Л.І. /, Науковий вісник НГУ. – Днепропетровск, 2006. – № 7. – С. 71–75 Мещеряков

16. Мещеряков Л.І. Информационные характеристики технологической системы бурения /, Горная электромеханика и автоматика. – 2006. – Вып.76. - С. 85-92

17. Мещеряков Л.І. Оптимізація обробки інформації в системах автоматизації технологічних комплексів моментними функціями /, Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2006. – № 26, Том 2. – С. 43–52.

18. Мещеряков Л.І. Ідентифікація технологічної динаміки гірничих комплексів /, Науковий вісник НГУ. – Днепропетровск, 2006. – № 9. – С. 75–81

19. Мещеряков Л.І. Развитие e-образования в Национальном горном университете /, Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2006. – № 26. Т.2 – С. 130–136

20. Мещеряков Л.І. Методика створення навчальних дистанційних курсів в середовищі Lotus LearningSpace Forum /, Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2006. – № 26. Т.2 – С. 141–151

21. Мещеряков Л.І. Моментні оцінки інформаційного забезпечення управління бурових комплексів /, Сб. науч. трудов НГАУ. – Днепропетровск, 2007. – № 27. – С. 134–144.

22. Мещеряков Л.І. / Технологи XML при генерации и представлении структурных данных в Интернет-ресурсах, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2007. – № 28. – С. 29–32

23. Мещеряков Л.І. / Моделирование обратных связей для системы автоматизированного управления технологическим процессом отсадки в программе Matlab, Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2007. – Вип. 29(70)-30(71). – С. 202-207.

24. Мещеряков Л.І. / Основные подходы к разработке программного обеспечения для расчета аномальных ошибок фазовых изменений в спутниковых навигационных системах, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2007. – № 28. – С. 62–67.

25. Мещеряков Л.И. / Программное обеспечение системы интеллектуальной поддержки управления буровыми комплексами, Горная электромеханика и автоматика. – 2007. – Вып. 78. – С. 68–75.
26. Мещеряков Л.И. / Информационное наполнение дистанционного курса “Основы искусственного интеллекта”, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2007. – № 28.– С. 178–184.
27. Мещеряков Л.И. / Основи формування інформаційних характеристик вібраційних сигналів за допомогою моментних функцій, Вібрації в техніці та технологіях, 2007. – №3(48). – С. 124–127.
28. Л.И. / Интеллектуальная диагностика буровых комплексов, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2007. – № 29.– С. 177–186.
29. Мещеряков Л.И. / Интеллектуальная технология идентификации ресурсу породоруйнівних інструментів бурових комплексів, Горная электромеханика и автоматика. – 2007. – Вып. 79. – С. 73–80.
30. Мещеряков Л.И. / Идентификация информационного обеспечения технологических состояний барабанных мельниц, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2007. – № 29.– С. 246–250
31. Мещеряков Л.И. / Гетероскедастичні характеристики інформаційного забезпечення автоматизації процесів керування бурових комплексів, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2008. – № 30. – С. 149–154.
32. Мещеряков Л.И. / Информационное и программное обеспечение способа технологической оптимизации процесса бурения, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2008. – № 30. – С. 149–154.
33. Мещеряков Л.И. / Основы технологии дистанционного образования в Национальном горном университете, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2008. – № 30. – С. 279–285
34. Мещеряков Л.И. / Розширення інформаційного забезпечення АСУТП бурових комплексів на основі ексцесійних функцій, Горная электромеханика и автоматика. – 2008. – Вып. 80. – С. 118–123
35. Мещеряков Л.И. / Идентификация технологических параметров при автоматизации керування буровими комплексами, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2008. – № 31. – С. 210–216.
36. Мещеряков Л.И. / Системный підхід до автоматизованого керування барабанных млинів, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2008. – № 31.–С. 197–200.
37. Мещеряков Л.И. / Підвищення ефективності інформаційних характеристик дисперсійних функцій, Горная электромеханика и автоматика. – 2008-Вып.81.С118-123

38. Мещеряков Л.І. / Методи і моделі ідентифікації та управління гірничими технологічними комплексами, Монографія – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2009, – 267 с.
39. Мещеряков Л.І. / Программное обеспечение интеллектуальной идентификации состояний барабанных мельниц, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2009. – № 33. Т.2.– С. 66–71
40. Мещеряков Л.І. / Программное обеспечение идентификации состояний барабанных мельниц, Зб. наук. праць НГУ. – Днепропетровск, 2010. – № 34. Т.1-С. 267-274.
41. A. Bekshaev, M. Soskin, M. / Vasetsov Paraxial Light Beams with Angular Momentum; М.: Р.Валент - Москва, 2008. - 546 с.
42. Abdelhak M. Zoubir / Bootstrap Techniques for Signal Processing, Heimdal - Москва, 2014. - 232 с.
43. Alexandre Magno Mobile-first Bootstrap, Книга по Требованию - Москва, 2013. - 214 с.
44. Ar Edmunds Angular Momentum in Quantum Mechanics (Paper) , Максипринт - Москва, 2008. - 154 с.
45. How To Do Everything With Javascript, М.: Эксмо; Издание 2-е, испр. и доп. - Москва, 2011. - 448 с.
46. David Herman Effective JavaScript: 68 Specific Ways to Harness the Power of JavaScript (Effective Software Development Series) , Издание 4-е, испр. и доп. - Москва, 2012. - 240 с.
47. David Herman Effective JavaScript: 68 Specific Ways to Harness the Power of JavaScript (Effective Software Development Series) , Издание 4-е, испр. и доп. - Москва, 2012. - 240 с.
48. Inc. Staff Pinnacle Software Solutions, Inc Pinnacle Software Solutions Javascript, Deutscher Taschenbuch Verlag - Москва, 2009. - 864 с.
49. Jonathan Dryden / An Elementary Treatise On the Angular Calculus, Part 1, Духовная Нива - Москва, 2011. - 229 с.
50. Travis Swicegood / Pragmatic Guide to Git, М.: Тритона - Москва, 2010. - 160 с.
51. Travis Swicegood /Pragmatic Version Control Using Git, Наука; Издание 9-е, стер. - Москва, 2009. - 190 с.
52. Bootstrap Leadership/ Додэка XXI, Москва, 2011. - 192 с.
53. Davidib Assingitalo / Tuksiarutsiningit Nertordlerutingillo Imgerusertaggit, Отечество - Москва, 2011. - 230 с.
54. Офіційна документація по Angular 2. / Access Mode: URL: <http://angular.io>

55. How To Do Everything With Javascript, М.: Эксмо; Издание 2-е, испр. и доп. - Москва, 2011. - 448 с.
56. A. Bekshaev, M. Soskin, M. / Vasetsov Paraxial Light Beams with Angular Momentum; М.: Р.Валент - Москва, 2008. - 546 с.
57. Журавльов Ю. І. Коректні алгебри над множинами некоректних (евристичних) алгоритмів. частина III // Кібернетика. - 2004. - № 2. - С. 35-43.
58. Журавльов Ю. І. Про алгебраїчному підході до вирішення завдань розпізнавання або класифікації // Проблеми кібернетики. - 1978. - Т. 33. - С. 5-68.
59. Adamatzky A. (Ed.) Advances in Unconventional Computing. Volume 2. Prototypes, Models and Algorithms. – Springer International Publishing, 2017. – 812p.
60. Albers V., Still B. (Eds.) Usability of Complex Information Systems: Evaluation of User Interaction. – CRC Press, 2011. – 392 p.
61. Arlow Jim, Neustadt Ila. Enterprise Patterns and MDA: Building Better Software with Archetype Patterns and UML. – Addison–Wesley Professional, 2004. 528 p.
62. Aslaksen E.W. Designing Complex Systems: Foundations of Design in the Functional Domain. – Auerbach Publications; 1 edition (October 27, 2008). – 176p.
63. Barrera D.G., Diaz M. Communicating Systems with UML 2: Modeling and Analysis of Network Protocols. – ISTE Ltd. – Wiley, 2011. – 268 p.
64. Baskerville R., De Marco M., Spagnoletti P. (Eds.) Designing Organizational Systems: An Interdisciplinary Discourse. – Springer, 2013 – 342 p.
65. Boehm Barry W. A Spiral Model of Software Development and Enhancement. – Object Management Group, 2010. – 180 p.

Текст програми

```

export class CorelationService {
  constructor() {
  }
  /**(кореляционная функция)*/
  Rt(input: any) {
    let N = input.length;
    let M = this.M(input);
    let output: any = [];
    let tmp_arr: any[] = [];
    for (let t = 0; t < input.length / 3; t++) {
      tmp_arr = [];
      for (let i = 0; i < N - t; i++) {
        let tmp = (input[i] - M) * (input[i + t] - M);
        tmp_arr.push(tmp);
      }
      output.push(Math.round((1 / (N)) * this.sum(tmp_arr)));
    }
    return output;
  }

  instant_identification(inputX, inputY) {
    let clone = Object.assign([], inputX);
    let duplicates = this.M_I(clone);
    let tmp: any[] = [];
    let tmp2: any[] = [];
    let output: any[] = [];
    for (let t = 1; t < Math.round(inputX.length / 3); t++) {
      tmp2 = [];
      for (let index = 0; index < duplicates.length; index++) {
        let position = inputY.indexOf(duplicates[index]);
        tmp = [];
        while (position !== -1) {
          if (inputY[position + t]) {
            tmp.push(inputY[position + t]);
          }
          position = inputY.indexOf(duplicates[index], position +
1);
        }
        if (tmp && tmp.length) {
          tmp2.push(tmp);
        }
      }
      if (tmp2 && tmp2.length) {
        output.push(tmp2);
      }
    }
    return output;
  }
}

```

```

BaseM(input) {
  let output: any = [];
  let tmp: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    tmp = [];
    for (let jindex = 0; jindex < input[index].length; jindex++) {
      tmp.push(this.M(input[index][jindex]));
    }
    output.push(tmp);
  }
  return output;
}

BaseD(input) {
  let output: any = [];
  let tmp: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    tmp = [];
    for (let jindex = 0; jindex < input[index].length; jindex++) {
      tmp.push(this.D(input[index][jindex]));
    }
    output.push(tmp);
  }
  return output;
}

BaseS(input) {
  let output: any = [];
  let tmp: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    tmp = [];
    for (let jindex = 0; jindex < input[index].length; jindex++) {
      tmp.push(this.Sigma(input[index][jindex]));
    }
    output.push(tmp);
  }
  return output;
}

BaseA(input) {
  let output: any = [];
  let tmp: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    tmp = [];
    for (let jindex = 0; jindex < input[index].length; jindex++) {
      tmp.push(this.A(input[index][jindex]));
    }
    output.push(tmp);
  }
  return output;
}

```

```

BaseE(input) {
  let output: any = [];
  let tmp: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    tmp = [];
    for (let jindex = 0; jindex < input[index].length; jindex++) {
      tmp.push(this.E(input[index][jindex]));
    }
    output.push(tmp);
  }
  return output;
}

MiddleM(input) {
  let output: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    output.push(this.M(input[index]));
  }
  return output;
}

MiddleD(input) {
  let output: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    output.push(this.D(input[index]));
  }
  return output;
}

MiddleS(input) {
  let output: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    output.push(this.Sigma(input[index]));
  }
  return output;
}

MiddleA(input) {
  let output: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    output.push(this.A(input[index]));
  }
  return output;
}

MiddleE(input) {
  let output: any = [];
  for (let index = 0; index < input.length; index++) {
    output.push(this.E(input[index]));
  }
  return output;
}

```

```

M_I(input: any) {
  return Array.from(new Set(input));
}

P_I(original: any) {
  let uniqueElems = this.M_I(original);
  let count_arr: any = [];
  if (uniqueElems && uniqueElems.length) {
    for (let index = 0; index < uniqueElems.length; index++) {
      let position = original.indexOf(uniqueElems[index]);
      let count: number = 0;
      while (position !== -1) {
        count++;
        position = original.indexOf(uniqueElems[index], position
+ 1);
      }
      count_arr.push(count / original.length);
    }
  }
  if (count_arr && count_arr.length) {
    return count_arr;
  } else {
    return;
  }
}

/** математическое ожидание*/
M(input: any) {
  let arrM_I: any = this.M_I(input);
  let arrP_I: any = this.P_I(input);
  let output = [];
  console.log(arrM_I, arrP_I);
  for (let index = 0; index < arrM_I.length; index++) {
    output.push(arrM_I[index] * arrP_I[index]);
  }
  if (output && output.length) {
    return this.sum(output);
  } else {
    return;
  }
}

/** Дисперсия*/
D(input: any) {
  let arrM: any = this.M(input);
  let arrM_I: any = this.M_I(input);
  let arrP_I: any = this.P_I(input);
  let output = [];
  if (arrP_I && arrM_I.length) {
    for (let index = 0; index < arrM_I.length; index++) {
      let middle_square = Math.pow(
        arrM_I[index] - arrM, 2) * arrP_I[index]
      output.push(middle_square);
    }
  }
}

```

```

    }
    if (output && output.length) {
        return this.sum(output);
    } else {
        return;
    }
}
/** среднеквадратическое*/
Sigma(input: any) {
    let arrM: any = this.M(input);
    let arrM_I: any = this.M_I(input);
    let arrP_I: any = this.P_I(input);
    let output = [];
    if (arrP_I && arrM_I.length) {
        for (let index = 0; index < arrM_I.length; index++) {
            let middle_square = Math.pow(arrM_I[index] - arrM, 2) *
arrP_I[index];
            output.push(Math.sqrt(middle_square));
        }
    }
    if (output && output.length) {
        return this.sum(output);
    } else {
        return;
    }
}
/** Асимметрия*/
A(input: any) {
    let arrM: any = this.M(input);
    let arrM_I: any = this.M_I(input);
    let arrP_I: any = this.P_I(input);
    let output = [];
    if (arrP_I && arrM_I.length) {
        for (let index = 0; index < arrM_I.length; index++) {
            let middle_square = Math.pow(
                arrM_I[index] - arrM, 3) * arrP_I[index]
            output.push(middle_square);
        }
    }
    if (output && output.length) {
        return this.sum(output);
    } else {
        return;
    }
}
/** Эксцесс*/
E(input: any) {
    let arrM: any = this.M(input);
    let arrM_I: any = this.M_I(input);
    let arrP_I: any = this.P_I(input);
    let output = [];
    if (arrP_I && arrM_I.length) {

```

```

    for (let index = 0; index < arrM_I.length; index++) {
      let middle_square = Math.pow(
        arrM_I[index] - arrM, 4) * arrP_I[index] - 3;
      output.push(middle_square);
    }
  }
  if (output && output.length) {
    return this.sum(output);
  } else {
    return;
  }
}
}
/** сумма элементов массива*/
sum(arr) {
  return (arr.reduce((a, b) => a + b, 0));
}
sinX() {
  let sinx: any = [];
  for (let index = 0; index < 140; index++) {
    sinx.push(Math.round(Math.sin(index) * 20));
  }
  return sinx;
}
}
export class AutoCorelationComponent implements OnInit {
  @Input() x;
  @Input() y;
  @Input() z;
  constructor(private CS : CorelationService) { }
  ngOnInit() {
    let Rt_x = this.CS.Rt(this.x);
    let Rt_y = this.CS.Rt(this.y);
    let Rt_z = this.CS.Rt(this.z);
    this.WORK_xx =
this.CS.instant_identification(this.x , this.x);
    this.WORK_yy =
this.CS.instant_identification(this.y , this.y);
    this.WORK_zz =
this.CS.instant_identification(this.z , this.z);
    this.BaseM_xx = this.CS.BaseM(this.WORK_xx);
    this.BaseM_yy = this.CS.BaseM(this.WORK_yy);
    this.BaseM_zz = this.CS.BaseM(this.WORK_zz);
    this.BaseD_xx = this.CS.BaseD(this.WORK_xx);
    this.BaseD_yy = this.CS.BaseD(this.WORK_yy);
    this.BaseD_zz = this.CS.BaseD(this.WORK_zz);
    this.BaseS_xx = this.CS.BaseS(this.WORK_xx);
    this.BaseS_yy = this.CS.BaseS(this.WORK_yy);
    this.BaseS_zz = this.CS.BaseS(this.WORK_zz);
    this.BaseA_xx = this.CS.BaseA(this.WORK_xx);
    this.BaseA_yy = this.CS.BaseA(this.WORK_yy);
    this.BaseA_zz = this.CS.BaseA(this.WORK_zz);
    this.BaseE_xx = this.CS.BaseE(this.WORK_xx);

```

```

    this.BaseE_yy                = this.CS.BaseE(this.WORK_yy);
    this.BaseE_zz                = this.CS.BaseE(this.WORK_zz);
    /** mediana */
    this.MMmiddle_xx             =
this.CS.MiddleM(this.BaseM_xx);
    this.MMmiddle_yy             =
this.CS.MiddleM(this.BaseM_yy);
    this.MMmiddle_zz             =
this.CS.MiddleM(this.BaseM_zz);
    this.MDmiddle_xx             =
this.CS.MiddleM(this.BaseD_xx);
    this.MDmiddle_yy             =
this.CS.MiddleM(this.BaseD_yy);
    this.MDmiddle_zz             =
this.CS.MiddleM(this.BaseD_zz);
    this.MSmiddle_xx             =
this.CS.MiddleM(this.BaseS_xx);
    this.MSmiddle_yy             =
this.CS.MiddleM(this.BaseS_yy);
    this.MSmiddle_zz             =
this.CS.MiddleM(this.BaseS_zz);
    this.MAmiddle_xx             =
this.CS.MiddleM(this.BaseA_xx);
    this.MAmiddle_yy             =
this.CS.MiddleM(this.BaseA_yy);
    this.MAmiddle_zz             =
this.CS.MiddleM(this.BaseA_zz);
    this.MEmiddle_xx             =
this.CS.MiddleM(this.BaseE_xx);
    this.MEmiddle_yy             =
this.CS.MiddleM(this.BaseE_yy);
    this.MEmiddle_zz             =
this.CS.MiddleM(this.BaseE_zz);

    this.chart = {
      labels: this.CS.setLabels2(this.x.length),
      datasets: [
        {
          label: 'x',
          data: this.x,
          fill: false,
          borderColor: '#07c007'
        },
        {
          label: 'y',
          data: this.y,
          fill: false,
          borderColor: '#e50e09'
        },
        {
          label: 'z',
          data: this.z,
          fill: false,

```

```

        borderColor: '#fffa00'
    }
]
};
this.ChartRT = {
    labels: this.CS.setLabels2(Rt_x.length),
    datasets: [
        {
            label: 'Rt_x',
            data: Rt_x,
            fill: false,
            borderColor: '#07c007'
        }, {
            label: 'Rt_y',
            data: Rt_y,
            fill: false,
            borderColor: '#e50e09'
        },
        {
            label: 'Rt_z',
            data: Rt_z,
            fill: false,
            borderColor: '#fffa00'
        }
    ]
};
this.ChartMM = {
    labels: this.CS.setLabels2(this.MMmiddle_xx.length),
    datasets: [
        {
            label: 'MM_x',
            data: this.MMmiddle_xx,
            fill: false,
            borderColor: '#07c007'
        },
        {
            label: 'MM_y',
            data: this.MMmiddle_yy,
            fill: false,
            borderColor: '#e50e09'
        },
        {
            label: 'MM_z',
            data: this.MMmiddle_zz,
            fill: false,
            borderColor: '#fffa00'
        }
    ]
};
this.ChartMD = {
    labels: this.CS.setLabels2(this.MDmiddle_xx.length),
    datasets: [

```



```

    {
      label: 'MD_x',
      data: this.MDmiddle_xx,
      fill: false,
      borderColor: '#07c007'
    },
    {
      label: 'MD_y',
      data: this.MDmiddle_yy,
      fill: false,
      borderColor: '#e50e09'
    },
    {
      label: 'MD_z',
      data: this.MDmiddle_zz,
      fill: false,
      borderColor: '#fffa00'
    }
  ]
};
this.ChartMS = {
  labels: this.CS.setLabels2(this.MSmiddle_xx.length),
  datasets: [
    {
      label: 'MS_x',
      data: this.MSmiddle_xx,
      fill: false,
      borderColor: '#07c007'
    },
    {
      label: 'MS_y',
      data: this.MSmiddle_yy,
      fill: false,
      borderColor: '#e50e09'
    },
    {
      label: 'MS_z',
      data: this.MSmiddle_zz,
      fill: false,
      borderColor: '#fffa00'
    }
  ]
};
this.ChartMA = {
  labels: this.CS.setLabels2(this.MAmiddle_xx.length),
  datasets: [
    {
      label: 'MA_x',
      data: this.MAmiddle_xx,
      fill: false,
      borderColor: '#07c007'
    },
  ],

```

```

        {
            label: 'MA_y',
            data: this.MAmiddle_yy,
            fill: false,
            borderColor: '#e50e09'
        },
        {
            label: 'MAmiddle_zz',
            data: this.MAmiddle_zz,
            fill: false,
            borderColor: '#fffa00'
        }
    ]
};
this.ChartME = {
    labels: this.CS.setLabels2(this.MEmiddle_xx.length),
    datasets: [
        {
            label: 'ME_x',
            data: this.MEmiddle_xx,
            fill: false,
            borderColor: '#07c007'
        },
        {
            label: 'ME_y',
            data: this.MEmiddle_yy,
            fill: false,
            borderColor: '#e50e09'
        },
        {
            label: 'ME_z',
            data: this.MEmiddle_zz,
            fill: false,
            borderColor: '#fffa00'
        }
    ]
};
}
/** обработчик события наведения мыши на точку на графике */
selectData(event) {
    this.msgs = [];
    this.msgs.push({
        severity: 'info',
        summary: 'Data Selected',
        'detail':
this.chart.datasets[event.element._datasetIndex].data[event.element._index]
    });
}
}
}

```

ВІДГУК

на дипломний проект студента групи 121м-16-1 Шевельова А.Д.

На тему: «Дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів»

Тема дипломного проекту - дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів

Актуальність поставленого завдання обумовлюється необхідністю завчасно попередити аварійний стан підйомної машини та запобігти аварії.

Тема дипломного проекту прямо пов'язана з об'єктом діяльності 8.05010301. Програмна інженерія магістр з інформаційних технологій.

Зміст роботи включає проведення аналіз вихідних експериментальних даних струму АТК, швидкості АЗКЦ, ЕРС ротора наданих з ВТЦ шахти відповідним відділом. При вирішенні поставленого завдання використовувалися наукові досягнення в областях розробки інформаційних систем і програмного забезпечення. Наукова новизна отриманих результатів полягає в проведенні аналізу та виявленні прихованої у сигналах інформації за допомогою математичних функцій, а саме математичного очікування, дисперсії, асиметрії та ексцесу, а також у використанні методики алгоритмізації інформаційних систем на основі використання розроблених алгоритмів.

Практична цінність полягає у в розробці програмного забезпечення, яке реалізує оригінальний алгоритм дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів.

Ступінь опрацювання компонентів даного проекту, дозволяє оцінити роботу на «відмінно» і рекомендувати присвоїти студенту Шевельову А.Д. кваліфікацію «Інженер-програміст».

Керівник дипломного проекту,
д.т.н., проф. кафедри ПЗКС

/Мещеряков Л.І./

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента групи 121м-16-1 Шевельова А.Д.

На тему: «Дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів»

Розроблене програмне забезпечення дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів може бути використане відповідними службами на підприємствах для більш детального дослідження вихідних характеристик, , що дозволить швидко та завчасно проводити аналіз вихідних сигналів та попереджувати передаварійні та аварійні стани. Такий підхід дозволить підвищити ефективність та безпеку виробництва, подовжити період експлуатації підйомної машини та вчасно виконати ремонт.

Тема проекту є актуальною, бо на ринку програмних продуктів дуже мало подібних програм, що дозволяють завчасно виявити передаварійний стан підйомної машини та відвернути аварію.

Практична цінність результатів полягає в розробці програмного забезпечення, яке реалізує оригінальний алгоритм дослідження чутливості моментних функцій супутних сигналів ідентифікації станів гірничих підйомних комплексів

З огляду на вищевикладене, можна зробити висновок, що даний проект цілком відповідає вимогам, що пред'являються до кваліфікаційних робіт рівня магістра.

В цілому проведений аналіз використаних компонентів даного проекту, дозволяє оцінити роботу на «відмінно» і рекомендувати присвоїти студенту Шевельову А.Д. кваліфікацію «Інженер-програміст».

Рецензент