

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
факультет комп'ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії
(назва факультету)
кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній ступінь)

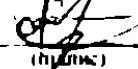
на тему: Комп'ютерна система генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини

Виконав: студент VI курсу, групи СІм-61

спеціальності

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)


(підпис)

Кравчук А.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник


(підпис)

Хвостівський М.О.

(прізвище та ініціали)

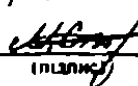
Нормоконтроль


(підпис)

Тиш Є.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент


(підпис)

Саранбійовичі М.В.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(Головне надання вимог виконання навчального модуля)

Факультет Комп'ютерно-інформаційних систем
Кафедра Комп'ютерних мереж та систем
Освітній ступінь Магістр
Напрямок підготовки _____
Спеціальність 13 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КС
Бухарська Г. П.
"30" 03 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Кравчук Анастасія Іванівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Комп'ютерна система керування
метовим сигналом мережової хвилі модулю.

Керівник проекту (роботи) Кваснівський Іван Іванович к.т.н. доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від "17" березня 2019 року № 447/154

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 24.12.2019р

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Об'єкт дослідження функціонування
метових сигналів мережової хвилі модулю. Предмет
дослідження: комп'ютерна система керування
метовим сигналом мережової хвилі модулю.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Стану справ з проблемою за надрешами наукового
дослідження.

2. Математичне забезпечення комп'ютерної системи
керування метовим сигналом мережової хвилі модулю.

3. Програмне забезпечення комп'ютерної системи
керування метовим сигналом мережової хвилі модулю.

4. Діагностування економічності ефективності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Мережова хвиля та її основні параметри
Вибір для керування та в широкій мережі
Метод керування параметрами та в межах мережі
Формування параметрів керування параметрами
Вибір керування та керування, вибір параметрів
Умова функціонування хвилі. Метод керування
та керування системою керування мережовою хвилею

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Обчислюв. експ. ефект.	Григорук М. Б.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Об'єктові процеси	Осунженко І. І.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Безпека в НС	Ступак Р. С. ст. в.м. кадр.ох	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Екологія	Ласота Р. М. доц.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Ступінь частоти	Хвильовий М. О. доц. каф. КС	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

7. Дата видачі завдання 10.09.2019р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Отримання завдання	20.09.19	Виконано
2.	Аналіз завдання	20.09.19	Виконано
3.	Календарне розкладу 1.	15.10.19	Виконано
4.	Календарне розкладу 2.	30.10.19	Виконано
5.	Календарне розкладу 3.	20.11.19	Виконано
6.	Зформування експертної ефективності	30.11.19	Виконано
7.	Об'єктові процеси та безпека в аварійних ситуаціях	11.12.19	Виконано
8.	Експерт	12.12.19	Виконано
9.	Оформлення рекомендаційної звітності	21.12.19	Виконано
10.	Оформлення з'ясування частоти	22.12.19	Виконано
11.	Результативний звіт	23.12.19	Виконано
12.	Задіяно	24.12.2019р.	

Студент *[Signature]*
(підпис)

[Signature]
(підписав та прийняв)

Керівник проекту (роботи) *[Signature]*
(підпис)

[Signature]
(підписав та прийняв)

АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: «Комп'ютерна система генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини» // Дипломна робота // Кравчук Анатолій Іванович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії, група СІм-61 // Тернопіль, 2019 // с. – 132, рис. – 44, табл. – 11, аркушів А1 – 10, додат. – 4, бібліогр. – 75.

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ ЛЮДИНИ, МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, MATLAB.

У дипломній роботі розроблено комп'ютерну систему генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини на базі імітаційної моделі у вигляді двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму. Така модель забезпечує урахування у її структурі випадковості, періодичності та варіації фази коливання. Імітаційна модель забезпечує процедуру генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини за апіорно відомими медичними показниками для тестування комп'ютерних медичних діагностичних систем.

На основі імітаційної моделі реалізовано алгоритмічне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини. Алгоритмічне забезпечення уможливило розробити програмне забезпечення комп'ютерної системи із застосуванням засобу Matlab

ANNOTATION

The theme of the thesis: «Computer system for generation of human pulse wave test signals» // Master thesis // Kravchuk Anatoly // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, group SIm-61 // Ternopil, 2019 // p. – 132, fig. – 44, tab. – 11, Sheets A1 – 10, Add – 4, Ref. – 75.

Key words: COMPUTER SYSTEM, GENERATION OF PULSE WAVES TEST SIGNALS, MATHEMATICAL SOFTWARE, ALGORITHMIC SOFTWARE, SOFTWARE, SIMULATION MODEL, MATLAB.

The Master thesis developed a computer system for generating human pulse wave test signals based on a simulation model in the form of two Gauss additive functions with the presence of white Gaussian noise. Such a model provides for taking into account in its structure the randomness, periodicity and variation of the phase of oscillation. The simulation model provides a procedure for generating human pulse wave test signals according to a priori known medical parameters for testing computer medical diagnostic systems.

Based on the simulation model, an algorithmic software for the computer system for generating human pulse wave test signals is implemented. Algorithmic software made it possible to develop computer system software using Matlab

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ЗА НАПРЯМОМ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.....	12
1.1. Фотоплетизмографія та пульсова хвиля.....	12
1.2. Відомі комп'ютерні системи визначення стану кровоносних судин людини.....	16
1.2.1. Mobil-O-Graph.....	16
1.2.3. BPLab.....	17
1.2.4. Arteriograph 24.....	17
1.2.5. Oscar 2.....	18
1.2.6. BPro.....	19
1.2.7. Somnotouch NIBP.....	20
1.3. Відоме математичне забезпечення імітаційних моделей пульсової хвилі людини як основи комп'ютерних систем генерування тестових сигналів.....	20
1.3.1. Детерміновані моделі.....	20
1.3.2. Випадкові моделі.....	22
1.4. Висновки до розділу 1.....	24
РОЗДІЛ 2.МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ ЛЮДИНИ.....	25
2.1. Структурна схема комп'ютерні системи визначення стану кровоносних судин людини.....	25
2.2. Математичне забезпечення.....	29
2.2.1. Попереднє визначення властивостей пульсової хвилі.....	29
2.2.2 Імітаційна модель тестових сигналів пульсової хвилі та спосіб їх генерування.....	34
2.3. Алгоритмічне забезпечення.....	40
2.4. Висновки до розділу 2.....	44

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ ЛЮДИНИ.....	46
3.1. Розроблення програмного забезпечення генерування пульсової хвилі.....	46
3.2. Розроблення програмного забезпечення із графічним інтерфейсом користувача комп'ютерної системи визначення стану кровоносних судин людини імітування пульсової хвилі.....	54
3.3. Результати роботи комп'ютерної системи генератора тестових сигналів пульсової хвилі.....	60
3.4. Висновки до розділу 3.....	65
РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	66
4.1. Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	66
4.2. Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	66
4.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	72
4.4. Висновки до розділу 4.....	76
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	77
5.1. Охорона праці.....	77
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	79
5.3. Висновки до розділу 5.....	85
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЯ.....	86
6.1. Енергозбереження і його роль у вирішенні екологічних проблем.....	86
6.2. Роль науково-технічного прогресу в забезпеченні якісного стану довкілля.....	88
6.3. Висновки до розділу 6.....	91
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	93
Додаток А. Теза конференції «Комп'ютерний генератор тестових сигналів пульсової хвилі судин людини».....	100
Додаток Б. Теза конференції «Комп'ютерні системи генерування тестових сигналів кровоносних судин та сітківки ока людини».....	103

Додаток В. Текст програмного забезпечення генератора тестових сигналів пульсової хвилі людини.....	106
Додаток Г. Текст програмного забезпечення автоматизованої генерування тестових сигналів пульсової хвилі із графічним інтерфейсом користувача.....	109

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АТ – артеріальний тиск;

ДС – діагностична система;

ПХ – пульсова хвиля;

ПК – персональний комп'ютер;

СВП – стаціонарний випадковий процес;

ССЗ – серцево-судинні захворювання;

ССЛ – стан судин людини;

ССС – серцево-судинна система;

КМДС – комп'ютерна медико-діагностична система.

ВСТУП

Актуальність роботи. Для визначення функціонального стану кровоносних судин людини за сигналами пульсу у вигляді пульсової хвилі (ПХ) застосовують комп'ютерні медико-діагностичні системи (КМДС) такі як Mobil-O-Graph, Endo-Pat2000, BPLab, PulseTrace PCA2, Arteriograph 24, BPro, Oscar 2, Somnotouch NIBP та інші.

Ефективність та коректність визначення функціонального стану кровоносних судин людини шляхом обробки ПХ у відомих системах залежить від структури математичної моделі сигналу та розробленої на її основі комп'ютерної імітаційної моделі як засобу генерування ПХ для тестування алгоритмічного та програмного забезпечення медичних комп'ютерних діагностичних систем.

Відомі комп'ютерні системи, які генерують тестові сигнали ПХ базуються на імітаційних моделях у вигляді рівнянь Нав'є-Стокса (І. Заячук, О. Пирогов), гармонічної моделі (Н.В. Мужичька), гармонічного коливання з експоненціальним затуханням (Ю.П. Акулов, Н.Ю. Михайлов), суміші випадкової та детермінованої компонент (А.И. Черненко, С.В. Самков) та суми двох функцій з нормальним законам розподілу (Л.В. Хвостівська). Ці моделі не враховують у своїх структурах поєднання параметрів випадковості, повторності та варіації фазових показників у часі, що є притаманним для реальних ПХ.

Отже, розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини на базі їх імітаційної моделі, яка врахує у своїй структурі випадковість, повторність та зміну фази коливання для задачі тестування алгоритмічного та програмного забезпечення КМДС є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести огляд математичного забезпечення комп'ютерних систем генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини з метою вибору напрямку

наукового дослідження.

2. Розробити імітаційну модель тестових сигналів пульсової хвилі людини, яка забезпечить врахування у своїй структурі поєднання параметрів випадковості, повторності та варіації фазових показників у часі.

3. Розробити алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

4. Провести процес тестування комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини та оцінити точність роботи.

Об'єкт дослідження: процес генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

Предмет дослідження: комп'ютерна система генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

Методи дослідження. Для програмної реалізації імітації пульсової хвилі використано теорію випадкових процесів та пакет прикладних програм MATLAB.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини на базі імітаційної моделі пульсової хвилі у вигляді двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму, що забезпечило процедуру точно тестування роботи комп'ютерних медико-діагностичні систем.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблене програмне забезпечення генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини може бути практично застосоване при тестуванні алгоритмічного та програмного забезпечень комп'ютерних медико-діагностичні систем.

Публікації.

Викладені в роботі результати будуть доповідатися і обговорюватися на II Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Сучасні інформаційні системи та технології» (м.Херсон, 30 листопада, 2019 р.) та VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (м.Тернопіль, 11-12 грудня, 2019 р.).

Структура роботи.

Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається із вступу, шести розділів, висновків, список використаних джерел та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 127 аркушів формату А4, графічна частина - 13 аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ЗА НАПРЯМОМ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Фотоплетизмографія та пульсова хвиля

Фото плетизмографія як метод медико-біологічного дослідження базується на принципі пропускання некогерентного світла через досліджувану ділянку людини, який після розсіювання та поглинання реєструється на іншому боці за допомогою фотодавача (рис.1.1).

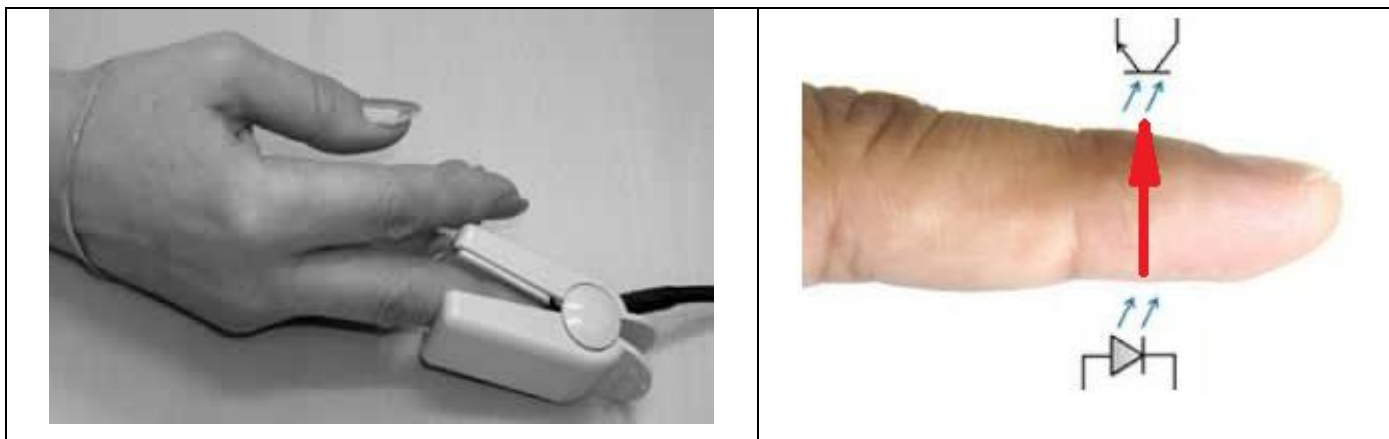


Рис.1.1. Принцип фотоплетизмографії [59]

Інтенсивність світла, яка розсіюється на досліджуваній тканини, дає змогу відобразити дані щодо вмісту крові в ній шляхом реєстрації якісної та кількісної динаміки зміни об'єму кровонаповнення в досліджуваній ділянці впродовж кожного серцевого циклу в процесі усього часу дослідження.

Головним носієм інформації в фотоплетизмографії є пульсова хвиля, яка кількісно відображає рівень функціональності серцево-судинної системи на рівні гемодинаміки.

В процесі скорочення м'язу серця кров переміщується із серця в аорту і артерії. Пружність стінок судин при скороченні серцевого м'язу призводить до того, що в процесі систоли кров розтягує кровоносні судини з тиском на рівні 16 кПа для стану фізіологічної норми. В процесі розслаблення серця розширені судини

звужуються, і енергія передана серцем через кровоносний потік, перетворюється у кінетичну енергію руху в кровоносний потік з діастолічним тиском приблизно 11 кПа. Хвиля з підвищеним тиском, що поширюється в артеріях та аорті у період систоли називається ПХ. ПХ формується за рахунок того, що в процесі систоли кровоносний потік з великим тиском у початковий момент здійснює розширення аорти та зростання напруженості в кровоносних стінках (рис. 1.2, а) [58]. При зниженні швидкості вигнання кровоносного потоку з серця об'ємний тиск у розширеній ділянці знижується, а розширені стінки стискаються та повертаються до початкового стану, проштовхуючи кров по судинам з наступним розширенням наступної ділянки судини (рис. 1.2,б) [58]. Кровоносний потік поступово згасає дійшовши місця локалізації розгалужень артеріол та артерій (рис. 1.2,в) [58].

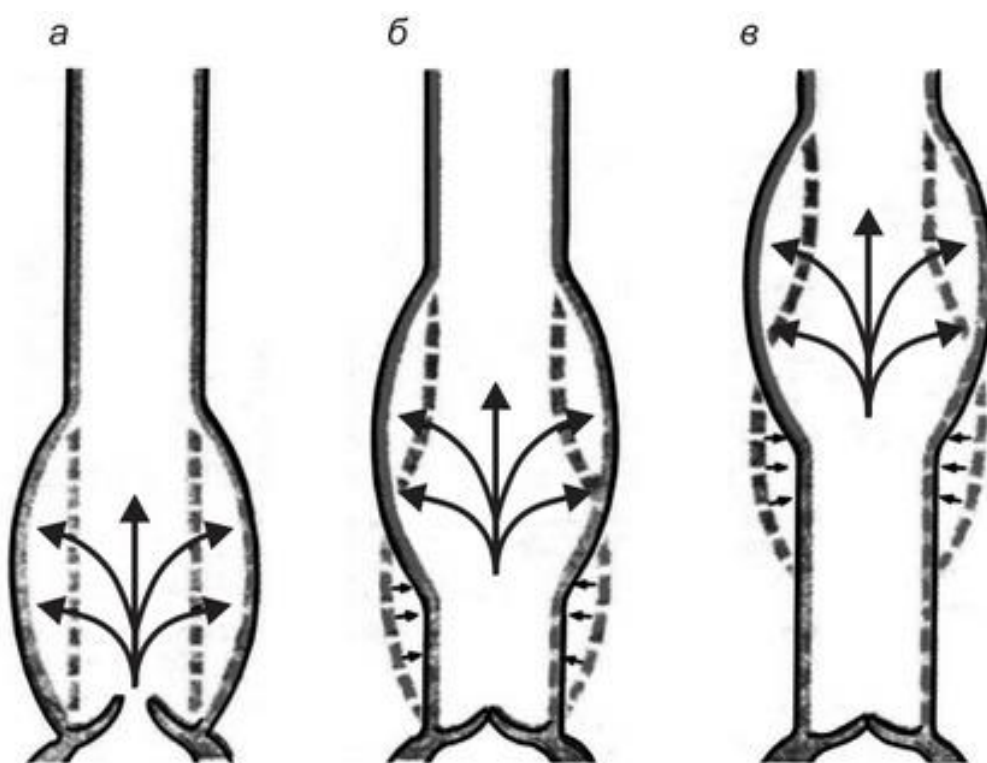


Рис. 1.2. Розповсюдження кровоносного потоку по судинам у вигляді ПХ: а – клапан судини відкритий; б, в – клапан судини закритий [58]

Загальний вигляд форми ПХ, яку зареєстровано КМДС зображено на рис.1.3 [19].

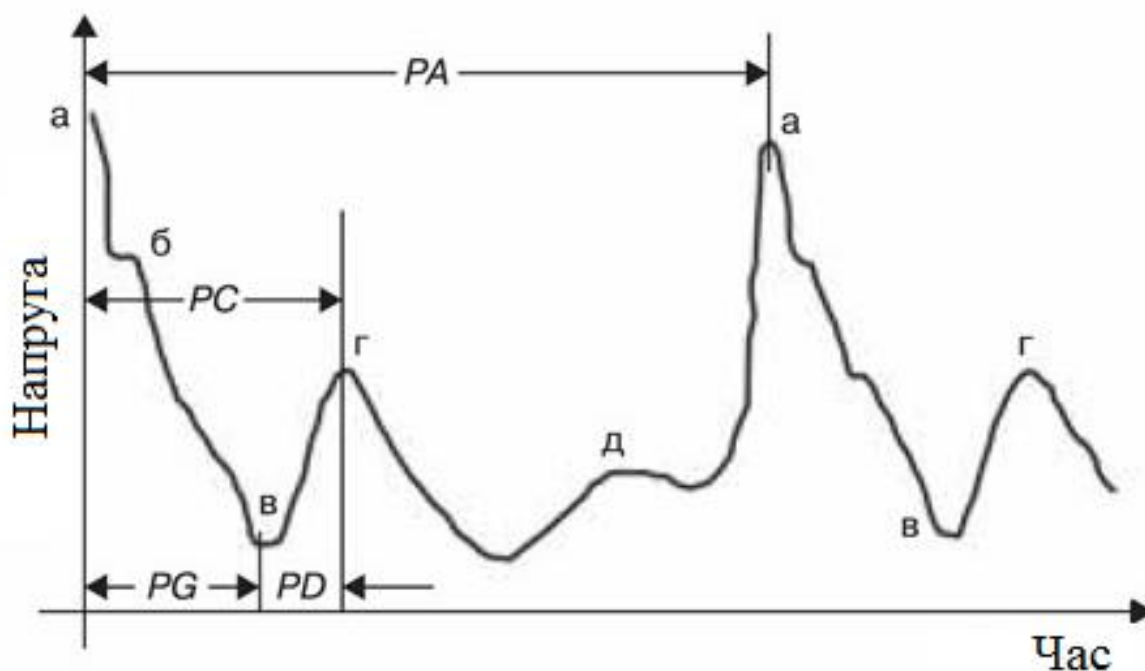


Рис. 1.3. Форма ПХ: а - максимум хвилі (систола); б – пізня хвиля (систола); в – початок хвилі (дикрота); г – максимум хвилі (дикрота); д – максимум хвилі постдикрота; РА – період ПХ; РС – інтервал часу досягнення хвилею дикротичної зони; РД – інтервал час підйому хвилі (дикрота); РГ – час спаду (зона катактроти) [19]

ПХ різних досліджуваних людей розрізняються між собою за вибіркою в межах періоду хвиль локальних, їх чіткої присутності, кількісними значеннями показників додаткових хвиль (min, max, час та інші). У багатьох досліджуваних людей є відсутня пізня систолічна хвиля, недостатньо виражений локальний максимум хвилі дикротичної або присутня характерна розмитість за рахунок присутності кількох максимумів та інші [49,51].

З праці авторів встановлено, що повільні процеси коливального характеру пов'язані з активністю симпатичної та парасимпатичної систем, та характеризують стан нервово-гормональної регуляції [49,51].

Дослідження хвиль повільних передбачає вивчення таких компонент як (рис. 1.4) [19]:

- (LF) повільні коливання з часовою тривалістю 10-30 с;
- (HF) високочастотні компоненти з часовою тривалістю 3-6 с;

- (VLF) низькоповільні коливання з часовою тривалістю 30-90 с.

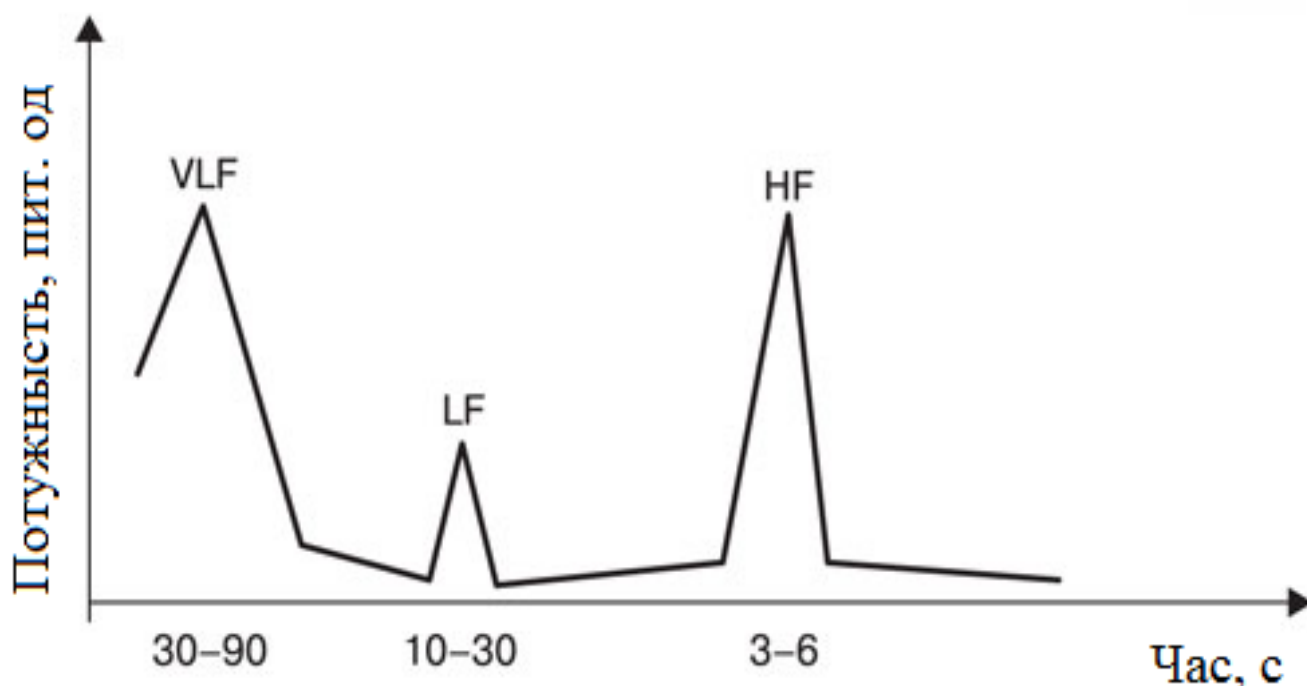


Рис. 1.4. Часова тривалість компонент хвиль повільних [19]

Показники компонент (біологічних ритмів) (рис.1.4) є цінними при діагностиці стану судин в повільно хвиловому інтервалі.

У багатьох працях для дослідження біологічних ритмів при аналіз структури коливання ПХ застосовують RR-інтервали варіабельності ритму серцевого. Кожен біологічний сигнал відображає багато фізико-механічних процесів, які відбуваються в організмі досліджуваної людини, який має характеризується індивідуальною сукупністю компонент коливних. Паралельне вивчення властивостей ритміки окремих компонентів біологічного сигналу і дослідження їх взаємопов'язаності забезпечує отримати великого асортименту інформації про стан окремо взятих систем, а також організму людини як єдиної системи.

1.2. Відомі комп'ютерні системи визначення стану кровоносних судин людини

1.2.1. Mobil-O-Graph. Принцип роботи Mobil-O-Graph (виробник - I.E.M. GmbH) (рис.1.5) побудовано на методиці осцилометрії, яка забезпечує отримання числових даних про ПХ за допомогою манжети [59].



Рис.1.5. Загальний вигляд Mobil-O-Graph [59]

Клас точності системи складає до А/А [59]. Реєстрація ПХ здійснюється в процесі додаткового накачування манжети після вимірювання АТ з інтервалом часу 10 секунд. Границі ПХ обчислюються із використанням функції передачі алгоритмічного забезпечення ARCSolver.

1.2.2. BPLab. Система BPLab (виробник - ООО «Петро Телегін») (рис.1.6) класу точності A/A по BHS при вимірюванні як у дітей так і у жінок вагітних [60].



Рис.1.6. Загальний вигляд BPLab [60]

ПХ отримують в процесі стискання манжети. ПХ обробляють із використанням математичного алгоритму Vasotens, в якому фазочастотна характеристика функції передачі є близькими до аппланційної тонометрії. Алгоритм оцінювання СРПХ є запатентований, який забезпечує поділ хвиль на пряму та відбиту із часовими показниками. Система може бути використана для 24-го запису ПХ, а також придатна для використання в клінічній амбулаторії..

1.2.3. Arteriograph 24. Система Arteriograph 24 (виробник - Tensiomed Ltd) (рис.1.7) відноситься до сфігмоманометрії [61].



Рис.1.7. Загальний вигляд Arteriograph 24 [61]

ПХ реєструється в ділянці плечової артерії шляхом додаткового накачування з оклюзією артерії. Різниця в часі між прямою іта відбитою хвилею порівнюється з відстанню від симфізу до западини нагрудної, що забезпечує процес обчислення СРПХ. На сьогодні, не є достатнім кількості експериментальних досліджень, щоб встановити точність вимірних показників.

1.2.4. Oscar 2. Розробка Oscar 2 є приладом класу точності BHS (виробник - Suntech Medical Inc) (рис.1.8) є А/А [62].

У приладі використовують запатентований алгоритм обробки ПХ, який базується на техніці SphygmoCor, який реалізовано у вигляді ПЗ, що дає змогу оцінити тиск хвилі.



Рис.1.8. Загальний вигляд Oscar 2 [62]

Для валідації ПЗ та приладу в цілому застосовували алгоритм функції передачі SphygmoCor.

1.2.5. VPro. Система VPro (HealthSTATS International [63]) (рис.1.9) є тонометром, який виконано у вигляді наручного годинника, що забезпечує моніторинг параметрів ПХ.



Рис.1.9. Загальний вигляд VPro [63]

1.2.6. Somnotouch NIBP. Розробка Somnotouch NIBP є фотоплетизмографом (виробник Somnomedics GmbH [64]) (рис.1.10).



Рис.1.10. Загальний вигляд Somnotouch NIBP [62]

Однак, його основним призначенням є вимірювання ПХ та обчислення артеріального тиску. Комбінація приладу з іншими приладами, для калібрування, забезпечується отримання показників АТ в режимі ударів.

1.3 Відоме математичне забезпечення імітаційних моделей пульсової хвилі людини як основи комп'ютерних систем генерування тестових сигналів

1.3.1. Детерміновані моделі. Відомі детермінованих моделей ПХ можна поділити на такі типи: моделі просторово-часової структури та генезису.

Модель генезису ПХ у вигляді рівнянь Нав'є-Стокса як фізико-математична модель [31] забезпечує опис поширення хвиль у судинах, стінки якого є пружними із урахуванням закону збереження маси рідини, рівняння руху крові та екстремальних умов. Така модель при розроблені алгоритму її генеруванні має вигляд [31]:

$$\frac{\partial v_x}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + v \left\{ \frac{\partial^2 v_x}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_x}{\partial r} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} \right\}, \quad (1.1)$$

де v – кінематична в'язкість;
 v_x – вектор швидкості;
 r, x – осьова та радіальна координати;
 t – час.

Модель просторово-часової структури ПХ є різновидом класу детермінованих періодичних функцій з розкладами в ряди Фур'є. В праці [17] вказують на те, що потік крові поширюється вздовж судини із швидкістю v по осі δ , причому пружно-в'язкі параметри стінок судин зменшують амплітудні параметри хвилі за законом експоненти. З урахуванням цього у працях [2,33,34] як модель пульсової хвилі подано осцилятор затухаючий:

$$p = p_0 \exp[-\chi x] \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right), \quad (1.2)$$

де p_0 – початковий тиск в ПХ;
 x – відстань від серця до судин;
 ω – кутова частота;
 t – час;
 χ – коефіцієнт згасання ПХ.

У праці [17] як модель ПХ розглянуто трифазну гармонічну модель у вигляді виразу для генерування ПХ:

$$p = p_a + p_0 \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + 1,5 p_0 \left| \sin \frac{\omega}{2} \left(t - \frac{x}{v} + \tau' \right) \right| + 1,5 p_0 \left| \sin \frac{\omega}{2} \left(t - \frac{x}{v} - \tau'' \right) \right|, \quad (1.3)$$

де p_0 – амплітудний показник ПХ; t – час; ω – кутова частота; x – відстань від серця до судини; v – лінійна швидкість ПХ; τ' – різниця часу між компонентами систоли та диастолі; τ'' – часова різниця появи компонент систоли та диастолі.

Модель (1.3) описує механізм породження пульсацій крові в ССС в межах одного часового циклу.

Математичні моделі (1.1-1.3) є обмеженими щодо генерування ПХ і є придатними для генерування в межах одного циклу T .

Оскільки ПХ згідно природи породження має випадковий коливний характер [4,9,21,32], тому його модель при генеруванні сигналу має розроблятися на випадковому підході.

1.3.2. Випадкові моделі. На практиці при тестуванні алгоритмів обробки у комп'ютерних системах найчастіше застосовують випадкову модель ПХ. Найбільш поширеною моделлю ПХ при їх генеруванні є вектор величин випадкових [46]. Вектор цих величин є моделями амплітуд та часових тривалостей ПХ. Алгоритми обробки ПХ у КС ґрунтуються на статистичній оцінці характеристик ПХ як СВП зокрема усереднення елементів ПХ різних серцевих циклів. В КС при обробці ПХ є тенденція підвищення повноти та точності опису ПХ шляхом збільшення загальної кількості діагностичних векторів випадкових величин.

Найчастіше при генеруванні ПХ застосовують адитивну модель ПХ як суму функції детермінованої $f(t)$ та СВП $[\xi_1(t), t \in \mathbf{R}]$ [46]:

$$\xi(t) = f(t) + n(t), \quad t \in \mathbf{R}. \quad (1.4)$$

Де $f(t)$ - корисний сигнал;

$n(t)$ - білий шум.

Модель (1.5) є спрощеною її не забезпечує глибокий опис ПХ для потреби меддіагностики ССЛ.

У праці автора Хвостівської Л.В. як модель ПХ подано подовжену в часі суму функцій із заданими законами нормального розподілу [52]:

$$\xi(t) = \sum_{n=1}^2 (A_n + \psi_A) \cdot e^{-\frac{(t-(m_n+\psi_m))^2}{2(\sigma_n+\psi_\sigma)^2}}, \quad t \in \mathbf{R}, \quad (1.5)$$

де A_1 і A_2 – амплітуди хвиль ПХ в часові моменти кровонаповнення;

m_1 і m_2 – часові моменти тах кровонаповнення;

T_1 і T_2 – часові тривалості кровонаповнення;

ψ_A , ψ_m , ψ_T – випадкові значення амплітуди, тах кровонаповнення та часової тривалості хвиль;

Модель виразу (1.5) забезпечує поєднання у одній структурі амплітудних, часових параметрів ПХ із факторами випадковості, проте зміна фази не є передбаченою.

У табл. 1.1 наведено порівняльну характеристику відомих імітаційних моделей ПХ як засобів генерування сигналів при тестуванні роботи КС.

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика матзабезпечення генерування ПХ

Властивість	Моделі пульсової хвилі				
	Детермінована			Стохастична	
	Лінеаризовані рівняння Наве - Стокса	Трифазна гармонічна модель	Гармонічний осцилятор	Суміш випадкової та детермінованої складових	Сума функцій із заданими законами нормального розподілу з випадковими параметрами
Врахування періодичності	-	+	-	-	+
Врахування випадковості	-	-	-	+	+
Врахування зміни фази коливання ПХ в часі	-	-	-	-	-

1.4. Висновки до розділу 1

У розділі наведено аналіз відомих комп'ютерних системи визначення стану кровоносних судин людини та їх діагностичні можливості їх забезпечення (алгоритмічного та програмного). Встановлено тестування коректності роботи відомих систем залежить від комп'ютерної системи генерування тестових сигналів як засобу перевірки коректності роботи методу, алгоритму та ПЗ обробки пульсових сигналів як показників визначення стану судин людини.

Аналізом відомих імітаційних моделей ПХ, які є ядрами процесу генерування тестових сигналів, встановлено, що вони є обмеженим щодо опису реальних сигналів і тому не забезпечують достатню точність перевірки. Тому розробка нової комп'ютерної системи генерування тестових сигналів ПХ людини є актуальною задачею при тестуванні КС.

РОЗДІЛ 2

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ
ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ ЛЮДИНИ

2.1. Структурна схема комп'ютерної системи визначення стану кровоносних судин людини

Більшість КС при реєстрації ПХ складаються з реєстраторів пульсу і різних перетворювачів. Реєстратори у вигляді воронки детектують ПХ пересування стінки судини на певній ділянці артерії, що є особливим при фотоплетизмографії. Оптичні давачі забезпечують мінімальне спотворення при відтворенні криву хвилю переміщень стінок судини або зміни локального об'єму тканини через зміни інтенсивності проходження променів світла через ділянку дослідження з подальшим детектуванням її на фотодавачі. Давачі пульсації кровоносного потоку базуються на методі фотометрії, який базується на принципі досліджуваної тканини змінювати ступінь відбивання та поглинання потоку світла при проходженні через неї згідно закону Бугера-Ламберта-Бера ($I = I_0 \cdot e^{-a\lambda l}$, де I та I_0 - інтенсивності потоку світла пройшого та поглиненого, λ - вагомий коефіцієнт світлового поглинання, l - товщина тканини).

КС визначення СС людини реєстрації ПХ включають у свою структуру випромінювач, фотодетектор, формувач рівня сигналу, підсилювач ПХ, блок обробки сигналу та візуалізації (рис.2.1).

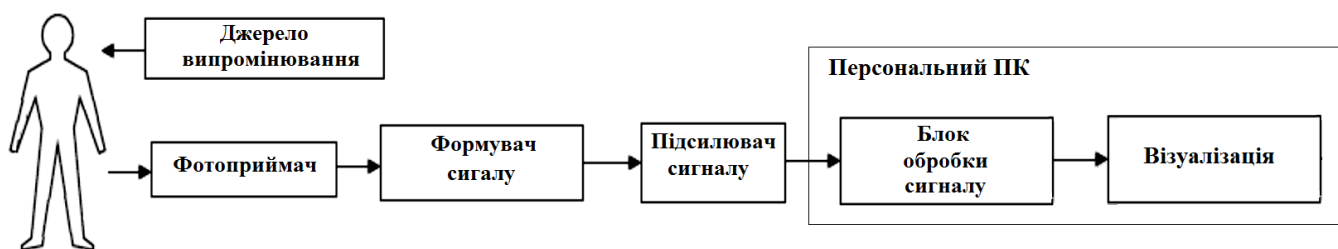


Рис.2.1. Узагальнена схема КС [18]

В КС реєстрації ПХ ділянку тканини, наприклад, кінцівка руки (рис. 2.2), розміщують на шляху світлового променя між та фотодавачем та джерелом світлового випромінювання.

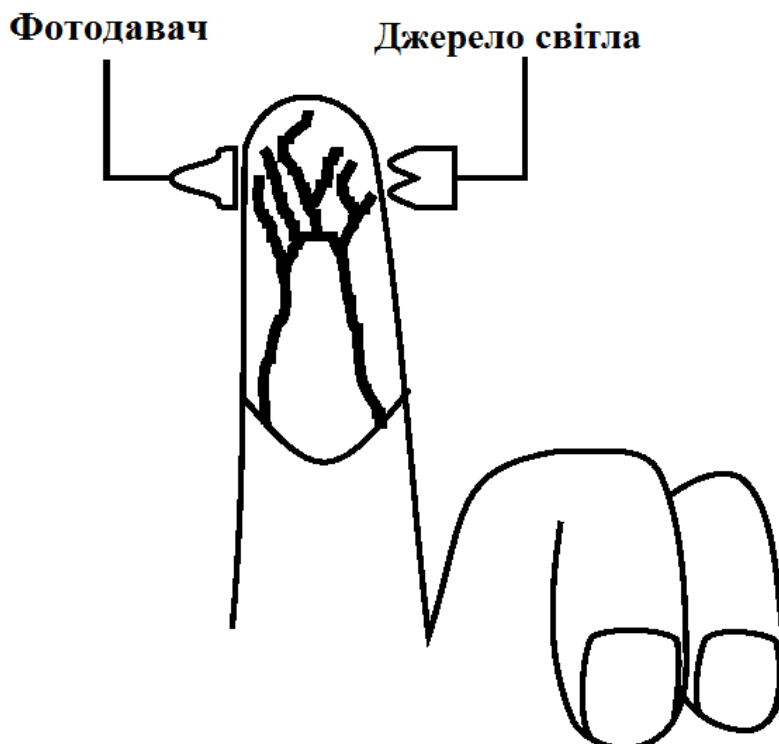


Рис. 2.2. Реєстрація ПХ на кінцівці руки

Залежність світлового поглинання від часу має складові (рис. 2.3):

- компоненту пульсації, яка виникає за рахунок зміни об'єму артеріальної крові при кожному скороченні і "постійну";
- компоненту поглинання (компонента визначається частиною світла, яка поглинається кістками, шкірою та ділянкою дослідження).

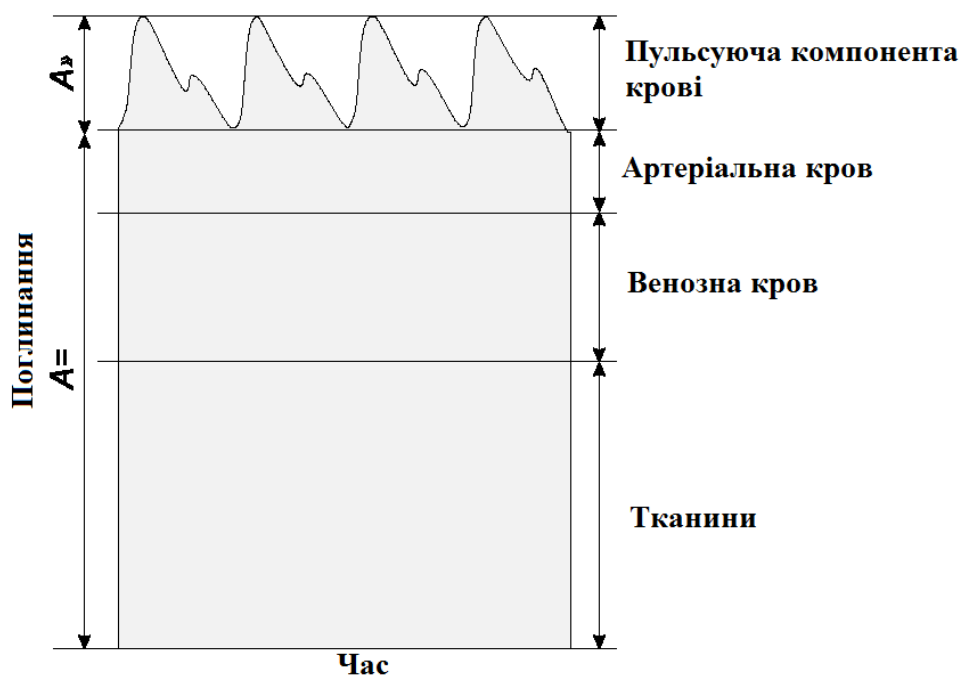


Рис. 2.3. Компоненти поглинаючого світла

Реєстрація та виявлення складової ПХ, яка описує зміну геометричних розмірів судин при кожному серцевому циклі та забезпечує дослідження властивостей еластичності кровоносних судин.

Для реєстрації ПХ застосовано КС EasyPulse (США) [75], структурну схему якої наведено на рис. 2.4, де СВД - світлодіод; ПС - підсилювач струму; ФД - фотодіод; ПЗН 1-2 - підсилювачі змінної напруги; ПТН - перетворювач струм-напруга; СД - детектор синхронізації; ФВЧ - фільтр високочастотний; АЦП - аналого-цифровий перетворювач; МК - мікропроцесор; ПК - комп'ютер персональний.

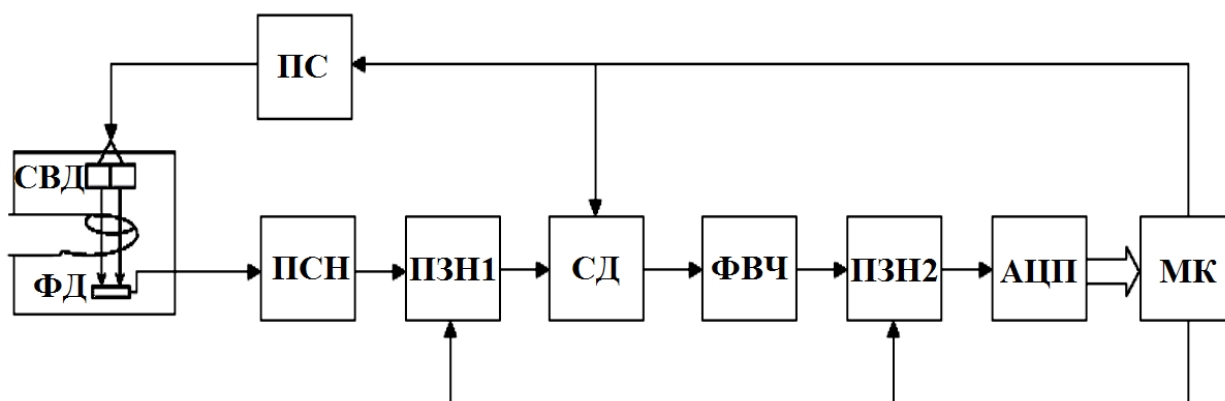


Рис. 2.4. Структурна схема КС реєстрації ПХ

Давач у своїй структурі містить світлодіод інфрачервоний (СВД), який живиться струмом імпульсного типу, які формує мікропроцесор (МК) і збільшуються по амплітуді підсилювачем (ПС). Випромінювання світла, яка проходить через тканини, поступає на фотоприймач (ФД).

Світловий потік в подальшому перетворюється зі світла в напругу коливання за допомогою ПСН та підсилюється підсилювачем напруги (ПЗН1) з регульованим коефіцієнтом підсилення, який задає мікропроцесор.

ПЗН1 забезпечує узгодження варіативного діапазону аналогової обробки ПХ з варіативним діапазоном струмом фотостимуляції, який є індивідуальним при різних властивостях тканин досліджуваного пацієнта. Підсилена ПХ поступає на демодулятор синхронізації (СД), який детектує напругу ПХ. ФВЧ забезпечує подавлення постійної складової ПХ.

Напруга з виходу ФВЧ поступає на ПЗН2, де відбувається узгодження з входом АЦП. Після перетворення форми ПХ з аналогової в цифрову сигнал з виходу АЦП поступає на вхід МК, який здійснює цифрову фільтрацію ПХ та первинну його за допомогою ПЗ.

Зареєстровану реалізацію ПХ КС EasyPulse зображено на рис.2.5.

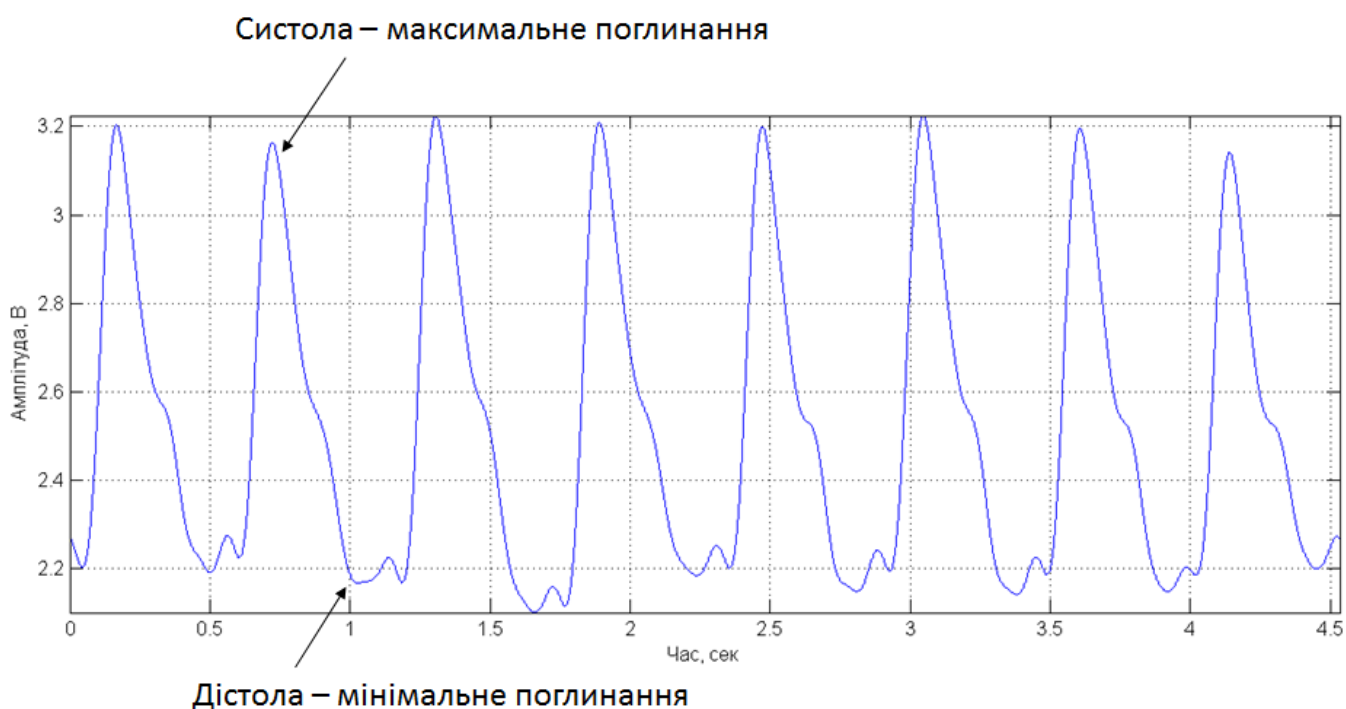


Рис.2.5. Зареєстрована реалізація ПХ КС EasyPulse

Кожна частина ПХ відображає периферичну хвилю пульсу. Максимумом ПХ є максимальне кровонаповнення судини, а мінімумом є діастола. Величина амплітуди ПХ залежить від тиску в судинах при діастолі та систолі.

Фотоплетизмографічний метод є неінвазивним медико-біологічним методом реєстрації ПХ і набув великого застосування в медичній діагностиці при визначенні рівня насичення гемоглобіну крові киснем [36,43,47,48,54,56,57].

2.2. Математичне забезпечення

2.2.1. Попереднє визначення властивостей пульсової хвилі. При візуальному аналізі структури ПХ встановлено, що вона є варіативною в часі по параметрам амплітуд хвиль. За принципом Слуцького коли ПХ як система коливання може коливатись за притаманним законом, що забезпечує аналіз характеристик сигналу як гармонічної функції засобами гармонічної обробки.

Реалізація ПХ КС EasyPulse зображено на рис.2.6.

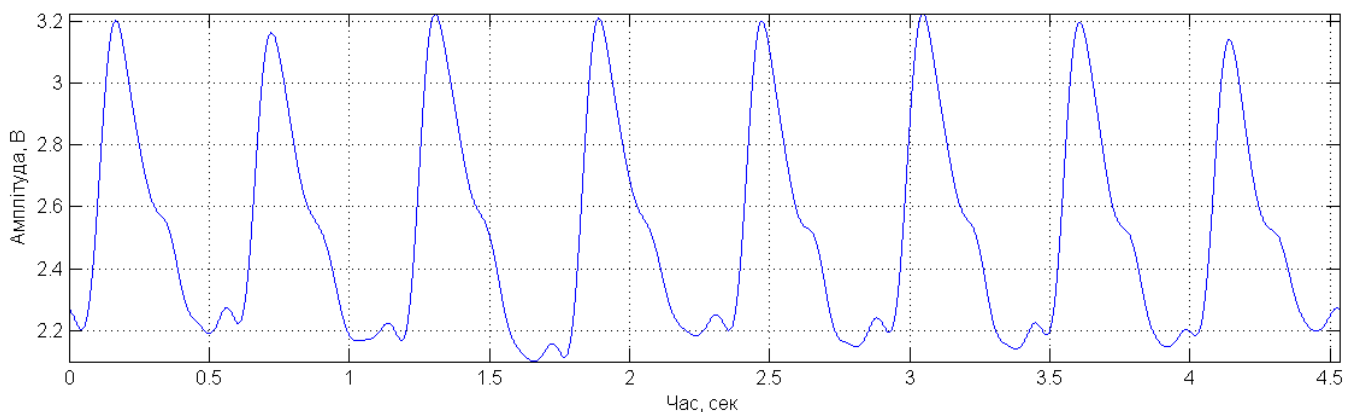


Рис. 2.6. Реалізація пульсової хвилі (норма)

При гармонічному аналізі ПХ подано у вигляді виразу періодичної функції вигляду [14]:

$$f(t) = f(t + nT), \quad n = 1, 2, \dots, t, T, f(\bullet) \in \mathbf{R} \quad (2.1)$$

де T - період ПХ.

При такому подані (2.1) ПХ може бути подана подано в тригонометричній формі як гармонічна функція [14]:

$$f(t) = \sum_{k \in \mathbf{Z}} c_k e^{ik \frac{2\pi}{T} t}, t \in [0, T), \quad (2.2)$$

де c_k - коефіцієнти [14]:

$$c_k = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) e^{-ik \frac{2\pi}{T} t} dt, k \in \mathbf{Z}. \quad (2.3)$$

Коефіцієнти c_k ПХ дають змогу визначити гармонічний склад сигналу в частотній області.

На основі моделі ПХ у вигляді періодичної функції проаналізовано частотний склад сигналу, результати аналізу вибірок якого засобами гармонічного (спектрального) аналізу (вираз 2.3) зображено на рис.2.7.

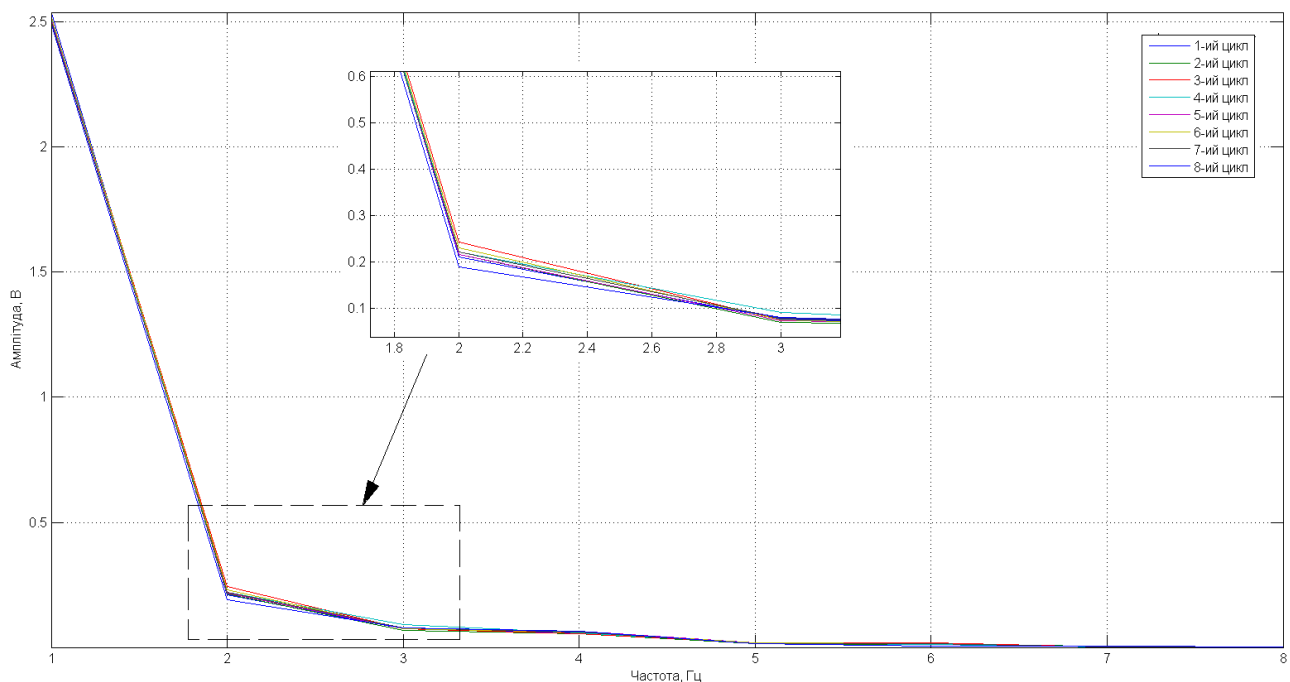


Рис. 2.7. АЧХ вибірок ПХ

Амплітудні спектри ПХ, які зображено на рис.2.6, є змінними для різних періодів, що вказує на випадковість сигналу. Ця особливість вказує на те, що модель ПХ повинна бути випадкового характеру.

Оскільки реалізації ПХ є випадковими функціями (випадкова модель), тому для їх аналізу коректно застосувати теорія випадкових процесів, зокрема методи математичної статистики та теорію випадкових процесів.

Зі сторони теорії ПХ як процес випадковий $\xi(t)$ доцільно розглядати як множину функцій $\xi_k(t)$, які піддаються законам статистичної закономірності. В процесі реєстрації ПХ протягом певного часу спостереження здійснюється реєстрація k -ої реалізації ПХ $\xi_k(t)$ із суцільної реалізацій ПХ $\xi(t)$ (рис. 2.8), яка за належних умов забезпечує судження про оцінки характеристик процесу ПХ.

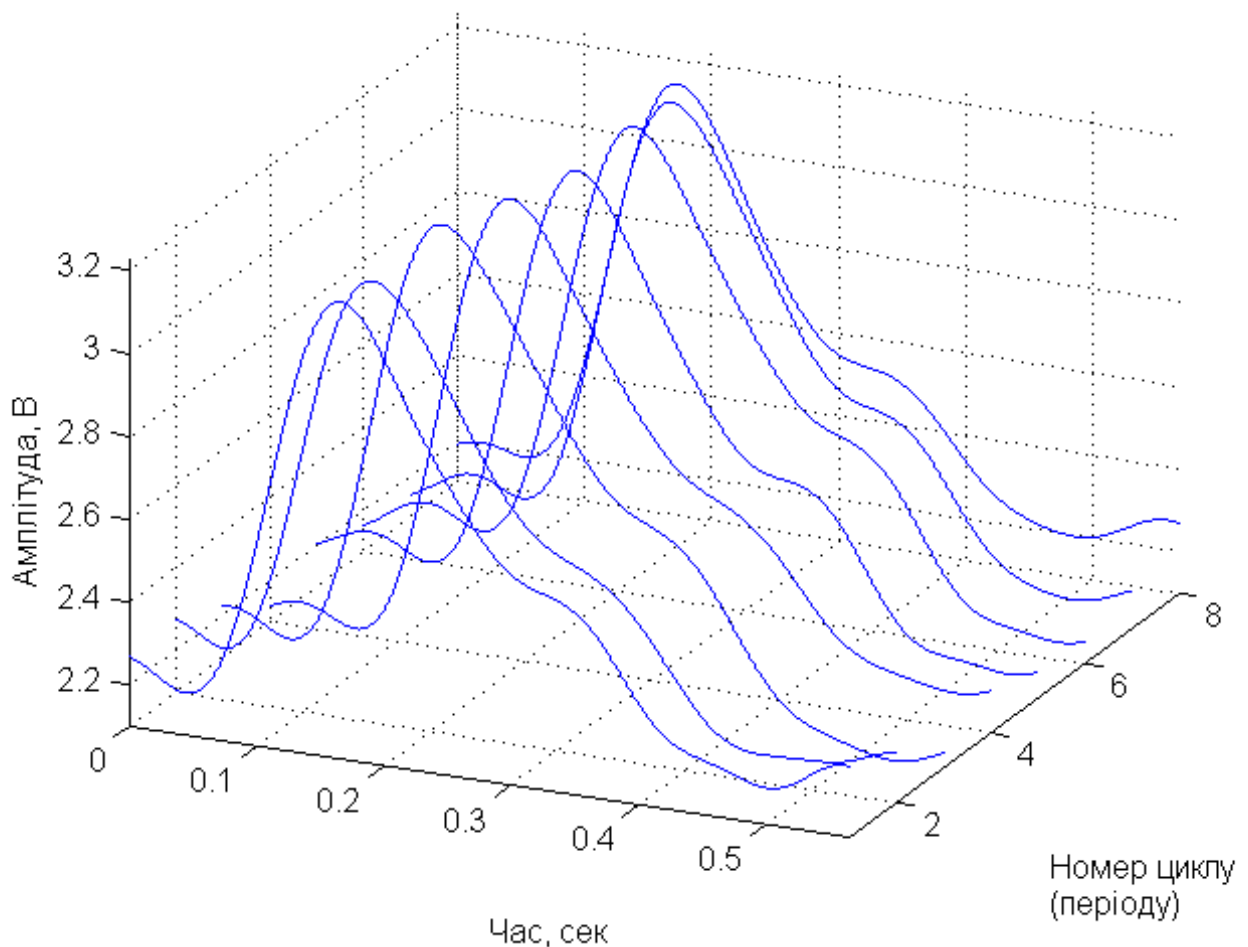


Рис. 2.8. Ансамбль реалізацій ПХ $\xi_k(t)$

ПХ як СВП дає змогу застосувати до його обробки статистичні методи, які базуються на оцінюванні математичного сподівання $m_{\xi}(t)$ та дисперсійного показника $d_{\xi}(t)$ згідно виразу:

$$m_{\xi}(t) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \xi_k(t), \quad t \in [0, T), \quad (2.4)$$

де k – номер часового періоду ПХ;
 N – кількість часових періодів ПХ,

$$d_{\xi}(t) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [\xi_k(t) - m_{\xi}(t)]^2. \quad (2.5)$$

Обчисленні оцінки статистики $m_{\xi}(t)$ ПХ зображено на рис.2.9.

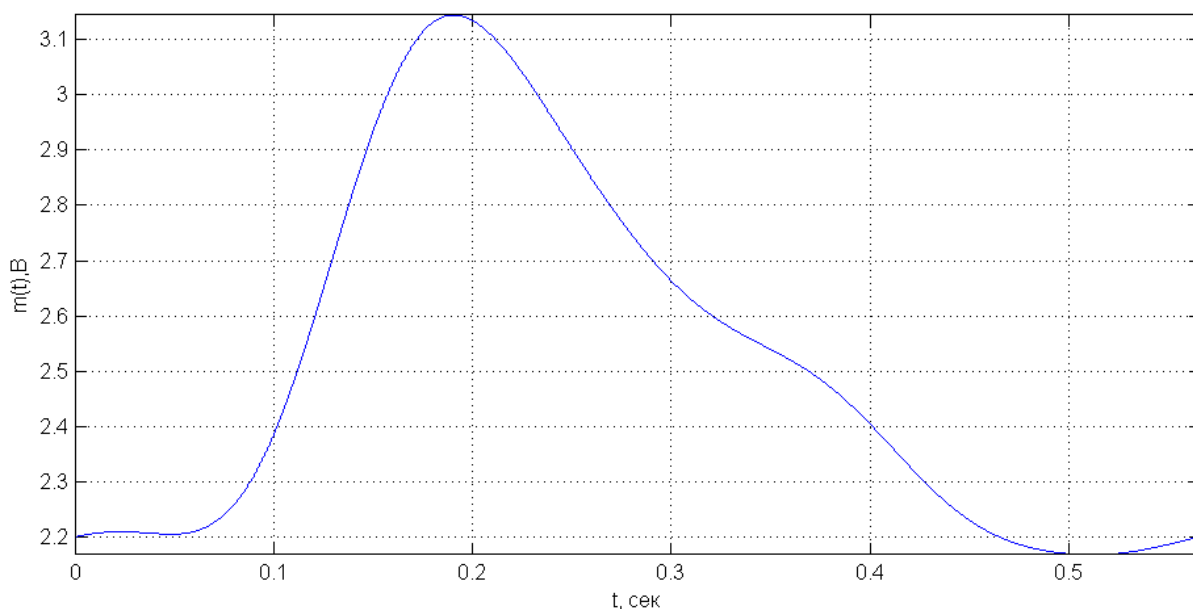


Рис. 2.9. Оцінки $m_{\xi}(t)$ ПХ

Отримані оцінки (рис.2.9) описують усереднені ПХ із суцільної реалізації ПХ, що забезпечує процес опису взаємозв'язки між періодами різних періодів ПХ.

На рис. 2.10 зображено обчислені оцінки $d_{\xi}(t)$ реалізації ПХ.

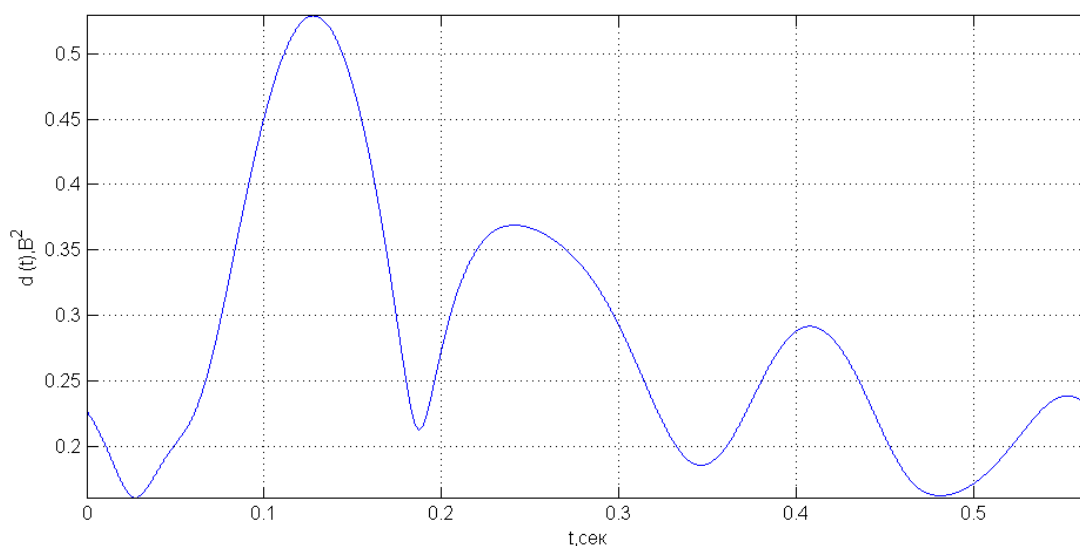


Рис. 2.10. Оцінки $d_{\xi}(t)$ ПХ

ПХ є процесом з випадковими характеристиками (рис.2.9-2.10), що напряму пов'язано із впливом внутрішньо-зовнішніх факторів.

Ще однією ознакою ПХ як СВП є кореляційна функція, яка дає змогу відстеження зв'язків між значеннями ПХ в часі згідно виразу:

$$R_f(u) = \lim_{\Theta \rightarrow \infty} \frac{1}{2\Theta} \int_{-\Theta}^{\Theta} f(t+u) \overline{f(t)} dt. \quad (2.6)$$

Реалізацію автокореляційної функції ПХ зображено на рис.2.11.

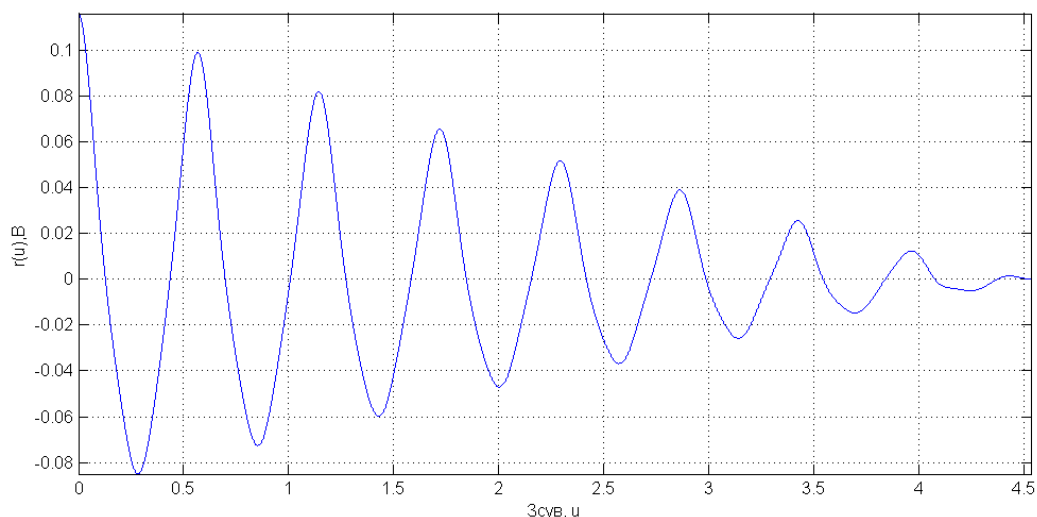


Рис.2.11. Реалізація автокореляції ПХ

Реалізація автокореляції ПХ (рис.2.11) є періодичною по формі, яка прямує до нуля в кінці її реалізації.

Отже за результатами аналізу встановлено, що модель повинна характеризуватися випадковістю, періодичністю та скінченністю.

2.2.2. Імітаційна модель тестових сигналів пульсової хвилі. Ключовою одиницею в процесі тестування алгоритмічного забезпечення КС є процедура генерування ПХ засобами комп'ютерного імітаційного моделювання з властивостями, які описано в підрозділі 2.2.1.

Імітаційна модель ПХ визначається структурою сигналу ПХ як бази імітаційного моделювання.

ПХ за своєю формою (структурою) складається з прямої та відбитої відповідних хвиль з параметрами часу та амплітуд ($A_1, A_2, m_1, m_2, T_1, T_2, t_{01}, t_{02}$) (рис.2.12) як вказано у працях Хвостівської Л.В. та Хвостівського М.О. [55].

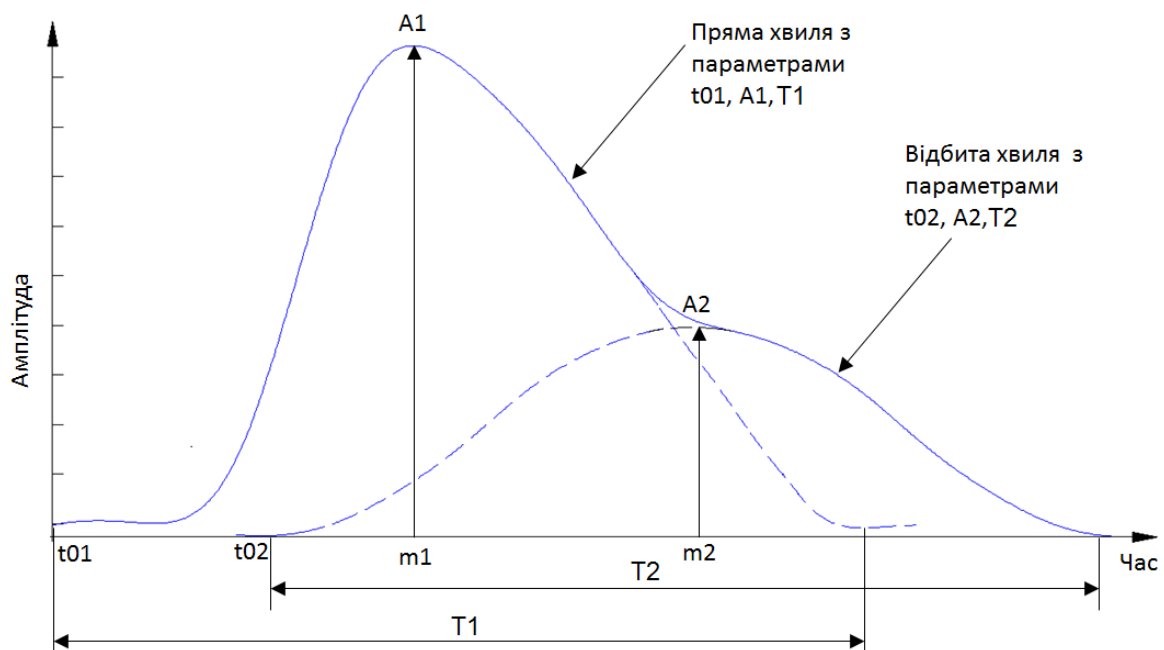


Рис.2.12. Структура ПХ [55]:

m_1 і m_2 - центральні моменти часу тах кровонаповнення A_1 і A_2 ;

t_{01} і t_{02} - час початку кровонаповнення;

T_1 і T_2 - тривалості хвиль прямої та відбитої

На рис. 2.12 видно, що пряма та відбита хвилі ПХ на початках та її кінцях є експоненціально наростаючими та згасаючими, що є способом удосконалення відомої імітаційної моделі, яку розроблено Хвостівською Л.В та Хвостівським М.О.

Загальний алгоритм генерування ПХ в межах одного періоду зображено на рис.2.13.

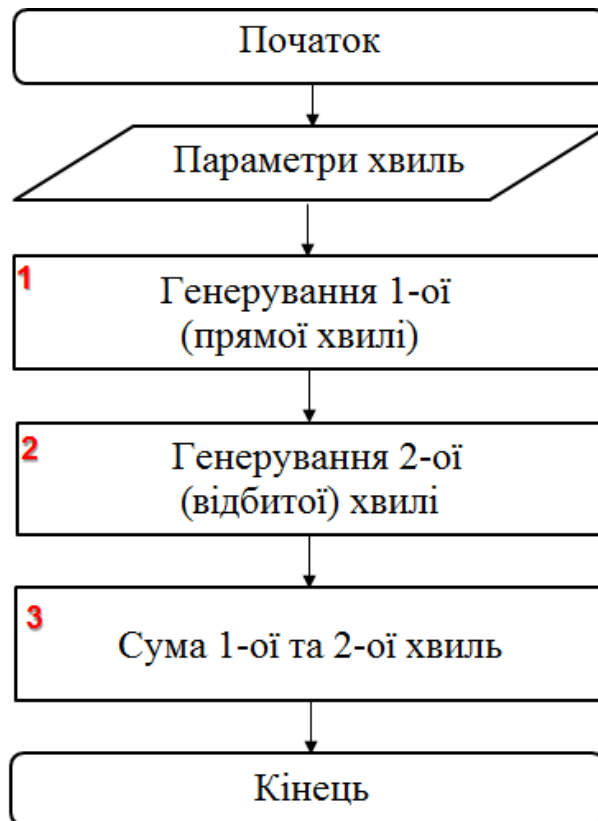


Рис.2.13. Алгоритм генерування ПХ

На базі структури ПХ (рис.2.12) та алгоритму генерування (рис.2.13) як модель ПХ запропоновано суму двох функцій Гаусового розподілу із експоненціальними згасаннями, що є тотожним або істинним для реальних сигналів та забезпечує врахування у структурі параметрів амплітуди, часу та форм коливання хвиль експоненціального типу:

$$s(t) = A_1 \cdot e^{-\frac{(t-m_1)^2}{2T_1^2}} \cdot e^{-tK_1} + A_2 \cdot e^{-\frac{(t-m_2)^2}{2T_2^2}} \cdot e^{-tK_2}, t \in \mathbb{R} \quad (2.7)$$

де A_1 і A_2 – амплітуди хвиль (відбита та пряма);

m_1 і m_2 – час максимуму кров'яного наповнення;

T_1 і T_2 – тривалість хвиль;

T_{\max} – максимальне значення часу.

K_1 і K_2 - коефіцієнти фазових відхилень 1-ої та 2-ої хвиль;

Коефіцієнти K_1 і K_2 та функції e^{-tK_1} і e^{-tK_2} забезпечують часовий зсув фази

хвиль $e^{-\frac{(t-m_1)^2}{2T_1^2}}$ і $e^{-\frac{(t-m_2)^2}{2T_2^2}}$ відносно їх початкового часового часу.

При сумуванні хвиль $A_1 \cdot e^{-\frac{(t-m_1)^2}{2T_1^2}}$ та $A_2 \cdot e^{-\frac{(t-m_2)^2}{2T_2^2}} \cdot e^{-tK_2}$ здійсниться адитивного накладання амплітудних параметрів однієї хвилі на іншу хвилю як схемотехнічно зображено на рис.2.14.

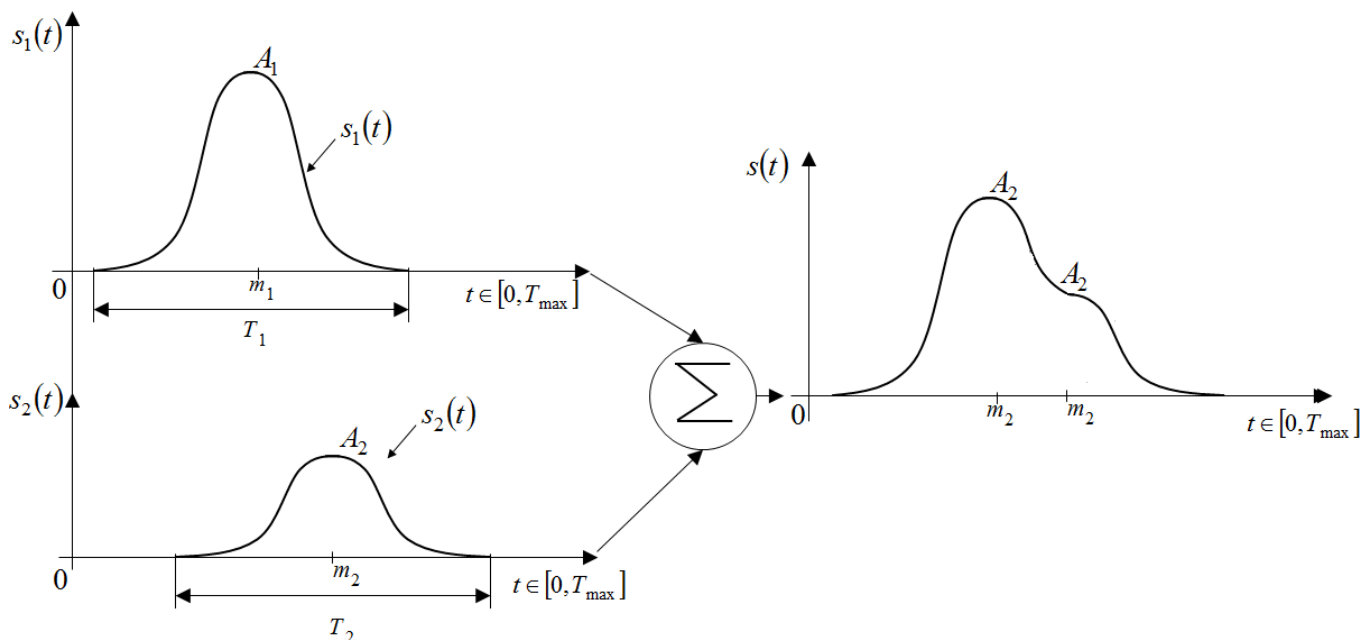


Рис.2.14. Процес формування ПХ в межах часового циклу

Правило трьох сігм 3σ [40] вказує межі тривалостей прямої хвилі та відбитої хвилі з вірогідністю 0,9973, а саме:

- пряма хвиля має тривалість $[m_1 - 3T_1; m_1 + 3T_1]$;
- відбита хвиля має тривалість $[m_2 - 3T_2; m_2 + 3T_2]$.

На основі трьох сігм 3σ часові початки коливання хвиль ПХ визначаються виразами:

$$\begin{aligned} t_{01} &= m_1 - 3T_1, \\ t_{02} &= m_2 - 3T_2. \end{aligned} \quad (2.8)$$

Кінцевий момент часу коливання хвиль визначено через суму моментів часу початку коливання хвиль і $3T_1$ ($3T_2$):

- пряма за потоком крові хвиля – $m_1 + 3T_1$;
- відбита (відбита від кінцівок) хвиля – $m_2 + 3T_2$.

Із урахуванням в амплітудних, часових та фазових параметрах хвиль ПХ отримано компонент випадковості вираз імітаційної моделі набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \xi(t) &= s(t, A + \psi_A, m + \psi_m, T + \psi_T, T_{\max} + \psi_t) = \\ &= (A_1 + \psi_A) \cdot e^{-\frac{(t-(m_1+\psi_m))^2}{2(T_1+\psi_T)^2}} \cdot e^{-tK_1} + \\ &+ (A_2 + \psi_A) \cdot e^{-\frac{(t-(m_2+\psi_m))^2}{2(T_2+\psi_T)^2}} \cdot e^{-tK_2}, \quad t \in [0, (t_{\max} + \psi_t)], \end{aligned} \quad (2.9)$$

де ψ_A , ψ_m , ψ_T – випадковість параметрів амплітуди, центрального моменту та тривалості хвиль.

Із використанням символу сумування вираз переписано у вигляді виразу:

$$\xi(t) = \sum_{n=1}^2 (A_n + \psi_A) \cdot e^{-\frac{(t-(m_n+\psi_m))^2}{2(T_n+\psi_T)^2}} \cdot e^{-tK_n}, \quad t \in [0, (t_{\max} + \psi_t)] \quad (2.10)$$

При адитивності завад внутрішньо-зовнішніх на ПХ вираз (2.10) матиме вигляд:

$$\xi(t) = \sum_{n=1}^2 (A_n + \psi_A) \cdot e^{-\frac{(t-(m_n+\psi_m))^2}{2(T_n+\psi_T)^2}} \cdot e^{-tK_n} + n(t), \quad t \in [0, (t_{\max} + \psi_t)] , \quad (2.10)$$

де $n(t)$ – завада типу гаусівського шуму.

Характерним для ПХ повторюваність в часі, що зумовлено роботою серця, тому вираз необхідно Повторність у виразі (2.10) забезпечено шляхом генерування k -тих ПХ $\xi_k(t)$ в часовому діапазоні k -их повторів T_k згідно до виразу (2.10). В подальшому реалізації часового інтервалу від 0 до T_k розміщуються на осі часу в зоні їх локалізації, а часові зоні їх не локалізації заповнюються нульовими значеннями амплітуди відповідно до виразу:

$$\xi(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \tilde{\xi}_k(t), \quad t \in \mathbb{R} \quad (2.11)$$

де $\tilde{\xi}_k(t)$ - k -та ПХ з локалізовано-виділеною зоною його часові локалізації, $\tilde{\xi}_k(t), t \in \mathbb{R}$:

$$\tilde{\xi}_k(t) = \begin{cases} \xi_k(t), & t \in [T_{k-1}, T_k) \\ 0, & t \notin [T_{k-1}, T_k) \end{cases} \quad (2.12)$$

де $\xi_k(t)$ - ПХ локалізована на k -му періоду T_k , $\xi_k(t), t \in [0, T_k)$,

T_k – часова тривалість ПХ на k -му періоду, $T_1 \neq T_2 \neq \dots T_k$.

На рис.2.15 зображено механізм формування ПХ відповідно до виразу (2.12).

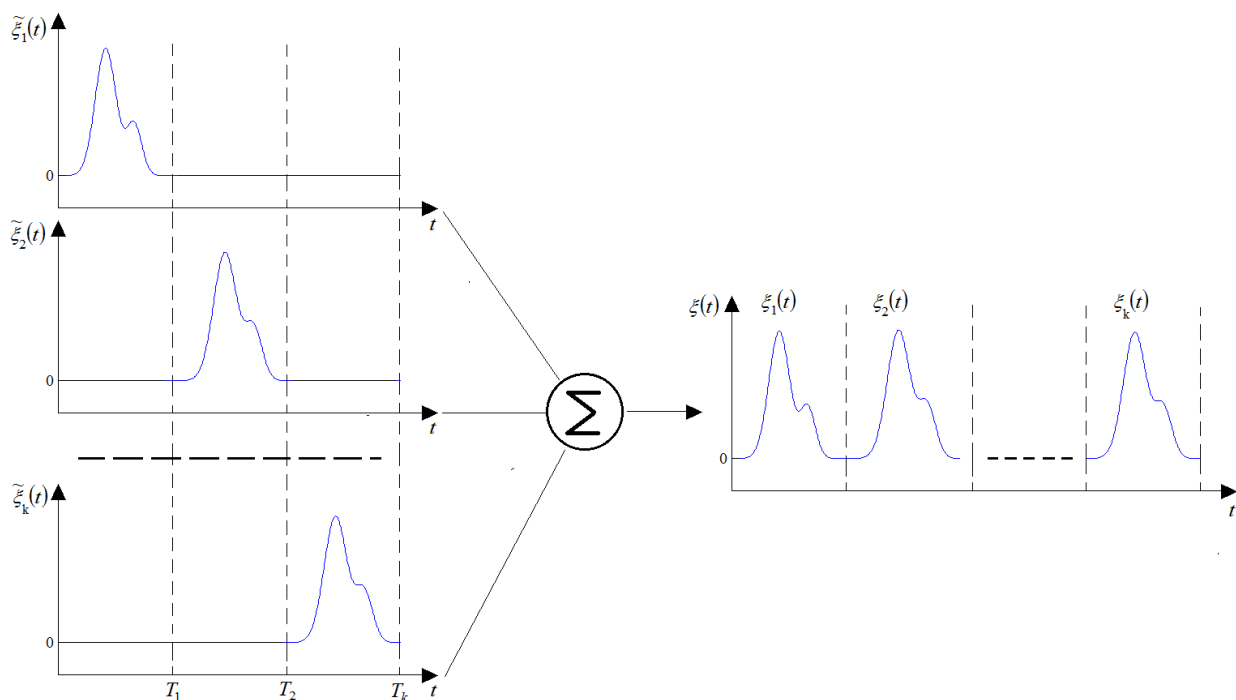


Рис. 2.15. Механізм формування повторної ПХ

Врахувавши вирази (2.10) та (2.12) вираз (2.11) генерування ПХ матиме вигляд:

$$\xi(t) = \sum_{k=1}^{N_k} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{n=1, N} (A_{nk} + \psi_{Ak}) \cdot e^{-\frac{(t - (m_{nk} + \psi_{mk}))^2}{2(T_{nk} + \psi_{Tk})^2}} \cdot e^{-tK_{nk}} \\ 0 \end{array} \right. \begin{array}{l} , t \in [T_{k-1}, T_k) \\ , t \notin [T_{k-1}, T_k) \end{array} \right\} + n(t), \quad (2.13)$$

де T_k - ПХ, яка локалізована на k -му періоді;

A_{nk} , m_{nk} , T_{nk} - амплітуда, центральний момент часу, часова тривалість n -ої хвилі ПХ на k -му періоді;

ψ_{Ak} , ψ_{mk} , ψ_{Tk} - випадковість амплітуди A_{nk} , центрального моменту часу m_{nk} та часові тривалості T_{nk} ПХ на k -му періоді;

K_{nk} - коефіцієнт фазової складової для n -ої хвилі ПХ на k -му періоді;

N – кількість хвиль ПХ;

N_k – кількість повторів;

$n(t)$ - адитивна завада ПХ.

Вираз (2.13) забезпечує процес генерування сигналів ПХ, яка точно відображає форму хвиль та враховує параметри випадковості, повторності та варіації фази хвиль.

Алгоритм генерування ПХ на основі виразу (2.13) має послідовність:

1. Задання масиву амплітуд A_{nk} , тривалостей часу T_{kn} та центральних моментів часу хвиль m_{nk} ;
2. Задання кількості хвиль N та повторів N_k ПХ;
3. Задання значень випадковостей ψ_{Ak} , ψ_{mk} , ψ_{Tk} , а саме значення дисперсії (матсподівання в даному випадку рівне нулю);
4. Задання коефіцієнтів фазових відхилень хвиль K_{nk} ;
5. Генерування N_k -ої кількості ПХ для k -их періодів часу ПХ;
6. Розміщення ПХ на осі часу в залежності від зони їх локалізації;
7. Сумування усіх компонент ПХ;
8. Додання завади n до генерованої реалізації ПХ.

2.3. Алгоритмічне забезпечення

З метою здійснення процесу комп'ютерного генерування ПХ необхідно розробити комп'ютерну систему генерування, яка забезпечить вище вказаний процес на базі розробленої імітаційної моделі ПХ.

При здійсненні процесу генерування засобами комп'ютерної техніки з використанням середовища Matlab, необхідно розробити послідовність операцій у вигляді блок-схеми, за якими буде функціонувати система генерування як комп'ютерна програма.

ПЗ КС складається з двох компонент, а саме, генератора ПХ і програмного інтерфейсу користувача. Програма інтерфейсу забезпечує зв'язок програми генератора і елементів керування, які будуть локалізовані на фреймі.

Ядром блок-схеми генератора ПХ є формування масиву даних множини хвиль s_{11} , s_{12} із параметрами амплітуди A , часової тривалості T , моменту часу t_{\max} кровонаповнення t , випадковостей ψt , ψA , ψT , варіації фазових параметрів K , а також формування масиву часу під локальну змінну $t(1,:)$ та $t(2,:)$. Сформовані дані ПХ формуються шляхом об'єднання в єдиний масив $t=[i(1,:) i(2,:)]$ та $s=[s_{11} s_{12}]$. Для реалізації повторності усі вище сформовані операції циклічно повторюються в k -ту послідовність рівною загальній кількості періодів. Сформовані значення s_{1-sk} для кожного циклу об'єднуємо у спільну множину через послідовне їх подовження з додаванням випадкової складової n .

Розроблення блок-схеми (алгоритму) є ключовим етапом від якого залежать результати програмної реалізації генерування ПХ.

Алгоритми (блок-схеми) можна зобразити із використання конкретних засобів, структура та правила їх використання формують визначені способи або форми запису алгоритмів. Існують такі способи їх представлення: формально словесний, словесний, схема графічна, блок-схема, схема операторна та інші.

Форма словесна є послідовністю певних правил трансформації інформації. Правила трансформації інформації мають нумерацію, мають формулювання та вказує виконавчу послідовність. Форма слів є вживаною для занадто простих або дуже складних завдань, при розв'язанні яких сформувати процедурні операції обробки інформації (в дному випадку генерування хвилі пульсу), а за допомогою опису словесного вказується їх послідовність.

Формульно-словесно форма є способом поєднання виразів трансформації інформації з їх словесним визначенням послідовностей щодо їх поступового виконання. Така форма використовує при описі алгоритму загальноживані математичні скорочення та символи та пояснення їх дій, а також послідовність, яку визначають мітки.

Схема графів представляє алгоритм у формі цілої системи точок, які у їх сукупності визначають набір операцій. Напрями переходу операцій вказуються вказівниками.

Блок-схемне позначення алгоритмів є формою відображення послідовних або розгалужених процесів генерування ПХ, при якому всі етапи його діляться на не залежні або частково залежні операції щодо їх виконання, які відображаються графічно за допомогою блоків графіки, форма відповідно якого вказує на тип операції. Усі блочні зв'язки блок-схеми, в повній мірі, визначають послідовність операцій генерування ПХ. Розроблені правила згідно міжнародного стандарту, а саме вимог щодо програмної документації ГОСТ 19.701-90, мають відповідне призначення та способи їх застосування.

В загальному для представлення алгоритму генерування ПХ блок-схемним способом використовують елементи геометричні (стандартні в інформатиці блоки), які визначають операції генерування.

Блоки вводу та виводу даних відображають графічно паралелограмом, блок математичної обробки даних в даному випадку відображають прямокутником, блок рішень щодо виконаної операції позначають ромбом та у вигляді еліпсу відображають відповідно початок та кінець алгоритму (блок-схеми).

Ромб вказує на операцію вибору умови, що є важливою операцією при генерування ПХ, а саме коректності вводу параметрів генерування, коректності результатів математичних розрахунків, вибору тої чи іншої дії за результатами обчислень.

Прямокутні блоки блок-схеми при генеруванні ПХ є ключовими, оскільки конкретно вони задають програмні вирази щодо реалізації вигляду сигналу із заданими параметрами. В прямокутних фігурах будуть відображенні майже усі операції числення згідно розроблено моделі імітаційної хвилі судин, результатом яких буде отриманий відповідний параметр як числовий так і множинний.

Схема генерування з основними вузлами (блоками), що її творять, зображають прямокутними фігурами та іншими, а їх зв'язки вказують лініями та лініями з вказівниками на їх кінцях.

Реалізовану блок-схему генерування ПХ зображено на рис.2.16.

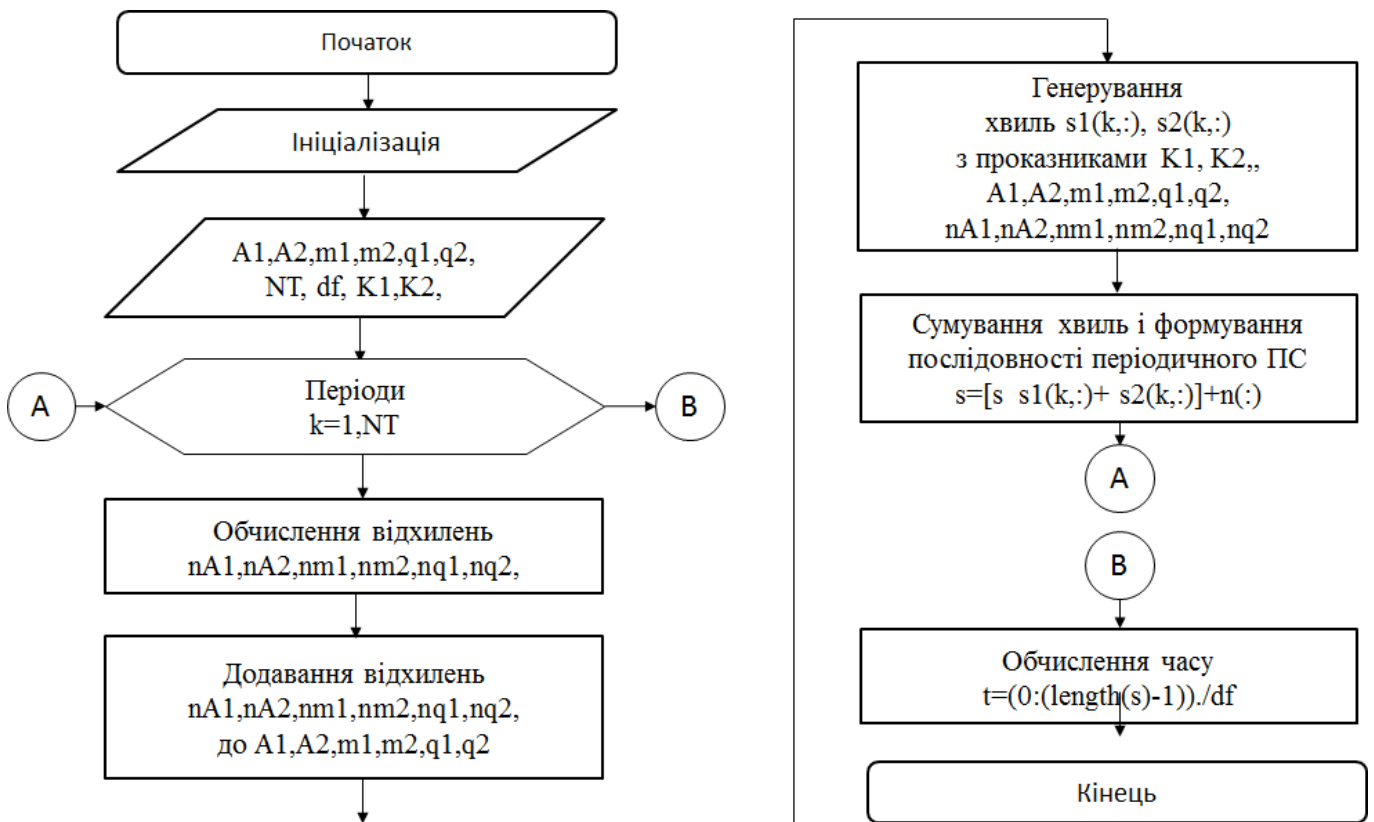


Рис. 2.16. Блок-схема генерування ПХ

Керуючись блок-схемою (рис.2.16) буде розроблено ПЗ генерування ПХ в середовищі програмування MATLAB 2019b.

Оскільки для генерування ПХ буде використано ПЗ інтерфейсу користувача розробляючої системи тому загальний вигляд блок-схема генерування його наведено на рис. 2.17.

Блок-схема інтерфейсу забезпечує функції вводу параметрів, генерування тестових сигналів ПХ та їх візуалізацію для візуального аналізу.

Функція вводу забезпечить ввід усіх амплітудних, часових, фазових параметрів форми ПХ, яку необхідно відтворити як найкращим чином, що є важливим при каретному тестуванні алгоритмів технічних систем.

Блок візуалізації забезпечить процедуру графічного відображення генерованих сигналів на дисплеї для їх візуального оцінювання та можливого прийняття рішення щодо затвердження результатів генерування або здійснення повної процедури відтворення ПХ.

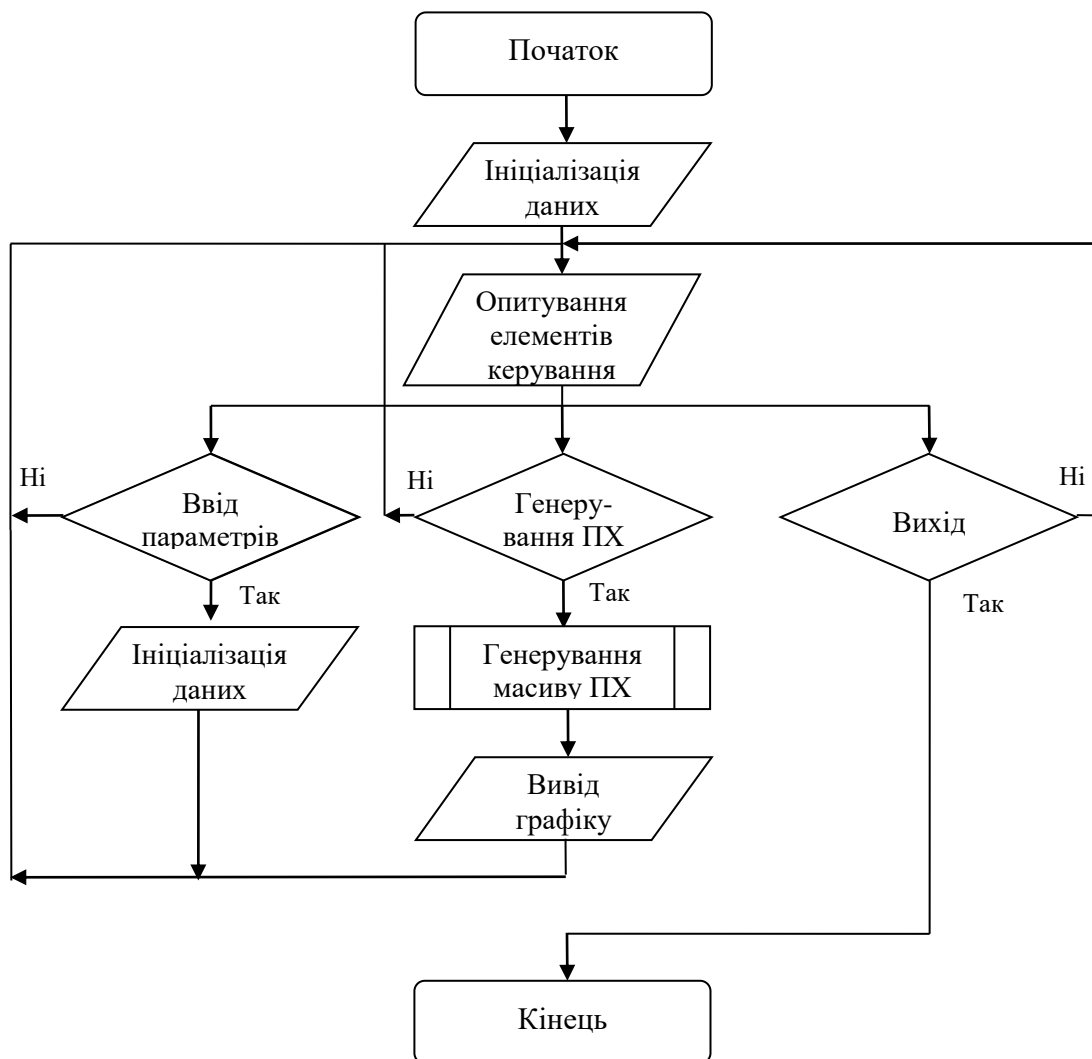


Рис. 2.17. Блок-схема інтерфейсу ПЗ генерування ПХ

На основі блок-схем (рис.2.16-2.17) буде розроблено автоматизоване програмне забезпечення імітаційного моделювання сигналу хвилі пульсу з процедурою простоти зміни параметрів моделювання (генерування).

2.4. Висновки до розділу 2

У розділі наведено етапи розроблення математичного забезпечення КС генерування тестових сигналів ПХ на основі імітаційної моделі у вигляді суми двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму. Така модель забезпечує поєднання у собі випадковості, повторності та зміни фази

коливання хвиль для задачі роботи комп'ютерно-медичних ДС. На основі математичного забезпечення розроблено алгоритмічне забезпечення КС генерування тестових сигналів, що забезпечує розроблення програмного забезпечення КС з інтерфейсом користувача.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ
ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ ЛЮДИНИ

3.1. Розроблення програмного забезпечення генерування пульсової хвилі

MATLAB (Laboratory Matrix) як комп'ютерна система математичного типу є універсальним середовищем розробки програмних забезпечень для проведення/здійснення наукових, дослідницьких та технічних обчислень будь-якої складності (зокрема дослідження процесу генерування ПХ). MATLAB мова програмування розроблена К. Моулером в Університеті Нью-Мексико. При розробці цієї системи було за метою надання студентам університету змогу використовувати бібліотек програмних кодів Eispack та Linpack без знання (відсутня необхідність) мови FORTRAN. Впродовж довгого часу спільними зусиллями різних вчених мову програмування MATLAB змінено на мову C, яку започаткувала компанія The MathWorks з подальшим її розвитком. Було перероблено усю бібліотеку MATLAB на мову C, та були відомі як JACKPAC.

На початках система MATLAB набула широкого застосування для вивчення алгебри лінійної та обчислювальних методів, а також при проектуванні та розробці систем керування, але набула найбільшої популярності серед більшості різних інженерів та науковців різної галузі.

На сьогодні система може застосовуватися для обчислень у різних галузях техніки та науки, комп'ютерна та програмна інженерії, радіотехніка, енергетика та інших науках.

Найголовнішою перевагою MATLAB є її повна відкритість, тобто функції та процедури MATLAB використовувати у відкритому їх доступі, а також здійснювати їх модернізацію. Користувач системи має змогу здійснювати ввід в систему нових програмних команд або функцій, розробляти власні процедури та програми, або здійснити їх пристосовування до інших задач будь-якого дослідження. Все це дякуючи, простій мові програмування MATLAB. Палітра команд та функцій

системи MATLAB є великою за кількістю, що забезпечує розв'язок багатьох задач різних галузей науки та спеціальностей на рівні розробки чи дослідження.

Команди та функції MATLAB зберігаються в текстових файлах, які мають розширення m-файлів, а також із розширеннями мови Сі. Розробник програмних продуктів може розробляти окремі файли і цілу низку бібліотек файлів, що значно розширює загальний інструментарій системи MATLAB за рахунок відкритості системи. Файли MATLAB можна також розробляти в редакторі m-файлів або в іншому тестовому редакторі. Розроблені файли автоматично додають до загального асортименту системи MATLAB, що в загальному розширює функціональні можливості системи на програмному рівні.

В системі MATLAB передбачено процедуру візуалізації графічної інформації у вигляді 2D та 3D ілюстрацій (графіків). Вони забезпечують процес малювання ліній, поверхонь, стовпчиків, кругових діаграм та інших з відображенням кольорової палітри, різних масштабів, зміни системи координат та інші. Формат графічних об'єктів в системі зберігаються під розширенням fig, що є внутрішнім форматом MATLAB. Також передбачена можливість зберігати графічну інформації в інших графічних форматах

Середовище MATLAB забезпечує використання його як калькулятора, тобто отримання результату обчислення миттєво після введених команд та операцій.

MATLAB як його утиліта RunTime Server забезпечує розробку користувачем додаток MATLAB легко і без великих витрат перетворити на незалежний продукт і поширювати, не турбуючись про збереження кодів.

MATLAB є системою математичного ядро з високим рівнем програмування, яка складається з інтерфейсу, функцій та довідки.

Додаток Compiler системи MATLAB забезпечує перетворення у реалізований модуль бібліотеку мови (C) C++.

MATLAB Student Version є версією для студентів системи MATLAB, яка забезпечує студентам придбання MATLAB із знижкою (вартість вказана на офіційному сайті).

Найновіша версія системи MATLAB має такі можливості:

- більше 600 програмних функцій та команд;
- зручний інтерфейс із великим асортиментом інструментів для здійснення процедури керування системою;
- нові засоби, що забезпечують редагування і форматування графіків, оптимізацію їх кодів і витрачання пам'яті на команди графічні;
- покращенні алгоритми за рахунок оптимізації LAPACK (бібліотека);
- нова бібліотека швидкого Фур'є перетворень;
- швидкі методи перетворення інтегрального типу;
- потужні алгоритми інтегрування диференціальних;
- потужні функції візуалізації: відображення на дисплей зображень двовимірних та фігур об'ємних;
- панель Camera, яка забезпечує процес керування прискоренням відображення графічних даних із використанням OpenGL;
- новий та зручний інтерфейс Java-процедур та їх безпосереднє використання спільно з MATLAB;
- сучасні інструменти розробки графічного інтерфейсу;
- обробка даних графічного типу безпосередньо у вікні графіки;
- новий програмний модуль MATLAB для розроблення Visual Studio, що забезпечує автоматично з Microsoft Visual Studio трансформувати C++ та C у програмні коди для MATLAB;
- система контролю коду;
- модернізований інтерфейс, який уможлиблює обмін даних зовнішнього устаткування з системою MATLAB;
- нове керування приладами вимірювальними для забезпечення процедури обміну інформацією з зовнішніми приладами;
- оновлені пакети моделювання систем динамічних Real Time Workshop 4 та Simulink;

– Удосконалення інтерфейс (новий налагоджувач пошуку помилок, покращений навігатор, добавлено меню в блоках-діаграмах, новий модуль пошуку бібліотек):

Числове представлення даних в середовищі Matlab є найпростішим об'єктом його мови, який кількісно представляє числові дані. Числа в системі Matlab вважають константами, якщо їх імена є співпадаючими з їх числовими значеннями. Числа в MATLAB можуть бути дробовими, цілими, з плаваючою та фіксованою крапкою. В системі можливе представлення з вказаною мантисою та порядком числа. Ціла частина в мантисі завжди відділяється від дробової частини комою, і ні в якому разі крапкою. Для процедури відокремлення числового порядку від мантиси застосовують символ *e*. При роботі з даними числового типу можна задавати різноманітні формати числового представлення. Проте в системі обчислення майже завжди здійснюється в числовому форматі з точністю подвійною. Для встановлення типу формату числового представлення застосовуються команда `format <назва типу>`.

Для даних числового типу <назва типу> може бути наступним:

- Short (встановлено при першому запуску системи MATLAB) - запис числового формату з комою фіксованою з довжиною до 5 знаків);
- Long – запис довгий з форматним типом фіксованої коми з довжиною до 15 знаків;
- Short e - запис короткий з форматним типом плаваючої коми довжиною до 5 знаків з додатковими трьома знаками;
- Long e - запис довгий з форматним типом плаваючої коми довжини до 15 знаків плюс 3;
- Hex – числовий шістнадцятковий тип;
- Rational – числовий тип дробу раціонального.

Числові дані в системі MATLAB зберігається з усіма повністю введеними числовими цифрами. Результати обчислень в системі MATLAB зберігаються з похибкою (залежить від числового типу), яка рівна приблизно 15-ти десятковому розряду.

Отже, при математичній реалізації генератора є можливість застосувати різний тип числовий, що в кінцевому результаті буде відображатися на точності генерування. Оскільки точність є базовим параметром від якого будуть залежати результати перевірки роботи алгоритмів обробки досліджуваних сигналів. Результати такої перевірки будуть в майбутньому впливати на точність діагностики.

Змінні в системі MATLAB є об'єкти іменованими, які мають змогу зберігати дані. В залежності від типу даних змінні можуть бути як символьними, числовими векторними так і матричними. Для надання змінній значення числового необхідно здійснити операцію присвоєння.

Розроблені та розробляючої функції в системі MATLAB є іменованими та унікальними об'єктами, які в загальному виконують поставлені перед ними перетворення над його аргументами і в результаті повертають результати цих перетворень. Якщо функція здійснює повертання кількох значень, то вона представлена наступним лістингом $[B1, B2, \dots] = \text{func}(A1, A2, \dots)$, де $A1-2$ – вхідні дані, $B1-2$ – результат обчислення.

До найголовніших особливостей системи MATLAB відносять:

- змога вибрання та зміни системи – програмні коди та різні дані можна трансформувати на різні комп'ютери різних систем операційних;
- відкритість архітектури системи MATLAB зі сторони здатностей розробки спеціалізованих підпрограм, які є призначеними для розв'язування різних наукових задач. Такий тип підпрограм можна в загальному розробити за допомогою мови програмування системи MATLAB та за допомогою мови C. Отже, кожен розробник програмного забезпечення має змогу зробити свій вагомий внесок у розвиток збільшення можливостей системи MATLAB в цілому.

Отже, використання пакету програмного середовища MATLAB забезпечує реалізацію процесу науково дослідження.

Основою програми є генератор ПХ, який базується на виразі (2.13) та блок-схемі (рис. 2.16).

За допомогою мови програмного середовища MATLAB буде розроблено функцію генерування ПХ, яка буде формувати масив значень функції згідно виразу (2.13) під локальну змінною s і значення часової осі під локальну змінну t :

```
function [t s r Tmean]=imitpulse(AA1,AA2,nAA1,nAA2,mm1,mm2,nmm1,
nmm2,qq1,qq2,nqq1,nqq2,NT,df,КК1,КК2,kk1,kk2,maxph1,maxph2,Dn);
```

Вхідними даними функції генерування ПХ є змінні AA1, AA2 - масив амплітуд хвиль прямої та відбитої, КК1,КК2,kk1,kk2 – коефіцієнти нахилу хвиль, df - частота дискретизації, mm1, mm2–момент часу кровонаповнення хвиль, qq1, qq2 – часова тривалість прямої та відбитої хвиль, NT – кількість повторів, maxph1, maxph1 – максимальна варіація фази, Dn – дисперсія адитивної завади.

Текст програми імітування ПХ наведено в додатку В.

На початку функції здійснюється перевірка на кількість необхідно введених вхідних параметрів генератора (21 параметр):

```
if nargin<21, error('Введіть 21 аргумент'); end; % Перевірка кількості введень
```

Функція nargin перевіряє кількість вхідних параметрів, якщо менше 21 то на екран буде відображено вікно з повідомленням „Необхідно ввести не менше 21-го аргументу”.

Обчислення коефіцієнтів фазових відхилень прямої kf1 та відбитої kf2 хвиль згідно тексту:

```
tph=1:NT; %дожина періоду хвиль
kf1=exp(-tph.*kk1); %коефіцієнт 1 зміни хвилі (операція 1)
kf1=kf1-min(kf1); %коефіцієнт 1 зміни хвилі (операція 2)
kf1=(maxph1/max(kf1))*kf1; %коефіцієнт 1 зміни хвилі (операція 3)
kf2=exp(-tph.*kk2); %коефіцієнт 2 зміни хвилі (операція 1)
kf2=kf2-min(kf2); %коефіцієнт 2 зміни хвилі (операція 2)
```

$kf2=(\max ph2/\max(kf2))*kf2$; %коефіцієнт 2 зміни хвилі (операція 3)

Із використанням правила трьох сігм визначено реальну (кратну) дожину часових тривалостей кров'яного наповнення:

$qq1=qq1/6$; %відоме правило сігм для хвилі 1
 $qq2=qq2/6$; %відоме правило сігм для хвилі 2

Генеруємо значення випадкових величин для параметрів AA, mm, qq в межах К-го повторення (періоду):

$VAA1(K)=\text{normrnd}(0,nAA1,1,1)$; % Для хвилі 1 (амплітуда)
 $VAA2(K)=\text{normrnd}(0,nAA2,1,1)$; % Для хвилі 2 (амплітуда)
 $Vmm1(K)=\text{normrnd}(0,nmm1,1,1)$; % Для хвилі 1 (центр. момент)
 $Vmm2(K)=\text{normrnd}(0,nmm2,1,1)$; % Для хвилі 2 (центр. момент)
 $Vqq1(K)=\text{normrnd}(0,nqq1,1,1)$; % Для хвилі 1 (тривалість)
 $Vqq2(K)=\text{normrnd}(0,nqq2,1,1)$; % Для хвилі 2 (тривалість)

Здійснюємо вплив випадковості адитивно на параметри ПХ в межах К-го його повтору:

$mm1_var(K)=mm1+Vmm1(K)$; $qq1_var(K)=qq1+Vqq1(K)$; % Випадкова хвиля
 $AA1_var(K)=AA1+VA1(K)$; % Випадкова хвиля
 $mm2_var(K)=mm2+Vmm2(K)$; $qq2_var(K)=qq2+Vqq2(K)$; % Випадкова хвиля
 $AA2_var(K)=AA2+VA2(K)$; % Випадкова хвиля

Формуємо часу вісь:

$t=0:dt:(mm2+3*qq2)$; %Вісь часу

Генеруємо хвилю пряму ПХ в межах К-го повторення:

```
s1=AA1_var(K)*exp((-t-mm1_var(K)).^2)/(2*(qq1_var(K)^2)); % Без зміни фаз
e1=exp(-t*kf1(K)); % Зміна фази хвилі прямої
s1=s1.*e1; % Формування хвилі прямої
Kf11=AA1/max(s1); % Коефіцієнт нормування хвилі прямої
s1=s1.*Kf11; % Нормована хвиля пряма
```

Генеруємо хвилю відбивання в межах К-го повторення:

```
s2=AA2_var(K)*exp((-t-mm2_var(K)).^2)/(2*(qq2_var(K)^2)); % Хвиля 2
e2=exp(-t*kf2(K)); % Зміна фази хвилі відбивання
s2=s2.*e2; % Формування хвилі відбивання
Kf22=AA2/max(s2); % Коефіцієнт нормування хвилі відбивання
s2=s2.*Kf22; % Нормована хвиля відбивання
```

Формуємо ПХ в межах k-го повторення через сумування хвиль прямої та відбитої:

```
ss=s1+s2; % Творення сигналу з суми хвиль
```

Формуємо повторну ПХ шляхом подовження реалізацій різних К-их повторень:

```
s=[s ss]; % Повторний сигнал (об'єднання масивів)
```

Отже, розроблений текст програмного забезпечення забезпечує відтворення/генерування реалізацій тестових сигналів ПЗ з різними вхідними параметрами.

3.2. Розроблення програмного забезпечення із графічним інтерфейсом користувача комп'ютерної системи визначення стану кровоносних судин людини імітування пульсової хвилі.

Для створення оболонки інтерфейсу КС генерування використано утиліту GUIDE Quick, яка є інтегрованою в середовищі MATLAB.

Розробка діалогового вікна в середовищі візуального програмування GUIDE MATLAB починається після виконання команди `guide`, яка запускає вікно розробки (рис. 3.1).

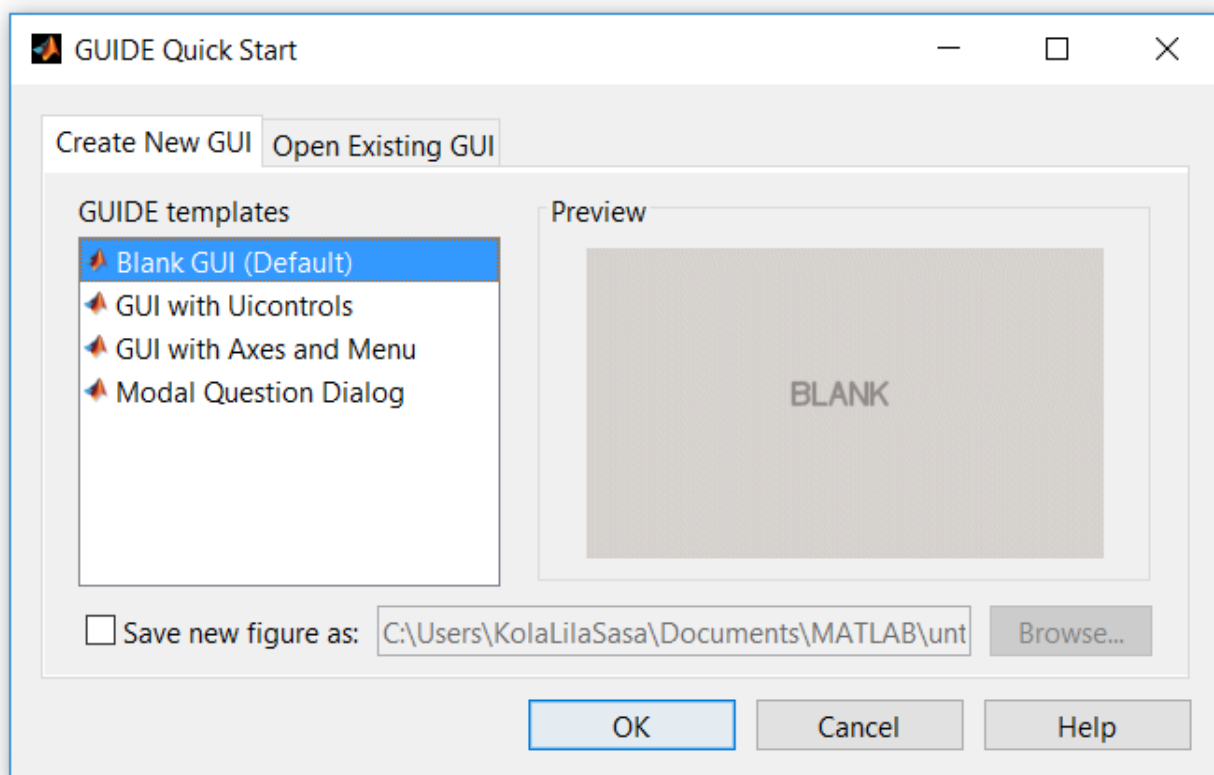


Рис. 3.1. Стартове вікно розробки інтерфейсу GUIDE

Робота середовищі в Guide є простою, елементи керування її, такі як списки меню, кнопки та інші, розміщуються на вікні розробки за допомогою комп'ютерної мишки з подальшим програмуванням подій, які запускаються при зверненні розробника/користувача до елементів керування.

При роботі з утилітою GUIDE:

- вибір компонент утиліти GUI здійснюється з палітри;

- утиліта GUIDE забезпечує збереження GUI в файлах з розширенням (*.fig) та (*.m).
- М-файл генерується в автоматичному режимі при збереженні розробленого інтерфейсу.

Після вибору в Guide templates нового бланку Blank GUI буде запущено платформу, на якій необхідно розташувати графічні елементи інтерфейсу користувача (рис.3.2).

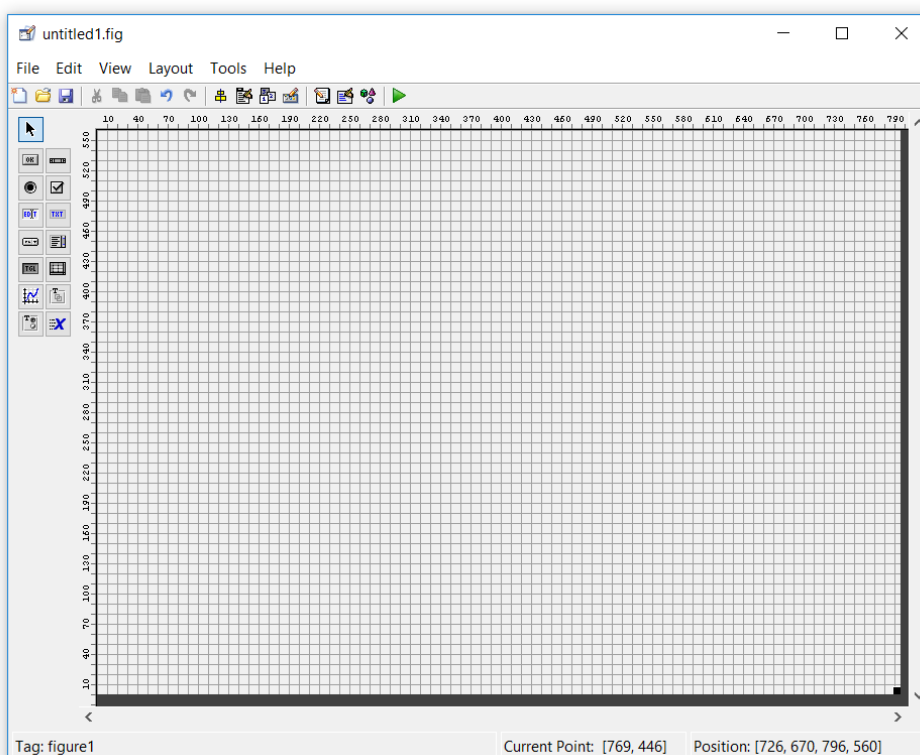


Рис. 3.2. Форма розробки інтерфейсу програми

На формі (рис.3.2) розміщені опції меню, робоче поле з координатною сіткою та набір інструментів.

Використовуючи готову палітру графічних компонентів розроблено графічний інтерфейс КС генерування тестових сигналів ПХ, який зображено на рис .3.3.

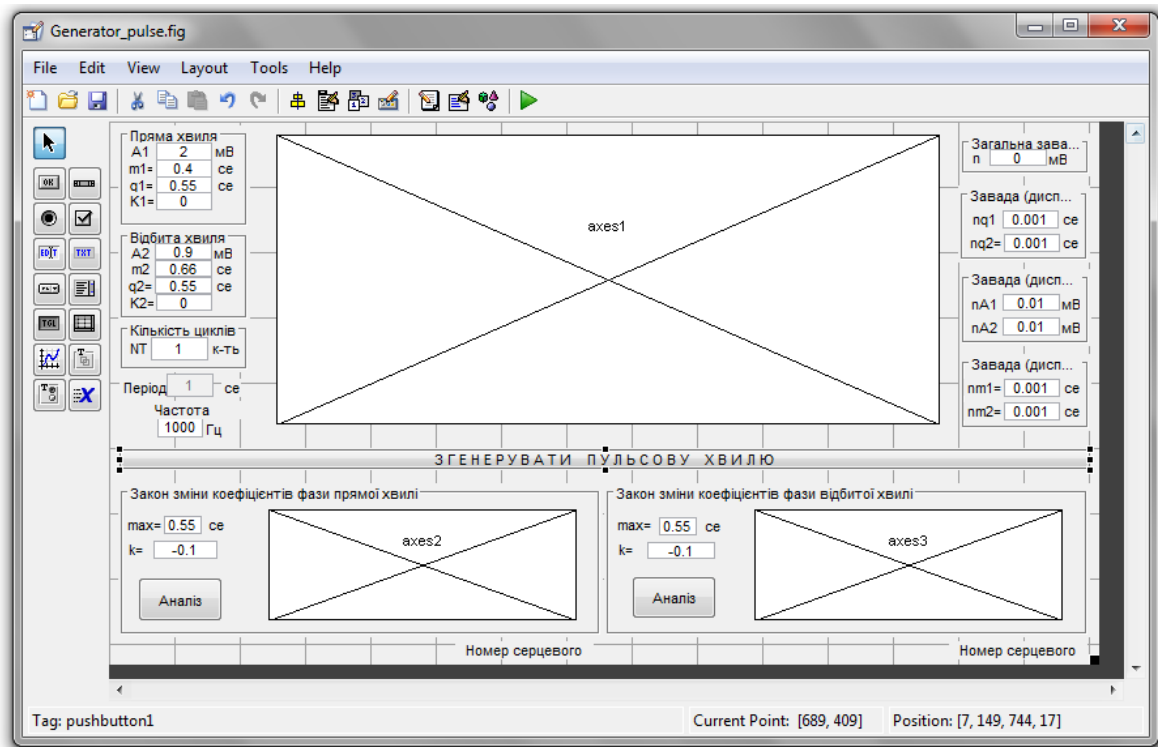


Рис. 3.3. Графічний інтерфейс КС генерування тестових сигналів ПХ

Для створення графічного інтерфейсу застосовано такі елементи:

- 1) Edit Text (забезпечує ввід даних);
- 2) Frame (групування елементів);
- 3) Text (відображення тексту);
- 4) Pushbutton (кнопка запуску коду програми);
- 5) Axes (вікно візуалізації).

Кожному елементу поставлена у відповідність певна програмна функція, а саме при натисненні на кнопку Pushbutton1 „ЗГЕНЕРУВАТИ ПУЛЬСОВУ ХВИЛЮ”, знаходиться функція pushbutton1_Callback, а при натисненні на кнопку Pushbutton2 (Аналіз), знаходиться функція pushbutton2_Callback з орієнтованими об’єктами eventdata, handles, Pushbutton3 (Аналіз) – function pushbutton3_Callback з тим самими об’єктами.

При запуску програми, автоматично запускається ПЗ функції function varargout = Generator_pulse(varargin)

Із використанням команди-функції axes(a) вибираємо графічний об’єкт на який буде виводитися графічна інформація:

```
axes(handles.параметр(axes1-3));           % Вибір елементу графіки
```

Команди $c=get(a,b)$ забезпечує зчитування числових значення параметру b з об'єкту a і запис під зміню програми c . В нашому випадку буде задано змінні для генерування ПХ $AA1, AA2, nAA1, nAA2, mm1, mm2, nmm1, nmm2, qq1, qq2, nqq1, nqq2, NT, df, KK1, KK2, kk1, kk2, maxph1, maxph2, Dn$:

```
AA1=str2num(get(об'єкт edit1,'string'));    %Зчитування амплітуди
mm1=str2num(get(об'єкт edit2,'string'));    %Зчитування моменту центру
qq1=str2num(get(об'єкт edit3,'string'));    %Зчитування тривалості
AA2=str2num(get(об'єкт edit4,'string'));    %Зчитування амплітуди
mm2=str2num(get(об'єкт edit5,'string'));    % Зчитування моменту центру
qq2=str2num(get(об'єкт edit6,'string'));    % Зчитування тривалості
NT=str2num(get(об'єкт edit7,'string'));    % Зчитування тривалості
df=str2num(get(об'єкт edit21,'string'));    % Зчитування тривалості
KK1=str2num(get(об'єкт edit2),'string');    % Зчитування коефіцієнта 1
KK2=str2num(get(об'єкт edit24,'string'));   % Зчитування коефіцієнта 2
kl1=str2num(get(об'єкт edit26,'string'));   % Зчитування коефіцієнта 1
kl2=str2num(get(об'єкт edit30,'string'));   % Зчитування коефіцієнта 1
maxph1=str2num(get(об'єкт edit25,'string')); % Зчитування max фази
maxph2=str2num(get(об'єкт edit29,'string')); % Зчитування max фази
VAA1(K)=normrnd(0,str2num(get(об'єкт edit8,'string')),1,1);  Зміна ампл. 1
VAA2(K)=normrnd(0,str2num(get(об'єкт edit9,'string')),1,1); %Зміна ампл. 2
Vmm1(K)=normrnd(0,str2num(get(об'єкт edit10,'string')),1,1); %Зміна центру 1
Vmm2(K)=normrnd(0,str2num(get(об'єкт edit11,'string')),1,1); %Зміна центру 2
Vqq1(K)=normrnd(0,str2num(get(об'єкт edit12,'string')),1,1); %Зміна тривал. 1
Vqq2(K)=normrnd(0,str2num(get(об'єкт edit13,'string')),1,1); %Зміна тривал. 2
```

Використовуючи функцію `Generator_pulse`, вираз якої описано в попередньому розділі, згенеруємо ПХ і збережемо під локальні зміні `t` та `s`:

```
[t s r Tmean]= Generator_pulse (AA1,AA2,nAA1,nAA2,mm1,mm2,nmm1,
nmm2,qq1,qq2,nqq1,nqq2,NT,df,КК1,КК2,кк1,кк2,maxph1,maxph2,Dn);
plot(t,s);    % Графік
axis tight;   % Розтягнення
grid on;     % Сітка
```

Після відображення ПХ, дані масиву `dat` ПХ записуємо в властивість `userdata` об'єкту кнопки `handles.pushbutton1` для зберігання даних.

```
dat=[t x]; set(об'єкт pushbutton1,'userdata',dat);    % Збереження ПХ
```

При натисненні кнопки `pushbutton2` і `pushbutton3` «Аналіз» активується програма `function pushbutton2_Callback` з об'єктом `eventdata` та `function pushbutton2_Callback` з об'єктом, які забезпечують попередній аналіз зміни коефіцієнтів при зміні фази ПХ. При натисканні кнопки `pushbutton1` «ГЕНЕРУВАННЯ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ» активується програма функції `pushbutton1_Callback`. Збереження даних ПХ передбачено в меню, яке створено за допомогою `Menu Editor` (рис. 3.4).

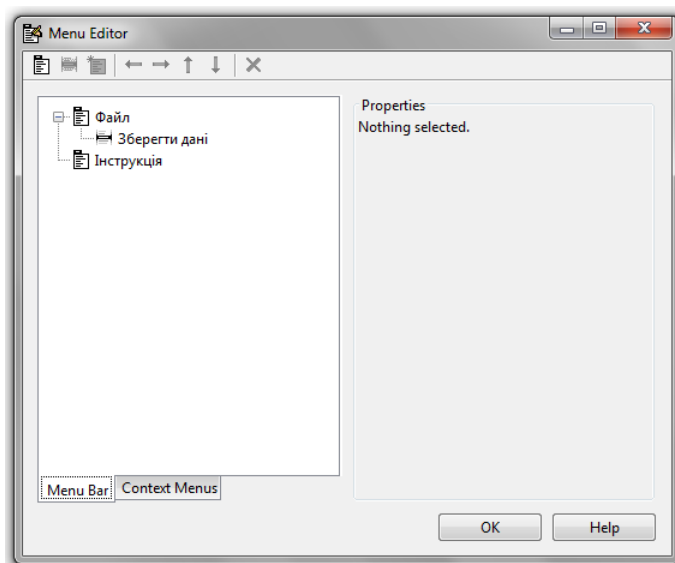


Рис. 3.4. Меню програмного забезпечення КС

Меню програмного забезпечення передбачає функції:

- 1) Зберегти дані (дані хвиль);
- 2) Інструкція (підказування щодо генерування).

При збереженні даних (рис.3.4) запускається команда $[nm, pth] = uiputfile$ (розширення файлу), де змінні команди nm , pth є назва файлу та директорія його зберігання (рис.3.5).

```
function Untitled_1_Callback(hObject, eventdata, handles)    % Функція збереження

% hObject
% eventdata
[nm, pth] = uiputfile('.dat', 'Зберегти дані ');           % Збереження ПХ
if length(filename)>=1                                    % Перевірка довжини
dir=[pth nm]                                             % Шлях до даних ПХ
dat=get(об'єкт pushbutton1,'userdata');                 % Дані ПХ
dlmwrite(dir,dat,' ');                                  % Процес збереження даних ПХ
end;
```

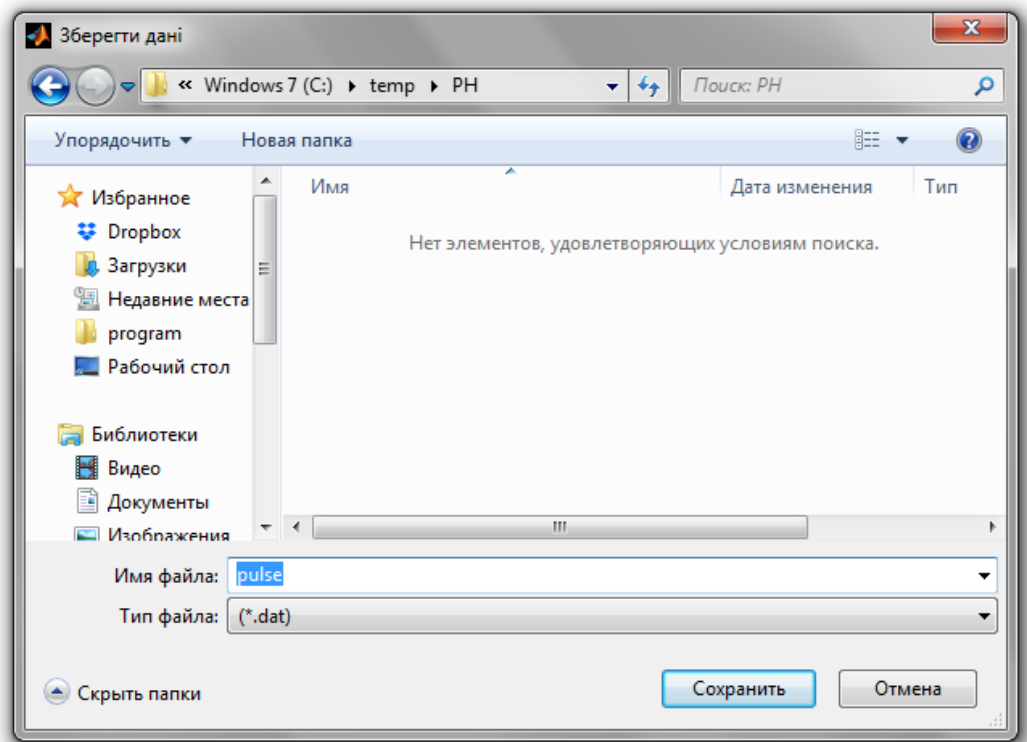


Рис. 3.5. Вікно зберігання файлу ПХ

Команда `dlmwrite(dir,dat,'')` записує дані `dat` з певною назвою за вказаною директивою, яку вказано під змінною `dir`.

3.3. Результати роботи комп'ютерної системи генератора тестових сигналів пульсової хвилі

За допомогою GUDE в Matlab розроблено КС генерування (відтворення) ПХ з графічним (візуальним) інтерфейсом.

На рис. 3.6 зображено генеровану реалізацію ПХ в межах одного повтору і наведено показники точності генерування по відношенню до реального сигналу.

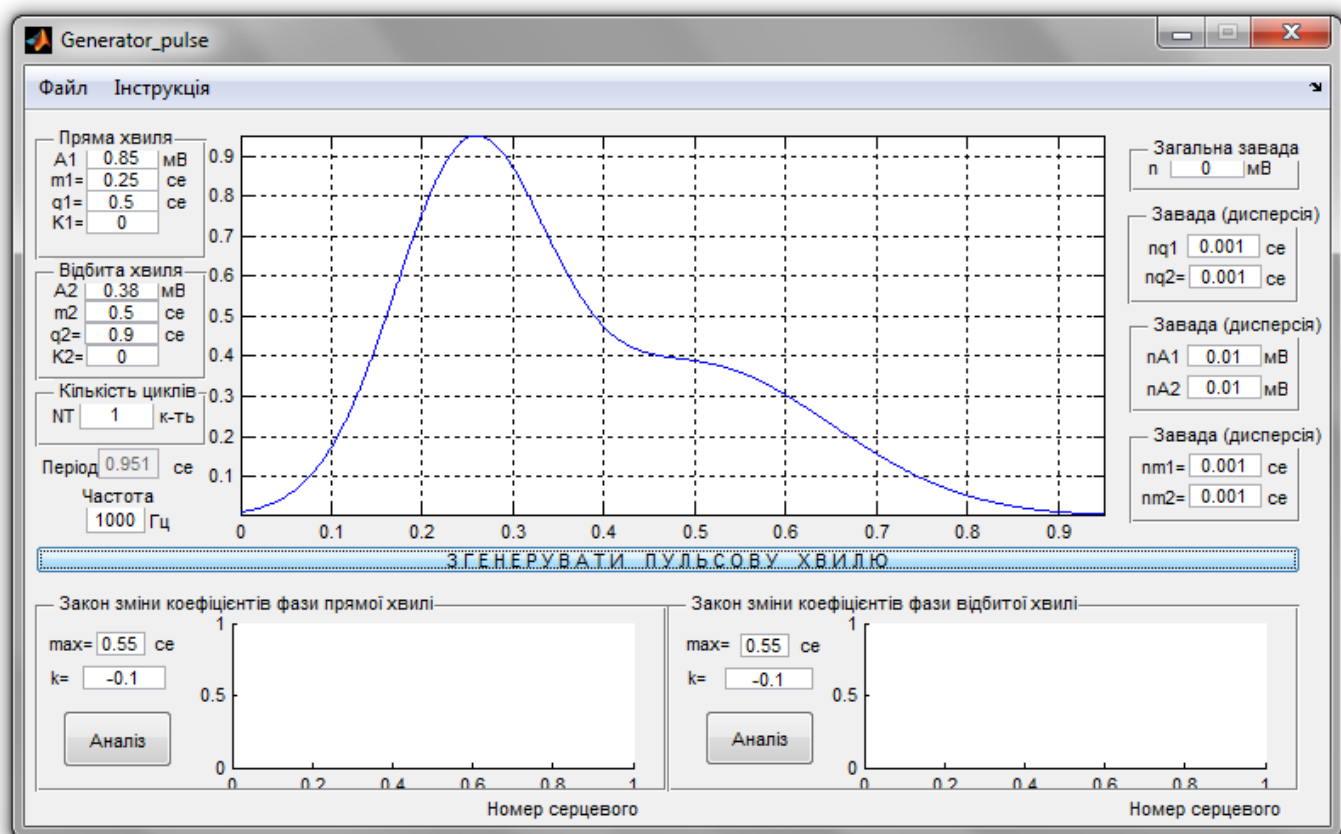


Рис. 3.6. Інтерфейс ПЗ КС з генерованою ПХ в межах одного повтору (періоду)

Генерування тестового сигналу ПХ шляхом імітаційного моделювання підтверджується даними експериментальними (емпіричними) ПХ, які в графічній формі наведено на рис 3.7.

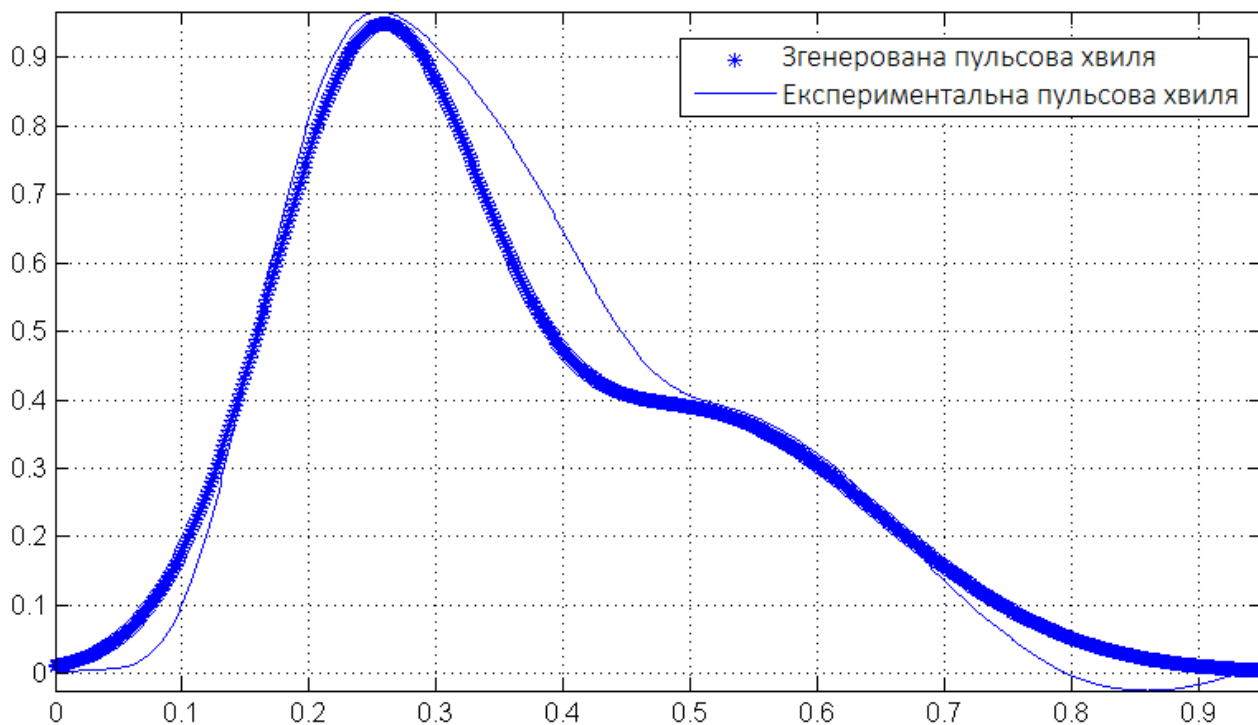


Рис. 3.7. Порівняння згенерованої і експериментальної ПХ

На рис.3.7 видно повне відтворення форм ПХ як по амплітуду так і по часу обох хвиль, тому результати генерування сигналу є точним по відношенню до експериментального сигналу.

Наведемо декілька реалізацій ПХ для стану норми при різних варіаціях коефіцієнтів фазових показників та різної кількості повторів (періодів).

На рис.3.8-3.9 зображено ПХ із випадковими параметрами.

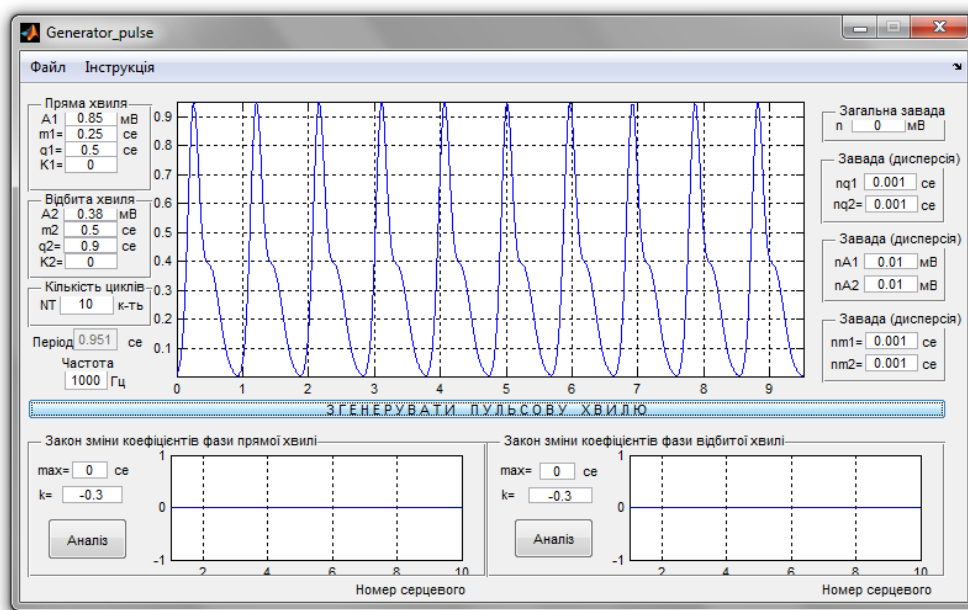


Рис.3.8. Реалізація згенерованої ПХ (10 періодів) (без зсуву фаз хвиль)

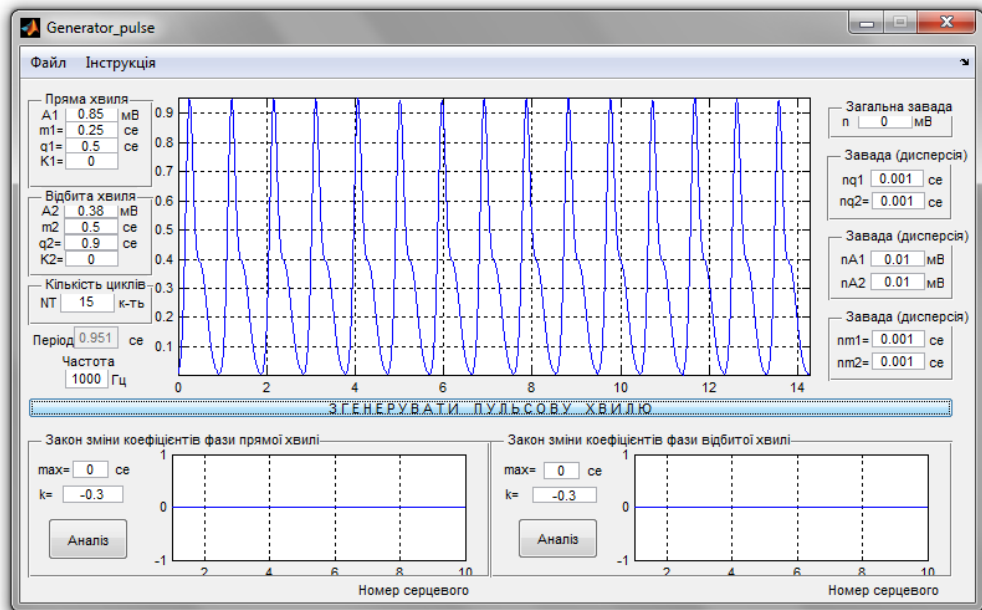


Рис.3.9. Реалізація згенерованої ПХ (15 повторів) (без зсуву фаз хвиль)

На рис.3.10-3.11 зображено згенеровані ПХ із змінами коефіцієнтів фази в експоненційному наростанні прямої хвилі із різною кількістю повторів.

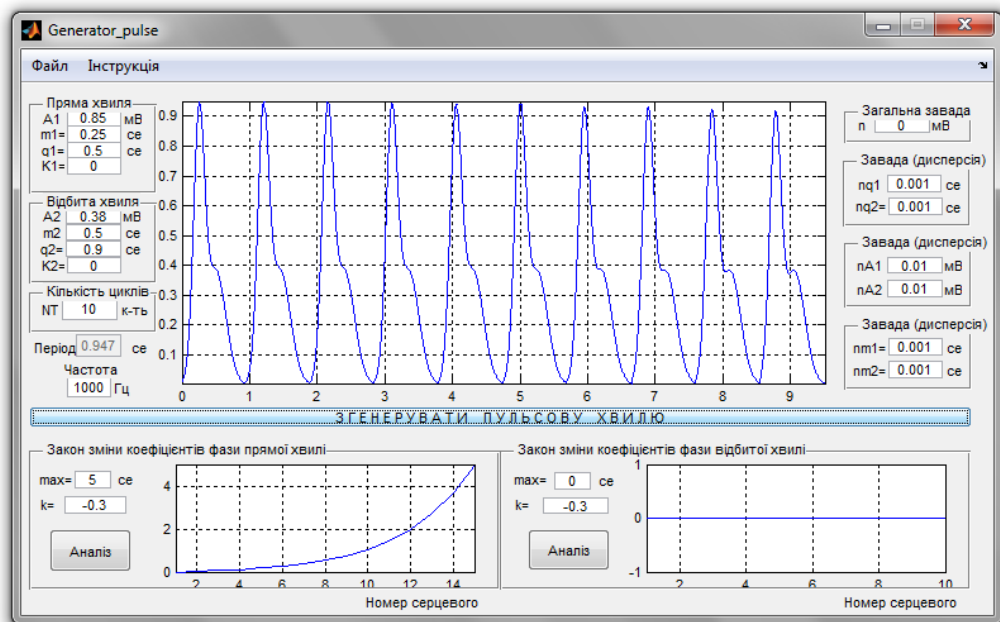


Рис.3.10. Реалізація згенерованої ПХ (10 повторів) (зсув фази прямої хвилі)

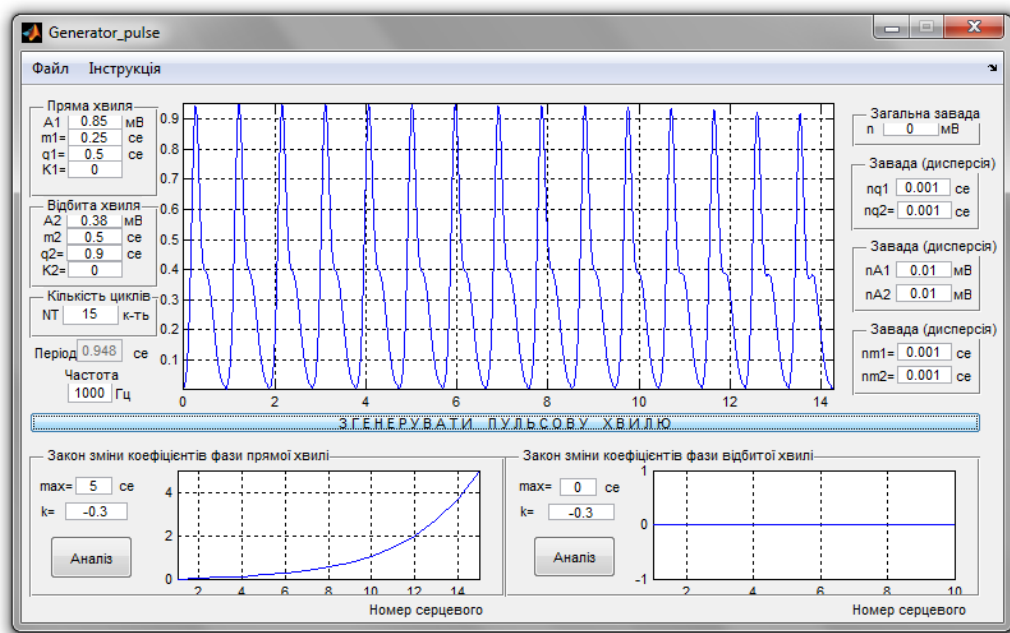


Рис.3.11. Реалізація згенерованої ПХ (15 періодів) (зсув фази прямої хвилі)

На рис.3.12-3.13 зображено згенеровані реалізації ПХ із змінами коефіцієнтів фази в експоненційному наростанні відбитої хвилі.

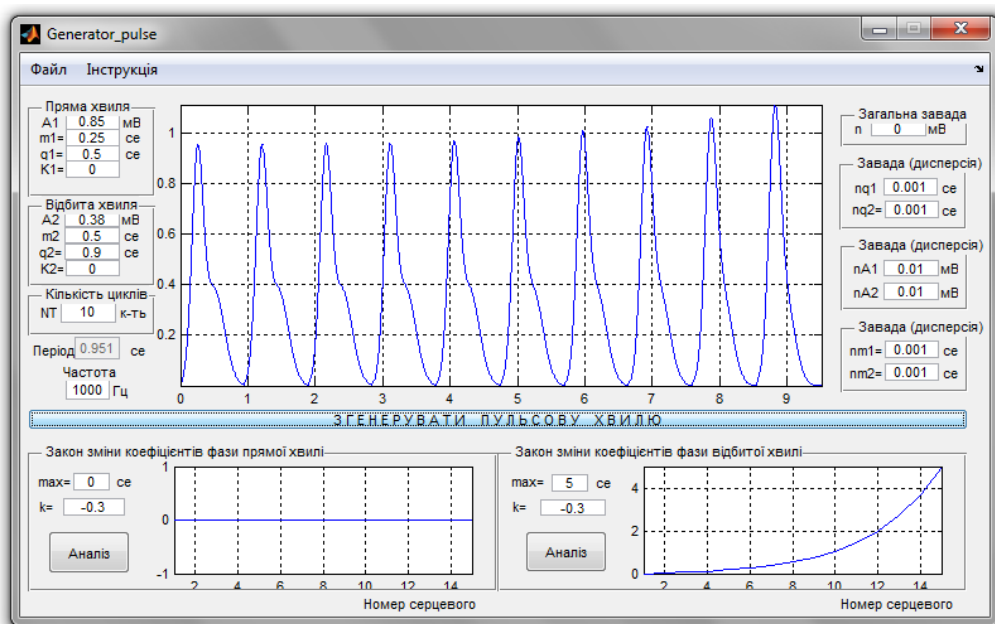


Рис.3.12. Реалізація згенерованої ПХ (10 повторів) (зсув фази відбитої хвилі)

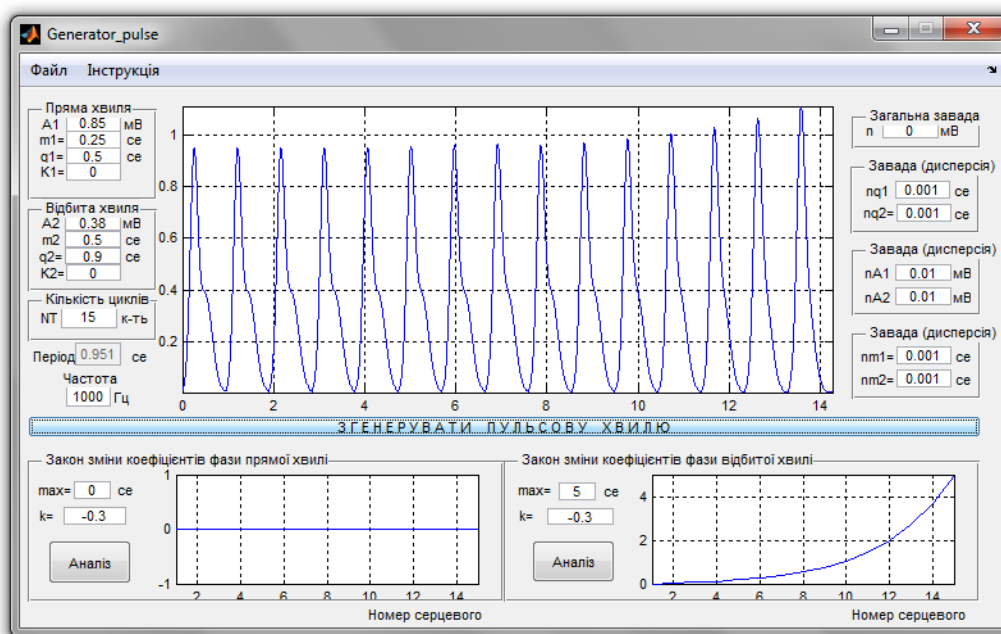


Рис.3.13. Реалізація згенерованої ПХ (15 повторів) (зсув фази відбитої хвилі)

На рис.3.14 зображено ПХ із змінами коефіцієнтів фази в експоненційному наростанні прямої хвилі, випадковими амплітудними та часовими параметрами та впливом адитивної випадкової складової на усю реалізацію сигналу.

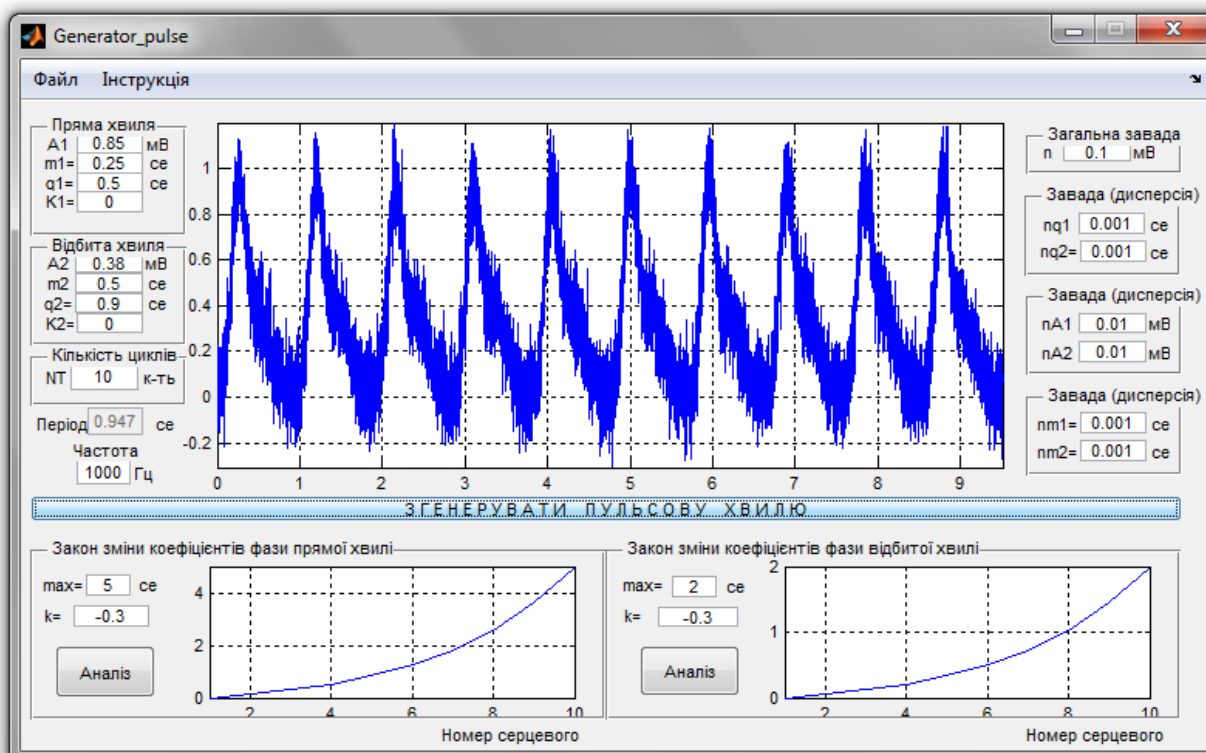


Рис.3.14. Реалізація згенерованої ПХ (10 повторів) (усі параметри є змінними)

Комп'ютерна система генерування уможлиблює детальне тестування алгоритмів комп'ютерних медичних діагностичних систем із різними параметрами ПХ при різній змінній фазі коливань кожної складової хвилі.

Дані генерування ПХ використано так значення параметрів норми фізіологічної: $A_1=2$, $m_1=0,4$, $q_1=0,55$, $A_2=0,9$, $m_2=0,66$, $q_2=0,55$.

3.4. Висновки до розділу 3

У розділі на базі алгоритмічного забезпечення розроблено програмне забезпечення КС генерування тестових сигналів ПХ з графічним інтерфейсом в середовищі MATLAB. Розроблена комп'ютерна система забезпечує генерування ПХ як детермінованої так випадкової з параметрами часу, амплітуд, варіації фази коливання хвиль.

Результати генерування ПХ по формі за амплітудними та часовими параметрами є майже тотожними, що вказує на точність роботи КС при тестуванні алгоритмічного та програмного забезпечення комп'ютерно-медичних діагностичних систем.

РОЗДІЛ 4

ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1. Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи

Основне завдання економічного обґрунтування – довести, що тема наукового дослідження має, перш за все, наукову, технічну, а також економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому. З цією метою акцентується увага на масштабах виробництва і використання продукції, на підвищення якості або удосконалення виробництва якої направлена тема магістерської роботи.

У разі, коли дослідження має фундаментальний або фундаментально-пошуковий характер необхідно висвітлити науково-технічне значення даної сфери знань та перспективи, які розкривають дослідження по темі дипломної роботи.

Ця частина економічного розділу повністю формується на основі критичного опрацювання фахових публікацій останніх років, які присвячені питанням, що стосуються теми дослідження. Всі викладки цієї частини повинні спиратись на конкретні кількісні оцінки експлуатаційних та технологічних властивостей матеріалів та виробів, обсягів їх виробництва та використання, режимів технологічних процесів, ринкової вартості виробів та технологічних матеріалів, сировини, енергоресурсів тощо з відповідним посилками в тексті на першоджерела.

Результатом цього розділу має стати чітко сформульована науково-технічна проблема, на вирішення якої повинна бути направлена дана дослідницька робота. Таким чином, сформульована проблема і тема науково-дослідницької роботи повинні знаходитись у логічній єдності між собою.

4.2. Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, пов'язаних з виконанням теми, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість. Кошторис

розробляє виконавець робіт на основі календарного плану проведення досліджень і затверджує замовник або орган, що забезпечує фінансування робіт. Як правило, кошторис складається до початку виконання робіт і тому називається плановим.

4.2.1. Витрати на оплату праці.

Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу, працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку). Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про трудомісткість окремих робіт по темі (табл. 1.1) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців.

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються безпосередньо студентом (інженером - дослідником), визначається навчальним планом спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Таблиця 4.1

Трудомісткість робіт по темі НДР

Найменування робіт по темі дослідження	Трудомісткість за виконавцями, людино-днів					
	Провідний науковий співробітник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер	Лаборант	Студент
1	2	3	4	5	7	8
1. Уточнення та конкретизація завдань по темі дослідження	2	2	1	–	–	2
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	1	2	3	–	–	7

Продовж. табл. 4.1

1	2	3	4	5	7	8
3. Розроблення імітаційної моделі ПХ	3	3	4	–	–	5
4. Розроблення методу, алгоритму генерування ПХ	3	3	4	–	–	5
5. Експериментальні дослідження по генеруванню ПХ	2	2	2	2	2	2
6. Формування звіту по НДР	5	7	7	7	7	7
Разом за виконавцями теми	16	20	21	9	9	28

Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, зрозумілим із табл. 4.2.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

Таблиця 4.2

Розрахунок витрат на оплату праці

Посада виконавців теми	Планова трудомісткість, люд-днів	Заробітна плата, грн		
		Посадовий місячний оклад	Середньоденна зарплата	Усього за виконавцями
1. Провідний науковий співробітник	15	4289,70	202,34	3035,10
2. Старший науковий співробітник	18	3334,80	157,30	2831,40
3. Молодший науковий співробіт.	19	1802	85	1615
4. Інженер	8	1683	79,39	635,12
5. Лаборант	8	1302	61,42	491,36
6. Студент	28	1302	61,42	1719,76
Разом оплата праці з теми				10327,74

4.2.2. Відрахування на соціальні заходи. До цієї статті витрат належать виплати у вигляді єдиного соціального внеску, які здійснює організація – виконавець теми в пенсійний фонд в розмірі 37,26%, що становить 3848,12 грн. від загальних витрат на оплату праці.

Базою вказаного нарахування слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.4.2).

4.2.3. Обладнання, необхідне для проведення досліджень. В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів.

Тематика дослідницької роботи, яка виконується на кафедрі комп'ютерних систем та мереж ТНТУ імені Івана Пулюя, передбачає використання, перш за все, комп'ютерної системи генерування тестових сигналів ПХ, комп'ютерів для генерування ПХ та формування матеріалів звітності, оргтехніки та інші.

Розрахунки зведено за формою у табл.4.3

Таблиця 4.3

Розрахунки витрат на обладнання

Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ринкова ціна за одиницю, грн	Сума,грн.
1. Комп'ютерна система генерування тестових сигналів	шт	1	5000	5000
1. Персональний комп'ютер	шт	1	4000	4000
2. Принтер лазерний	шт	1	850	850
3. Кабель для підключення комп'ютерної системи до ПК	шт	1	50	50
Загальні витрати на матеріали				9900

4.2.4. Енергоносії для проведення досліджень. На підприємстві електроенергія використовується для освітлення, комп'ютерної системи, комп'ютерної техніки та оргтехніки [38]:

$$Z_{cm} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot k_i \cdot t_i \cdot C_i, \quad (4.1)$$

- де P_i – витрата i -го виду матеріального ресурсу, натуральні одиниці;
 C_i - ціна за одиницю i -го виду матеріального ресурсу, грн;
 k_i – коефіцієнт використання потужності i -го виду матеріального ресурсу;
 t_i – час роботи i -го виду матеріального ресурсу;
 i - вид матеріального ресурсу;
 n - кількість видів матеріальних ресурсів.

Якщо для проведення НДР використовується електрообладнання, то необхідно розрахувати витрати на електроенергію за формою (4.1), наведеною в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Паспортна потужність, Вт	Коефіцієнт використання потужності	Час роботи обладнання для розробку АІС, год	Ціна електроенергії, Грн/ (кВт/год)	Сума, грн.
Комп'ютерна система генерування	40	0,35	2	2,43	68,04
ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	200	0,1	30	2,43	1458
Принтер лазерний	500	0,1	1	2,43	121,50
Лампи розжарювання (освітлення)	50	0,68	10	2,43	826,20
РАЗОМ витрати на електроенергію					2473,74

4.2.5. Витрати на службові відрядження. Дані витрати складаються із фактичних витрат на службові відрядження штатних працівників, зайнятих виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на

проживання у готелі; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

Під час виконання НДР здійснюються ряд відряджень, які пов'язанні із доповідями на конференціях, які наведено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Приблизні витрати на службові відрядження

Тип відрядження	Кількість	Приблизна вартість відрядження
Конференція	2	400
Здача звітів НДР	1	200
Впровадження результатів НДР	1	100
Всього	–	700

4.2.6. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми. Планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл.4.6).

Таблиця 4.6

Планова калькуляція кошторисної вартості НДР

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1	2	3
1.Витрати на оплату праці	10327,74	Відповідно до розрахунків
2.Відрахування на соціальні заходи	3848,12	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3.Обладнання для проведення досліджень	9900	Відповідно до розрахунків
4.Енергоносії для проведення досліджень	2473,74	Відповідно до розрахунків
5.Витрати на службові відрядження	700	Відповідно до розрахунків
6.Інші невраховані прямі витрати по темі	2724,96	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
7.Кошторисна вартість теми	29974,56	Сума попередніх статей

Кінцевим результатом науково-дослідницьких робіт є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, соціального, екологічного та інших видів ефектів.

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямках та при розробці принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогнозний характер. Соціальний ефект заводиться до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

4.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможливо, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике. Для таких досліджень рекомендується [38] визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($E_{нт}$) за допомогою формули [38]:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot B_{ij}}{\sum B_i \cdot B_{ij}^{\max}}, \quad (4.2)$$

де B_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 4.7);

B_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами i -му фактору;

B_{ij}^{\max} – максимально можливе значення балу (табл. 4.8);

i – порядковий номер фактору;

j – відповідна характеристика i -го фактора.

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7

**Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів
науково-технічної ефективності**

Фактори (i)	Коефіцієнти вагомості (B_i)
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2.Глибина наукового опрацювання	0,16
3.Ступінь ймовірності успіху	0,09
4.Перспективність використання результатів	0,25
5.Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
4.Завершеність одержаних результатів	0,10
Разом	1,00

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР наведена в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор наукової та науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Оцінка фактора	
		Якісна	Бальна A_{ij}^{\max}
1	2	3	4
1.Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	Недостатня	3

1	2	3	4
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтверджені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1
3.Стінь ймовірності успіху	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1
4.Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5.Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження, роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6.Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок B_{ij}			B_{ij}^{\max}
		Експертні оцінки		B_{ij}	
		1	2		
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	5	5	5	10
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	6	6	6	10
3.Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	6	6	6	10
4.Перспективність використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	10	10	10	10
5.Масштаб можливої реалізації результатів	До 2 років	10	10	10	10
6.Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	6	6	6	10

Розраховане за формулою 4.2 значення $E_{нт}$ буде відображати рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження:

$$E_{нт} = \frac{0.25 \cdot 5 + 0.16 \cdot 6 + 0.09 \cdot 6 + 10 \cdot 0.25 + 10 \cdot 0.15 + 6 \cdot 0.1}{1 \cdot 10} = 0,735.$$

Загальну оцінку бакалаврської НДР можна здійснити, користуючись даними табл. 4.10.

**Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності
фундаментальних та пошукових НДР [70]**

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації по результатам виконання НДР
Розраховане значення $E_{нт}$	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91-1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень по даній тематиці
0,76-0,90	Дуже добре	
0,61-0,75	Добре	Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів
0,36-0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менш 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів по темі

4.4. Висновки до розділу 4

У розділі на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 29974,56 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,735 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охороні праці

Розробка програмного забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів ПХ здійснювалась на ЕОМ, тому необхідно дотримуватися Державних санітарних правил і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин (ДСанПіН 3.3.2.007-98), які затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 р. №7 [65].

Розміщення робочих місць з ВДТ ЕОМ у підвальних приміщеннях, на цокольних поверхах заборонено. Площа не одне робоче місце має становити не менше ніж 6,0 м², а об'єм не менше ніж 20,0 м³.

Приміщення для роботи з ВДТ повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до СНиП II-4-79, мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до СНиП 2.04.05-91.

Для забезпечення безпеки та захисту здоров'я під час роботи з комп'ютерною системою випромінювання від екранних пристроїв має бути зведене до гранично допустимого рівня (вплив на людину факторів довкілля - шуму, вібрації, забруднювачів, температури тощо, який не спричиняє соматичних або психічних розладів, а також змін стану здоров'я, працездатності, поведінки, що виходять за межі пристосувальних реакцій) відповідно до вимог безпеки та охорони здоров'я працівників.

Зокрема, при облаштуванні робочого місця необхідно обирати таке комп'ютерне устаткування, яке не створює зайвого шуму та не виділяє надлишкового тепла. Рівні шуму повинні відповідати вимогам Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99) [66], які затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01

грудня 1999 року № 37. Мікроклімат виробничого приміщення має підтримуватись на постійному рівні та відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99) [67], які затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 42.

Організація робочого місця повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним, антропологічним, психофізіологічним вимогам, а також характеру виконуваних робіт. Освітлення - створювати відповідний контраст між екраном і навколишнім середовищем та відповідати вимогам ДСанПІН 3.3.2.007-98 [68].

Програмне забезпечення комп'ютерної системи розроблялось у такий спосіб, щоб у разі його застосування не було спричинено виникнення ризику для клінічного стану або безпеки споживачів чи для здоров'я і безпеки користувачів або інших осіб.

Програмне забезпечення розроблено відповідно до поточного рівня знань з урахуванням принципів циклу розробки, управління ризиками, валідації та перевірки.

Комп'ютерна система сконструйована таким чином, щоб мінімізувати ризики створення електромагнітних полів, які можуть погіршити роботу інших виробів або обладнання в звичайних умовах, а також, щоб уникнути ризиків випадкового ураження електричним струмом за умови належного використання, правильного встановлення, тобто має робочу ізоляцію і виконана таким чином, що підключити її до електричної мережі можна лише після під'єднання корпусу до заземлювача (нульового захисного провідника), а при від'єднанні від мережі - корпус відключається від заземлювача (нульового захисного провідника) в останню чергу.

Стан ізоляції струмопровідних частин відповідає правилам використання системи.

Конструкція робочого столу при розробці ПЗ має відповідати сучасним вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів.

Таким чином, розробка програмного забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів ПХ є безпечною для розробника з точки зору техніки безпеки та охорони праці.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Заходи по підвищенню стійкості об'єктів, що використовують комп'ютерні системи генерування тестових сигналів, в надзвичайних ситуаціях. Захист персоналу об'єктів та членів сім'ї. У разі загрози чи настання надзвичайних ситуацій необхідним є забезпечити надійну роботу об'єктів оснащених комп'ютерними системами генерування тестових сигналів.

На виконання вимог Державних будівельних норм ДБН В1.2-4-2006 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)» основними заходами щодо підвищення стійкості забезпечених об'єктів є:

- захист робітників і службовців;
- підвищення стійкості інженерно-технічного комплексу;
- виключення або обмеження можливих негативних наслідків від вторинних факторів ураження;
- організація надійного матеріально-технічного забезпечення і стійких виробничих зв'язків;
- проведення заходів по зниженню можливих втрат і забезпеченню стабільності випуску продукції;
- забезпечення надійності управління виробництвом;
- завчасна підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Захист робітників і службовців досягається:

- укриттям в захисних спорудах;
- евакуацією в замську зону;
- забезпеченістю засобами індивідуального захисту; надійним та своєчасним оповіщенням про небезпеку;
- розробкою режимів захисту;

- герметизацією приміщень;
- проведенням профілактичних медичних заходів.

Підвищення стійкості інженерно-технічного комплексу досягається:

- заглибленням або розміщенням у незавалюваних приміщеннях устаткування і комунікацій;
- підвищенням міцнісних характеристик споруд;
- базуванням підприємства на декількох джерелах електропостачання;
- передбаченням на мережах газопостачання і теплофікації заходів проти витікання газу, пару, води, а також резервних ліній для переключення енергопостачання від інших магістралей (об'єктів).

Ймовірність виникнення на підприємстві пожеж залежить в основному від ступеня вогнестійкості будинків і споруд, пожежо- і вибухо- небезпечності, щільності забудови будинків і споруд і ступеня їх руйнувань.

При розробці заходів по виключенню або обмеженню дії на об'єкт та його елементи вторинних факторів поразки слід враховувати специфічні властивості об'єктів. Так, на об'єктах нафтопереробної і нафтохімічної промисловості внаслідок руйнування і ушкодження місткостей, трубопроводів і арматури можливе виникнення вибухо-небезпечних газоповітряних сумішей, які можуть вибухнути і призвести до руйнування устаткування, будівельних конструкцій, будинків і споруд.

Виникнення і характер пожеж залежать не тільки від категорії виробництва по пожежній безпеці, але й від ступеня вогнестійкості будинків і споруд. За ступенями вогнестійкості будинки і споруди поділяються на п'ять груп (I, II, III, IV і V).

Лікувальні корпуси психіатричних лікарень і диспансерів мають бути не нижче III ступеня вогнестійкості.

Будинки лікувальних закладів на 60 і менше ліжок та амбулаторно-поліклінічні заклади на 90 відвідувань за зміну дозволяється проектувати IV, V ступеня вогнестійкості з рубленими чи брущатими стінами.

Приміщення лікувальних, амбулаторно-поліклінічних закладів і аптек (крім приміщень медичного персоналу громадських будинків і споруд, аптечних кіосків) в

разі розміщення їх в будинках іншого призначення мають бути відокремлені від решти приміщень протипожежними стінами 1-го типу і мати самостійні виходи назовні.

Ступінь вогнестійкості будинків і споруд визначається мінімальними межами вогнестійкості будівельних конструкцій і загоряння матеріалів, із яких ці конструкції збудовані. Вогнестійкість будівельних конструкцій визначається часом згоряння (запалювання) і вимірюється в годинах. Всі будівельні матеріали, як відомо, поділяються на три групи: такі, що згоряють, важко згоряють і не згоряють.

Для виключення або обмеження можливості виникнення і поширення пожеж, отруєнь та інших вторинних факторів ураження на підприємствах проводяться заходи по протипожежній та інженерно-технічній профілактиці. Вони включають заходи, що запобігають розповсюдженню пожежі (обладнання протипожежних розривів навколо нагрівальних печей і установок, створення і підготовка сил і засобів пожежогасіння, винесення складів паливо-мастильних матеріалів, вибухонебезпечних речовин за територію об'єкта та зниження їх запасів, обвалювання місткостей і складів СДОР, обладнання устроїв для їх нейтралізації, підготовка резервуарів з водою та прийняття інших необхідних мір захисту).

При оцінці стійкості об'єкта у НС необхідно також враховувати розташування об'єкта відносно меж зон можливого катастрофічного затоплення при зруйнуванні гребель гідровузлів і його наслідків.

На стійкість роботи об'єктів значний вплив може створити радіоактивне забруднення місцевості, тому для захисту робітників розроблюються необхідні режими радіаційного захисту.

Це такі заходи, як зниження запасів (на території підприємства) матеріально-технічних засобів, створення в заміській зоні необхідних запасів і резервів сировини, палива, устаткування, комплектуючих виробів, запасних деталей, будівельних матеріалів, рухомих електричних і компресорних станцій для проведення рятівних і невідкладних робіт: підготовка підприємства до переведення на резервні (автономні) джерела електро-, паро- і водопостачання, завчасне

дослідження можливостей використання місцевих джерел сировини, палива, комплектуючих деталей та інших необхідних для виробництва матеріалів.

Важливим заходом є завчасна підготовка до відновлення порушеного виробництва, для чого на об'єкті розробляється план відновлювальних робіт, що дозволить значно скоротити час на проведення робіт у випадку часткового зруйнування об'єкта.

5.2.2. Заходи особистої безпеки персоналу цехів, лабораторії по виготовленню комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі. Основними складовими безпеки праці на виробництві комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі, зокрема персоналу цехів та лабораторій, є:

- безпечне виробниче обладнання;
- безпечні технологічні процеси;
- організація безпечного виконання робіт.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання конкретних груп, видів, моделей розробляються відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003-91 з урахуванням призначення, виконання та умов його експлуатації.

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- ◆ вибором принципів дії, джерел енергії, параметрів робочих процесів;
- ◆ мінімізацією енергії, що споживається чи накопичується;
- ◆ застосуванням вмонтованих в конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- ◆ застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;
- ◆ дотримання ергономічних, обмеження фізичних і нервово психологічних навантажень працівників.

Виробниче обладнання, при роботі як самостійно, так і в складі технологічних комплексів, повинно відповідати вимогам безпеки впродовж всього періоду його експлуатації.

Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи мікроорганізмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно

включати вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. При відсутності таких пристроїв, в конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень. За необхідності згадані пристрої мають бути виконані з урахуванням чинних вимог щодо стану повітря робочої зони та захисту довкілля.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то воно повинно бути виконано таким чином, щоб дія на працюючих перерахованих шкідливих виробничих факторів не перевищувала меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

Однією із складових безпеки виробничого обладнання є конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо. При розробці конструкції робочого місця слід дотримуватись вимог ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ12.2.033-84, ГОСТ12.2.049-80, ГОСТ12.2.061-81 та інших чинних нормативів. При цьому розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій в зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працюючих. Перевагу слід віддавати виконанню робочих операцій в сидячому положенні, або чередуванні положень сидячи і стоячи - якщо виконання робіт не вимагає постійного переміщення працівника. Конструкція крісла і підставки для ніг мають відповідати ергономічним вимогам.

Повне чи часткове припинення енергопостачання з наступним його відновленням, а також пошкодження мережі управління енергопостачанням не повинно призводити до виникнення небезпечних ситуацій.

Засоби захисту, що входять в конструкцію виробничого обладнання, повинні: забезпечувати можливість контролю їх функціонування; виконувати своє призначення безперервно в процесі роботи обладнання; діяти до повної нормалізації відповідного небезпечного чи шкідливого фактора, що спричинив спрацювання захисту; зберігати функціонування при виході із ладу інших засобів захисту. За необхідності включення засобів захисту до початку роботи виробничого

обладнання, схемою управління повинні передбачатись відповідні блокування тощо.

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є: усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що є вірогідними чинниками небезпек; заміна технологічних процесів та операцій, що пов'язані з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких зазначені фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю; комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами і операціями при наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів; герметизація обладнання; застосування засобів колективного захисту працюючих; раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності й гіподинамії, а також обмеження важкості праці; своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів необхідно виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виводом на системи попереджувальної сигналізації); впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працюючих та аварійне відключення виробничого обладнання; своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, забезпечення пожежної й вибухової безпеки.

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам стандартів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів. Робочі місця повинні мати рівні та показники освітленості, встановлені діючими будівельними нормами та правилами СНиП II-4 - 79/85.

5.3. Висновки до розділу 5

У підрозділі з охорони праці обґрунтовано безпечність експлуатації комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі з точки зору охорони праці.

У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано питання заходів по підвищенню стійкості об'єктів, що використовують комп'ютерні системи генерування тестових сигналів, в надзвичайних ситуаціях та захисту персоналу об'єктів та членів сім'ї описано заходи особистої безпеки персоналу цехів, лабораторії по виготовленню комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ

6.1. Енергозбереження і його роль у вирішенні екологічних проблем

При розробці комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини застосовується комп'ютерна техніка, яка використовує заощадливі енергоресурси України. Заощадження енергії при використанні цієї системи забезпечується за рахунок поєднання енергії акумуляторів та енергії електромережі.

Україна відноситься до країн, яка тільки частково забезпечених власними енергоресурсами. Енергетична залежність України від імпорتنих поставок органічного палива з урахуванням умовно первинної ядерної енергії у 2000–2004 рр. становила понад 60 % від загального об'єму використовуваного палива [69]. Імпортується, в основному, природний газ, світова ціна якого зростає і на думку спеціалістів буде зростати в найближчому майбутньому [69].

В соціально прийнятній, застрахованій від криз і екологічно ощадній енергетичній політиці повинні враховуватись, як мінімум, 4 основних принципи:

1) в першу чергу повинен використовуватися пріоритетний потенціальний екологічно ощадний енергоресурс – економія енергії (енергоефективність);

2) для енергопостачання повинні залучатися технології, які оптимально використовують теплоту спалювання палива і теплоту енергоносіїв;

3) слід в декілька разів збільшувати темпи використання нетрадиційних відновлюваних енергоресурсів;

4) енергогенеруючі установки повинні оснащуватися економічно прийнятними на сучасному технологічному рівні пристроями для уловлювання та нейтралізації шкідливих викидів.

Використання енергії нетрадиційних відновлюваних (НВДЕ) та вторинних енергоресурсів є важливим стратегічним напрямом розвитку енергетики в Україні, що дає можливість:

- 1) підвищити рівень енергетичної безпеки за рахунок заміщення органічного палива в паливно-енергетичному балансі країни шляхом використання НВДЕ;
- 2) знизити негативний вплив на довкілля; прискорити вирішення локальних та глобальних екологічних проблем;
- 3) створити нові ринки товарів та послуг – високотехнологічне обладнання, робочі місця тощо;
- 4) збільшити використання сировини для неенергетичного споживання.

Основною перевагою використання НВДЕ є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану і не приводить до зміни енергетичного балансу на планеті.

Перспективними напрямками використання відновлювальних та нетрадиційних джерел в Україні є біоенергетика, використання торфу, видобуток та утилізація шахтного метану, освоєння економічно доцільного гідропотенціалу малих річок України та використання біодизельного палива з рапсу та сої.

Інститут технічної теплофізики НАН України має ряд проектів з використання нетрадиційних енергоресурсів, які вже пройшли апробацію в промисловості.

Використання теплових насосів дає можливість достатньо ефективно вирішити задачу, пов'язану з залученням у паливноенергетичний баланс країни низькопотенційної теплоти (як природного середовища, так і промислових викидів).

Екологічні та економічні переваги теплонасосних систем (ТНС) давно і надійно доказані практикою їх використання в промислово розвинених країнах світу. Як вважають закордонні спеціалісти, теплові насоси в найближчій перспективі знайдуть широке використання в системах теплопостачання і теплотехнологічних процесах.

Отже, енергозбереження при роботі з комп'ютерною системою при розробці програмного забезпечення генератора тестових сигналів пульсової хвилі буде економічно ефективним засобом мінімального скорочення викидів в атмосферу, інвестиції в енергозбереження є способом інвестиції і збереження довкілля.

6.2. Роль науково-технічного прогресу в забезпеченні якісного стану довкілля

Розробка комп'ютерних систем генерування тестових сигналів пульсової хвилі дає змогу розвинути здобутки вчених в галузі розробки систем діагностики стану судин людини. Така розробка є суттєвим вкладом в розвиток науки і техніки в галузі розробки техніко-програмних медичних засобів, яка в загальному впливає показник науково-технічного прогресу в галузі комп'ютерної та біомедичної інженерії.

Особливо гострою є проблема співвідношення науково-технічного прогресу і збереження довкілля, яке є єдино можливим середовищем життя людини. На сьогодні виділяють чотири головні чинники впливу науково-технічного прогресу на навколишнє природне середовище: збільшення населення земної кулі, скорочення природних мінеральних і паливних ресурсів, бурхливе зростання промислового виробництва та глобальне забруднення навколишнього природного середовища.

Розробці наукових основ вирішення економіко-екологічних проблем та використання окремих складових природно-ресурсного потенціалу присвячені роботи Л.В. Дейнеко, О.А. Веклич, І.К. Бистрякова, П.П. Борщевського, О.Ф. Балацького, О.М. Алімова, Я.В. Коваля, Б.М. Данилишина, С.І. Дорогунцова, Д.Ф. Крисанова, Ю.А. Лебединського, А.С. Лисецького, М.А. Лендела, Є.В. Мішеніна, В.С. Міщенко, Л.Г. Мельника, Я.Б. Олійника, О.М. Паламарчука, П.П. Руснака, Н.Ф. Реймерса, В.Г. Сахаєва, В.М. Трегубчука, С.К. Харічкова, М.А. Хвесика, Л.Г. Чернюк, О.М. Царенка, І.Д. Якушика та інших вітчизняних та зарубіжних вчених.

Вплив науково-технічного прогресу на стан навколишнього природного середовища не є однозначним, тобто завдяки його досягненням може посилюватись або зменшуватись техногенний антропогенний тиск на довкілля. Проте, на сьогоднішній день, негативні наслідки від використання досягнень науково-технічного прогресу переважають позитивні. З його розвитком людина отримала можливість значно впливати на навколишнє середовище, втручатися у природні процеси, кругообіг речовин та енергії, структури екосистем, що призвело до глобальної екологічної кризи на нашій планеті, оскільки підвищення обсягів

виробництва, різноманітності створюваної продукції та їх споживчих якостей на основі досягнень наукового прогресу відбулось при майже повному ігноруванні екологічного імперативу [72].

Найчастіше, наслідки науково-технічного прогресу найяскравіше проявляються відносно земельних ресурсів. Завдяки розвитку техніки людина отримала можливість зрошувати й осушувати великі земельні площі з метою сільськогосподарського використання, будувати канали та водосховища для більш раціональної організації території та ефективного використання земельних ресурсів. Проте гідромеліорація земель, використання засобів хімічного захисту рослин, надмірне застосування мінеральних добрив, що здійснювались без всебічного врахування їх впливу на ґрунтовий покрив, призвели до того, що високопродуктивні сільськогосподарські угіддя перетворились на малопродуктивні [72].

Внаслідок впливу науково-технічного прогресу на всі елементи продуктивних сил відбувається переоцінка традиційних факторів, які визначають розміщення виробництва і послаблюється вплив географії природних ресурсів, транспортабельності сировини, природно-кліматичних умов, в той же час підсилюється значимість таких факторів, як захист навколишнього середовища [7].

Розвивати техніку та виробництво без негативних наслідків для навколишнього середовища, зробити науково-технічний прогрес не тільки безпечним, але й сприятливим для природи, можливо вже в теперішній час, якщо принципи сталого розвитку посядуть належне місце в суспільній свідомості, дешевизна та прибуток не будуть самоціллю виробничої діяльності, а економічний механізм буде заохочувати науковців, підприємців, інженерно-технічних працівників та виробників до створення та впровадження екологічно безпечних, ресурсозберігаючих, мало- і безвідходних технологій, залучення нетрадиційних джерел енергії та продовольства [72].

Аналіз світового досвіду показує, що основними тенденціями у розвитку відносин людини і навколишнього середовища в розвинених країнах є використання правового підходу, науково-обґрунтованої взаємодії, формування "екологічної свідомості" населення та суспільного природоохоронного руху. Слід зазначити, що

у зарубіжних країнах у процесі екологічнобезпечного розвитку суспільства задіяні ефективні економічні, адміністративні та правові механізми управління природокористуванням, забезпечено високий рівень фінансування та стимулювання природоохоронної діяльності.

Досвід провідних країн засвідчує, що в екологічній сфері все більшу роль відіграє інноваційна діяльність держави, а саме: реалізація великомасштабних цільових проектів (США, Велика Британія, Франція), розповсюдження нововведень, створення сприятливого інноваційного середовища, раціоналізація структури екології (Німеччина, Швеція, Швейцарія), розвиток відповідної інфраструктури (Японія, Південна Корея) [71]. Тобто, практика цих країн у контексті збереження довкілля зорієнтована не стільки на подолання наслідків від вже завданої шкоди навколишньому середовищу, скільки на впровадження інноваційних технологій задля зменшення цієї шкоди та попередженню негативних наслідків антропогенного впливу на довкілля.

В Україні існуючий механізм управління в екологічній сфері можна віднести до м'якого типу, який має за мету, в основному, боротьбу з негативними екологічними наслідками, а не з причинами виникнення екологічних деструктивних впливів [70].

З вищезазначеного випливає, що більшість сучасних екологічних проблем зумовлені антропогенним втручанням у природу. В першу чергу, це втручання зумовлене економічною діяльністю людини. Постійно зростаючий деструктивний вплив на природу зумовлений зростаючою потребою людства в ресурсах, в тих чи інших товарах і послугах. Усе це досить негативно відбивається на природному довкіллі: вичерпання природних ресурсів, забруднення землі, повітря, водойм, постійні аварії на виробництвах. Але, з другого боку, без подальшого технічного розвитку неможливо впоратись з тими екологічними наслідками, які ми маємо на сьогодні. Формування екологічної свідомості, екологічної культури - ось перші кроки, які мають стояти на шляху раціонального природокористування, жорстокого контролю над викидами та експлуатацією ресурсів природи.

6.3. Висновки до розділу 6

У розділі проаналізовано питання енергозбереження і його роль у вирішенні екологічних проблем та ролі науково-технічного прогресу в забезпеченні якісного стану довкілля.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного порівняльного аналізу математичного забезпечення комп'ютерних систем генерування тестових сигналів пульсової хвилі обґрунтовано напрям наукового дослідження.

2. Розроблено імітаційну модель тестових сигналів пульсової хвилі людини у вигляді двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму ядра комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі, що забезпечило врахування у її структурі параметрів випадковості, повторності та варіації фазових показників у часі.

3. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення з інтерфейсом користувача в середовищі MATLAB комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини, яке забезпечує процес тестування забезпечення (математичного, алгоритмічного, програмного) комп'ютерних медико-діагностичні системи.

4. Проведено процес тестування комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини та встановлено, що генеровані реалізації сигналів по формі за амплітудними та часовими параметрами є майже тотожними по відношення до реальних сигналів, що вказує на високу точність роботи системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айвар Ю.П. Физические основы оценки информативности сфигмографических методов. Кровообращение мозга и свойства крупных артерий в норме и патологии. Рига. 1976. С. 46-50.
2. Акулов В. А. Модель пульсовой волны и её реализация в среде Excel. Труды третьей Всероссийской научной конференции. *Математические модели в информационных технологиях*. Самара. 2006. Ч.4. С. 13-16.
3. Базаров, Э.Г. Очерки тибетской медицины. Улан-Удэ, 1984. 176 с.
4. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. Москва. 1984. С.220.
5. Бегун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки: навч. посібник. Київ, 2004. 328с.
6. Білявський Г.О. Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів. Київ, 2004. 408 с. ISBN 966-06-0289-8.
7. Бороноев В.В. Ринчинов О.С. Методы сплайн-аппроксимации в задаче амплитудно-временного анализа пульсовой волны. *Изв. вузов. Радиофизика*. 1998. Т. 41. № 8. С. 1043-1057.
8. Бороноев В.В., Ринчинов О.С. Вариабельность амплитудно-временных характеристик пульсовой волны. *Биомедицинские технологии и радиоэлектроника*. Москва, 2006. №11. С.37-43.
9. Буничева А.Я., Лукшин В.А., Мухин С.И. и др. Численное исследование гемодинамики большого круга кровообращения: Препринт. Москва, 2001. 20 с.
10. Брызгунов И.П., Десова А.А., Кизева А.Г. Исследование характеристик формы и ритмической структуры пульсового сигнала лучевой артерии при артериальной гипертензии в детском и подростковом возрасте. *Физиология человека*. 1997. Т. 23. № 3. С. 38-43.
11. Валтнерис А. Д., Яуя Я. А. Фотоплетизмография как метод оценки изменений гемодинамики под влиянием физической нагрузки. Рига, 1988. 132 с.

12. Всемирный атлас профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и борьбы с ними; под ред. Shanthi Mendis, Pekka Puska и Bo Norrving. Женева, 2014. 163 с.
13. ГОСТ 19687-94. Библиографическое описание документа: Приборы для измерения биоэлектрических потенциалов сердца. Общие технические требования и методы испытаний. Ввод. 01.01.90. Мсква, 1994. 19 с.
14. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. Москва, 1977. 54 с.
15. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов: Справочник. Москва, 1985. 312 с.
16. Гусев В.Г. Получение информации о параметрах и характеристиках организма и физические методы воздействия на него. Москва, 2004. 597 с.
17. Гніліцький В.В. Мужичька Н.В. Уточнення гармонічної моделі пульсової хвилі для експресдіагностики за пульсограмами. *Вісник ЖДТУ*. Технічні науки. Житомир. 2010. №4(55). С.28-38.
18. Датчики пульсовой волны для диагностики сердечно-сосудистой системы / [С.А. Тараканов, В.И. Кузнецов, Н.И. Рыжаков, А.А. Рассадина, В.С. Гайдук]. Вестник новых медицинских технологий: Тула. 2013. №1. С. 1-3
19. Десова А.А., Легович Ю.С., Разин О.С. Компьютерная система диагностики на базе анализа ритмической структуры пульсового сигнала лучевой артерии. *Медицинская техника*. 1999. № 2. С. 3-5.
20. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підруч. М-во освіти і науки України. Наук.-метод. центр вищої освіти. Укр. акад. друкарства; рец.: Г. Г. Гогіташвілі, І. І. Даценко, Б. С. Штангрет. 3-тє вид., перероб. і доп. Львів, 2006. 336 с.
21. Зборовский Э.И. Метод изучения энергетического спектра сфигмограмм и опыт его клинического применения. *Радиоэлектроника, физика и математика в биологии и медицине*. Новосибирск, 1971, С.137-138.

22. Зудов О. М., Шарпан О. Б. Діагностичні можливості спектрального аналізу сигналів пульсової хвилі. *Вісник ЖІТІ*. 2001. № 16 (Технічні науки). С. 82-85.
23. Зудов О.М. Кореляційно-спектральна обробка пульсових сигналів для підвищення достовірності вимірювання АТ. *Вісник ДУ "Львівська політехніка"*. Львів. 2000. №387. - С.90-93.
24. Измерение, преобразование и обработка пульсового сигнала лучевой артерии в задачах медицинской диагностики/ А.А. Дорофеюк, А.А. Десова, В.В. Гучук, Ю.А. Дорофеюк // Мир измерений.– 2009.– № 1.– С. 4-10.
25. Йохна М.А., Стадник В.В. Економіка і організація інноваційної діяльності: Навч. посіб. – К.: Видавничий центр «Академія», 2005. – 400с.
26. Каро К, Педли Т., Шротер Р., Суд У. Механика кровообращения. Москва, 1981. 624 с.
27. Лиссова О.И., Палец Б.А., Березовский В.А. Регуляция кровообращения: Экспериментальные и математические исследования. Київ, 1977. 160 с.
28. Лищук В. А. Математическая теория кровообращения. Москва, 1991. 256 с.
29. Машенко А.М., Михайлов Н.Ю., Стрюков С.Г. Стандартизация пульсограмм при фазово-спектральном анализе. *Тезисы 1-го международного конгресса «Новые медицинские технологии»*. Санкт-Петербург. 2001. С. 18-20.
30. Машенко А.И., Толмачёв Г.Н., Михайлов Н.Ю., Стрюков С.Г. Автоматизированный комплекс пульсовой диагностики // *Тезисы 1 -го международного конгресса «Новые медицинские технологии»*. Санкт-Петербург. 2001. С. 14-15.
31. Математична модель поширення пульсової хвилі у великих кровоносних судинах [Б. Благітко, І. Заячук, О. Пирогов]. *Фіз.-мат. моделювання та інформ. технології*. 2006. Вип. 4. С. 7-11.
32. Миронова Т.Ф., Миронов В.А. Клинический анализ волновой структуры синусового ритма сердца. Челябинск, 1998. 162 с.

33. Михайлов Н.Ю. Имитационная модель пульсовой волны для тестирования алгоритмов построения кардиоинтервалограммы. *Труды аспирантов и соискателей ростовского государственного университета*. 2002. Т.8. С.20-23.
34. Михайлов Н.Ю. Толмачев Г.Н. Математическая модель пульсовой волны. *Известия высших учебных заведений Естественные науки. Северо-Кавказский регион.* 2003. №6. С.3-9.
35. Нікітчук Т.М. Порівняльний аналіз методів реєстрації пульсової хвилі. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки.* – Хмельницький, 2013. № 1. С. 183-186.
36. Павлов, С.В. Махотнюк М.В. Оптоелектронні методи діагностики стану серцево-судинної системи. *Тези доповідей МНТК «Photonics-ODS 2002»*. Вінниця, 2002. С. 65.
37. Палеев Н. Р., Каевицер И. М. Атлас гемодинамических исследований в клинике внутренних болезней: Бескровные методы. Москва, 1975. 238 с.
38. Нагорный В. Э., Змиева Л. Н., Кудаева Л.М. О некоторых дискуссионных вопросах реоэнцефалографии. *Проблемы умственного труда*. 1977. Вып. 4. С. 101-117.
39. Педли. Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов. Пер. с. англ. Москва, 1983. 400 с.
40. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов: Учебное пособие для втузов. Т.2–13-е изд. Москва, 1985. 560 с.
41. Пульсовая диагностика тибетской медицины. Новосибирск, 1988. 135 с.
42. Разин О.С., Десова А.А., Ольховой Ю.К. Датчик пульсового сигнала лучевой артерии. *Приборы и системы управления*. 1998. № 8. С. 38–39.
43. Рибін О. І., Шарпан О. Б. Діагностичні можливості процедури нормалізації ортогональних функцій при аналізі пульсограм. *Вісник ЖДТУ. Технічні науки*. Житомир, 2004. № 4 (31). Том 1. С. 144–149.
44. Суханова Е.Т. Економічні аспекти екологізації розвитку продовольчого комплексу регіону. Ірпінь, 2002. 77 с.

45. Стрежекуров Е. Є., Шаломов В. А., Полторацька В.М., Антонова А. О. Енергозбереження як ефективний напрям вирішення екологічних проблем довкілля. *Строительство и материаловедение, машиностроение*. Днепропетровск, 2013. Вып. 71. Т.1. С.225–229.
46. Самков С.В. Черненко А.И. Сверхширокополосный радар для измерения параметров сердечно-сосудистой системы человека при физических нагрузках (II Всерос. научная конф.-семинар, 20 июня 2006 г.). Муром, 2006. С.475- 479.
47. Стрюков С.Г., Мащенко А.М., Толмачёв Г.Н., Михайлов Н.Ю. Критерии • оценки в пульсовой диагностике //Тезисы 1-го международногоконгресса «Новые медицинские технологии». СПб., 2001. – С.26-27.
48. Стрюков С.Г., Мащенко А.М., Михайлов Н.Ю., Толмачев Г.Н. Подходы к стандартизации сигнала при проведении пульсовой диагностики. *Материалы IV всероссийского съезда специалистов лечебной физкультуры и спортивной медицины*. Москва, 2002. С.77-78.
49. Шабанова Е.В. Амплитудно-временные характеристики пульсограммы лучевой артерии. Автореф. дисс. ... к. физ.-мат. наук.-Улан-Удэ,1994. 16с.
50. Швець О.М. Науково-технічний прогрес і підвищення ефективності виробництва регіону. *Науковий вісник*. 2003. Вип. 13.4. С. 238-247.
51. Шарпан О. Б. Дослідження залежності амплітудного спектра пульсової хвилі від стану системи гемодинаміки. *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. 2004. № 1. С. 110-117.
52. Хвостівська Л.В. Імітаційна модель пульсової хвилі судин людини. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. Хмельницький, 2016. № 2. С.94-100.
53. Хвостівська Л.В. Аналіз математичних моделей пульсової хвилі / Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. присвяченої 55-річчю заснування ТНТУ та 170- річчю з дня народження І. Пулюя, (Тернопіль, 19–20 травня. 2015.). М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. Тернопіль, 2015. С.158-159.

54. Ходарева Н.К., Стрюков С.Г., Мащенко А.И., Михайлов Н.Ю. Достоверность пульсовой диагностики. *Тезисы 1-го международного конгресса «Новые медицинские технологии»*, Санкт-Петербург. 2001. С.20-21.

55. Hvostivska L., Oksukhivska H., Hvostivskyu M., Shadrina H. (2019) Імітаційне моделювання добового пульсового сигналу для задачі верифікації алгоритмів роботи систем довготривалого моніторингу, Вісник НТУУ "КПІ"; Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування, (77), pp 66-73. doi: 10.20535/RADAR.2019.77.66-73.

56. Millington P.F., Record P. Radial arterial pulse measurement. 1977. Vol.273, N 2. P.25-26.19. пат. RU 2127999 СІ. Неинвазивный способ определения параметров гемодинамики в биообъектах и устройство для его осуществления.

57. Moore J. Biomedical technology and devises. Handbook. CRC Press LLC, 2004. 750 p.

58. Webster J.G. Medical instrumentation. Application and design. John Wiley & Sons, 2009. 675 p.

59. Mobil-O-Graph: веб-сайт. URL: <https://www.iem.de/en/products/mobil-o-graph.html> (дата звернення: 01.11.2018)

60. BPLab: веб-сайт. URL: <https://mybplab.com/> (дата звернення: 01.11.2018)

61. Arteriograph 24: веб-сайт. URL: <http://www.tensiomed.com/products/arteriograph> (дата звернення: 01.11.2018)

62. Oscar 2: веб-сайт. URL: <https://www.suntechmed.com/bp-products/ambulatory-blood-pressure-monitoring/oscar-2-ambulatory-blood-pressure-monitor> (дата звернення: 01.11.2018)

63. BPro: веб-сайт. URL: <https://www.ebay.com/bhp/pro-pulse> (дата звернення: 01.11.2017)

64. Somnotouch NIBP: веб-сайт. URL: <https://somnomedics.eu/products/cardiology/24h-bloodpressure-24h-ecg/somnotouch-nibp/> (дата звернення: 01.11.2018)

65. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98> (дата звернення: 29.09.2019).
66. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99. URL: <http://arm.te.ua/docs/DSN-3.3.6.037-99.pdf> (дата звернення: 29.09.2019).
67. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> (дата звернення: 29.09.2019).
68. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98> (дата звернення: 29.09.2019).
69. Дубовий О.В. Особливості екологічної культури в епоху науково-технічного прогресу [Електронний ресурс] / О.В. Дубовий. – Режим доступу: <https://journal-knukim.com.ua/index.php/camw/article/viewFile/12/144>.
70. Логачова О. В. Механізми регулювання антропогенних викидів парникових газів: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.06 "Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища. Донецьк, 2008. 21 с.
71. Павленко О.В. Перспективы развития предпринимательства в области экологии и его законодательного регулирования (информационно-аналитический материал). *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзорная информация*. 2003. № 5. С. 11-13.
72. Суханова Е.Т. Економічні аспекти екологізації розвитку продовольчого комплексу регіону. Ірпінь, 2002. 77 с.
73. Швець О.М. Науково-технічний прогрес і підвищення ефективності виробництва регіону. *Науковий вісник*. 2003. Вип. 13.4. С. 238-247.
74. Енергетична стратегія України на період до 2030 року (проект) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.mre.gov.ua.
75. EasyPulse: веб-сайт. URL: <http://embedded-lab.com/blog/easy-pulse-version-1-1-sensor-overview-part-1/> (дата звернення: 01.11.2018)

Додаток А

Теза конференції

«Комп'ютерний генератор тестових сигналів пульсової хвилі судин людини»



**СУЧАСНІ
ІНФОРМАЦІЙНІ
СИСТЕМИ І
ТЕХНОЛОГІЇ**

**Матеріали
II Всеукраїнської
науково-практичної
інтернет-конференції студентів,
аспірантів та молодих вчених**

за тематикою:

*«Сучасні комп'ютерні системи
та мережі в управлінні»*

30 листопада 2019 р.

Херсон

Lytvynenko D.O., Sydorova M.G. Augmented Reality As A Modern Area In Information Technologies.....	61
Луценко Д.В., Ілляшенко К.В. Digital-технології у світі: сучасне та майбутнє	63
Мазурук О.В., Січко Т.В. Вплив квантових обчислень на розвиток програмного забезпечення	64
Макаров В.А., Єфімов Д.В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі як необхідність 21-го століття	66
Марченко М.М., Ризмар П.В. Розробка мобільного додатку "Social Media Sharer" під платформу Android.....	68
Мельничук А.О., Хвостівський М.О. Програмне забезпечення комп'ютерної системи діагностування функціонального стану периферичної нервової системи людини	70
Пашкевич Д.І., Комісаров О.С. Використання шаблонів проектування для оптимізації коду.....	72
Петренко К.Ю., Ілляшенко Т.О. Інформаційна економіка та напрямки її розвитку.....	73
Поштар А.В., Карамушка М.В. Зародження криптографії як інструменту захисту інформації	74
Presnyakov V.A., Kursov A.V., Naumov D.I. Media Orientation And Media Competency Of The Modern Belarusian Society: Sociological Analysis.....	76
Presnyakov V.A., Kursov A.V., Naumov D.I. Subjects Of Belarusian Media Sphere: Comparative Analysis.....	79
Росюк О. М., Козел В.М. Розподілені обчислення в бездротових сенсорних мережах.....	83
Салімоненко М.Д., Райко Г.О. Застосування Mashup додатку Open StreetMap	85
Слугін М.Д., Сидорова М.Г. Багатокористувальницькі проекти як перспективний шлях розвитку сучасних технологій.....	88
Соснін О.В., Кононець М.О. Проблема визначення інформаційного ресурсу в координатах вимог до комп'ютерних систем.....	89
Статкевич А.О., Кірюшатова Т.Г. Особливості розробки веб-сайту для інтернет торгівлі.....	91
Сторожилова У.Л., Сторожилів П.М. Сучасні тенденції цифрової економіки та розвиток інформаційних технологій.....	92
Tverdokhlib A., Sydorova M. Developing Of Algorithms And Web Application For Image Styling	94
Телішко В.О., Сидорова М.Г. Розробка інтелектуальної системи кластерного аналізу даних різної природи.....	95
Труш П.В., Комісаров О.С. Розробка web платформи для краудінвестиційних угод.....	96
Федорова М.С., Фелько Т.Ю., Захаров Є.С., Райко Г.О. Інформаційні технології технічного діагностування інформаційних систем на основі сценаріїв	99
Федушко С.С. Побудова інформаційного портрета веб-особистості.....	102
Фількінштейн Ж.В., Сидорова М.Г. Дослідження застосування нейромережевого підходу до задачі пошуку схожих за контентом зображень	105
Хвостівська Л.В., Кравчук А.І., Хвостівський М.О. Комп'ютерний генератор тестових сигналів пульсової хвилі судин людини	106
Хвостівська Л.В., Моха К.О., Хвостівський М.О. Комп'ютерна система генерування електричних сигналів сітківки ока людини	107

Література.

1. Dipanjan Sarkar, Raghav Bali, Tamoghna Ghosh Hands-On Transfer Learning with Python, Packt Publishing, 2018, 591p.

УДК 004.4:612.16:519.213

Хвостівська Л.В., асистент кафедри радіотехнічних систем

Кравчук А.І., студент 6 курсу спеціальності «Комп'ютерні системи та мережі»

Хвостівський М.О., к.т.н., доцент кафедри біотехнічних систем

КОМП'ЮТЕРНИЙ ГЕНЕРАТОР ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ СУДИН ЛЮДИНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Ефективність та коректність обробки сигналів пульсу людини у вигляді пульсової хвилі (ПХ) залежить від структури його математичної моделі та розробленої на його базі комп'ютерної імітаційної моделі у вигляді генератора тестових сигналів. Генератор сигналів забезпечує процес перевірки методів обробки пульсових сигналів на факт відповідності результату обробки пульсової хвилі із наперед заданими амплітудними та часовими параметрами тестових сигналів. Відомі генератори не враховують параметри стохастичності, повторності та варіацію фазових показників у структурі тестових сигналів, що вказує на актуальність розроблення нового типу комп'ютерного генератора ПХ.

За структурою сигнали ПХ [1] є ідентичними двом функціям Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму згідно виразу:

$$\xi(t) = (A_1 + \psi_A) \cdot e^{-\frac{(t-m_1)^2}{2(T_1+\psi_T)^2}} \cdot e^{-iK_1 t} + (A_2 + \psi_A) \cdot e^{-\frac{(t-m_2)^2}{2(T_2+\psi_T)^2}} \cdot e^{-iK_2 t} + n(t), \quad (1)$$

де A_1 і A_2 – амплітуди прямої і відбитої хвиль ПХ; m_1 і m_2 – моменти часу максимуму хвиль; T_1 і T_2 – тривалості хвиль; K_1 і K_2 – коефіцієнти фазових відхилень 1-ої та 2-ої хвиль;

На базі виразу (1) розроблено програмне забезпечення в середовищі MATLAB, інтерфейс якого з результатом генерування зображено на рис. 1.

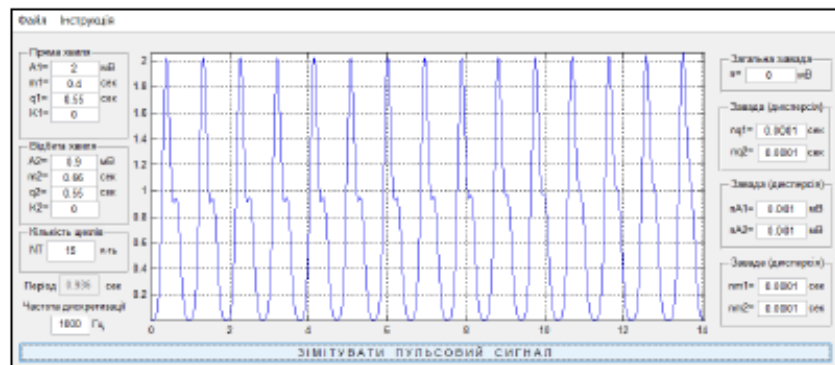


Рис. 1. Комп'ютерний генератор тестових сигналів пульсової хвилі судин людини

Комп'ютерний генератор тестових сигналів (рис.1) дає змогу генерувати ПХ різного генезису із різними станами та відповідно різними амплітудно-часовими параметрами.

Література.

1. Хвостівська Л. В. Математична модель пульсового сигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану судин людини / Л.В. Хвостівська, Б.І. Яворський // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. - 2015. - Вип. 6(1). - С. 29-34.

Додаток Б

Теза конференції

«Комп'ютерні системи генерування тестових сигналів кровоносних судин та сітківки ока людини»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

VII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



11–12 грудня 2019 року

ТЕРНОПІЛЬ
2019

В. Лукашук ЗАСОБИ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖУ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ	128
А. Мельничук, М. Хвостівський, І. Горбовий ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ	129
К. Моха, М. Хвостівський, А. Кравчук КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ КРОВОНОСНИХ СУДИН ТА СІТКІВКИ ОКА ЛЮДИНИ	130
В. Нестор, В. Яцишин ПРОЦЕДУРА КЛАСИФІКАЦІЇ АТРИБУТІВ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЯКОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	131
А. Паламар ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДЖЕРЕЛ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ	132
Н. Паляниця, В. Дорофей РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ ДЛЯ РОЗМІЧУВАННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ У МАШИННОМУ НАВЧАННІ	133
Л. Пуляк, С. Лупенко МЕТОДИ ОПРАЦЮВАННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	135
Б. Равчак ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОЛОГІЇ JAMSTACK	136
Є. Сов'як, Є. Тиш МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЕКТ ДЛЯ СИСТЕМИ ТЕЛЕМОНІТОРИНГУ	137
В. Стеблик, У. Подивана МЕРЕЖЕВИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ЗАСІБ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛОКАЛЬНІЙ І ГЛОБАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ	138
Є. Тиш, О. Зима ВИБІР КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ МЕРЕЖ	139
С. Туркот НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В СИСТЕМАХ БІОМЕТРИЧНОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ	140
О. Цебрик МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ БЕНЗИНУ	141
Б. Цюпрік, О. Ясній БЕЗПЕКА МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	142
В. Часник, Н. Луцкік ПРОЦЕС АВТОМАТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ	143
Я. Чирський, В. Яцишин АНАЛІЗ МОДЕЛІ ЗРУЧНОСТІ ВИКОРИСТАННІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЛЮДИНО-МАШИННОЇ ВЗАЄМОДІЇ	144
Х. Юркевич, А. Луцків, Н. Попович АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ВЕЛИКИХ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ ЗАСОБАМИ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ	145
Я. Юськів, Є. Тиш БАЗА ДАНИХ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ДЕФЕКТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА НАДІЙНІСТЬ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	146

УДК 612.16:612.843:519.213:517.443:004.4

К. Моха, М. Хвостівський, А. Кравчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ КРОВОНОСНИХ СУДИН ТА СІТКІВКИ ОКА ЛЮДИНИ

UDC 612.16:612.843:519.213:517.443:004.4

K. Mokha, M. Hvostivskyu, A. Kravchuk

(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

COMPUTER SYSTEMS OF GENERATION OF TEST SIGNALS OF HUMAN VESSELS AND RETINAL

Для діагностики стану кровоносних судин та сітківки ока людини застосовують комп'ютерні діагностичні системи, результат яких залежить від методу та алгоритму обробки пульсових хвиль (рис.1) (ПХ) та електричними сигналами сітківки ока (ЕССО) (рис.2) людини.

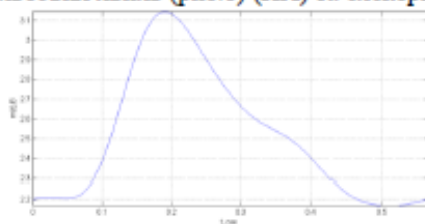


Рис.1. Реалізація ПХ

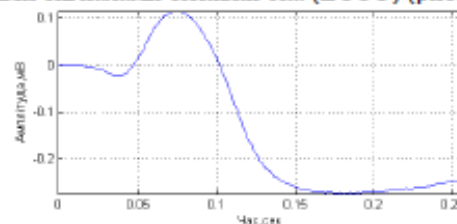
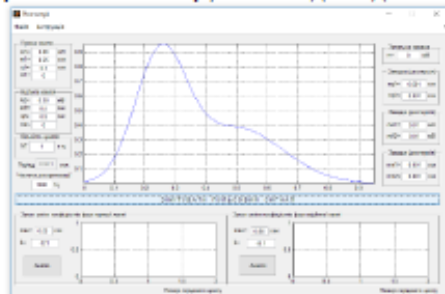


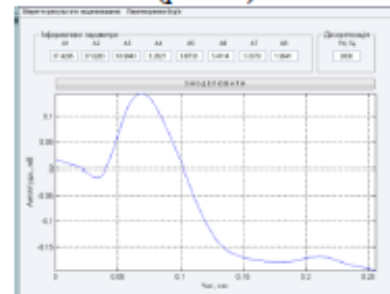
Рис.2. Реалізація ЕССО

Коректність обробки ПХ та ЕССО є важливим показником, оскільки на пряму впливає на точність встановлення медичного діагностичного висновку. Тому розроблення комп'ютерних систем для генерування тестових сигналів (ТС) як засобів тестування роботи комп'ютерні діагностичні системи є важливою задачею. Відомі методи та алгоритми генерування ПХ та ЕССО, які описано в працях [1,2], не забезпечують точне відтворення сигналів по відношенню до реальних сигналів.

Базуючись на перетворенні Фур'є щодо генерування тестових сигналів ЕССО та функціях Гауса адитивного характеру з білим шумом щодо генерування ПХ розроблено комп'ютерні системи генерування відповідних тестових сигналів (рис.1-2).



Генерація ПХ



Генерація ЕССО

Рис.3. Комп'ютерні системи генерування ПХ та ЕССО

Література

1. Хвостівська Л. В. Аналіз математичних моделей пульсового сигналу / Лія Хвостівська // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», 19–21 травня 2015 року — Т. : ТНТУ, 2015 — С. 158-159. — (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).
2. Хвостівський М.О. Математична модель електроретинографічного сигналу / М.О. Хвостівський, Г.М. Шадріна // Вісник Хмельницького національного технологічного університету – Хмельницький: ХНУ, 2007.–№ 2. – С.103-106.

Додаток В

Текст програмного забезпечення генератора тестових сигналів
пульсової хвилі людини

```

function [t s r Tmean]=imitpulse(AA1,AA2,nAA1,nAA2,mm1,mm2,nmm1,
nm2,qq1,qq2,nqq1,nqq2,N,NT,df,KK1,KK2,kk1,kk2, maxph1,
maxph2,Dn);

% Генерування пульсової хвилі
% [t s r
Tmean]=imitpulse(AA1,A2A,nAA1,nAA2,mm1,mm2,nmm1,nmm2,qq1,qq2,nqq1
,nqq2,NT,df,KK1,KK2,kk1,kk2, maxphase1, maxphase2,Dn)
%AA1, AA2 - масив амплітуд хвиль прямої та відбитої
%KK1,KK2,kk1,kk2 - коефіцієнти нахилу
%df - частота дискретизації
%mm1, mm2-момент часу кровонаповнення прямої та відбитої хвилі
%qq1, qq2-тривалість кровонаповнення прямої та відбитої хвилі
%NT-кількість періодів;
%maxph1, maxph1 - максмальна зміна фази
%Dn - дисперсія адитивної завади

if nargin<8, error('Введіть 21 аргумент'); end;
s=[];
dt=1/df;
%Коефіцієнти фазових відхилень
tph=1:NT;
kf1=exp(-tph.*kk1);
kf1=kf1-min(kf1);
kf1=(maxph1/max(kf1))*kf1;
kf2=exp(-tph.*k2);
kf2=kf2-min(kf2);
kf2=(maxph2/max(kf2))*kf2;
% Урахування правила з-ох сігма
qq1=qq1/6; qq2=qq2/6;
% Формування нульових масивів
r=zeros(1,NT);
T=zeros(1,NT);
AA1_var=zeros(1,NT);
AA2_var=zeros(1,NT);
qq1_var=zeros(1,NT);
qq2_var=zeros(1,NT);
mm1_var=zeros(1,NT);
mm2_var=zeros(1,NT);
%-----Процес генерування пульсової хвилі для K-періодів-----
----
for K=1:NT
    % Генерування випадкових чисел для K-го циклу (періоду)

```

```

VAA1(K)=normrnd(0,nAA1,1,1);
VAA2(K)=normrnd(0,nAA2,1,1);
Vmm1(K)=normrnd(0,nmm1,1,1);
Vmm2(K)=normrnd(0,nmm2,1,1);
Vqq1(K)=normrnd(0,nqq1,1,1);
Vqq2(K)=normrnd(0,nqq2,1,1);
% Перевірка не співпадання випадкових чисел
if K>2
for j=1:(K-1)
    while VAA1(K)==VAA1(j)
        VAA1(K)=normrnd(0,nAA1,1,1);
    end;
    while VAA2(K)==VAA2(j)
        VAA1(K)=normrnd(0,nAA2,1,1);
    end;
    while Vmm1(K)==Vmm1(j)
        Vmm1(K)=normrnd(0,nmm1,1,1),1,1);
    end;
    while Vmm2(K)==Vmm2(j)
        Vmm2(K)=normrnd(0,nmm2,1,1),1,1);
    end;
    while Vqq1(K)==Vqq1(j)
        Vqq1(K)=normrnd(0,normrnd(0,nqq1,1,1),1,1);
    end;
    while Vqq2(K)==Vqq2(j)
        Vqq2(K)=normrnd(0,normrnd(0,nqq2,1,1),1,1);
    end;
end;
end;
% Адитивний вплив випадковості на параметри сигналу K-го
циклу (періоду)
qq1_var(K)=qq1+Vqq1(K); mm1_var(K)=nmm1+Vmm1(K);
AA1_var(K)=AA1+VAA1(K);
qq2_var(K)=qq2+Vqq2(K); mm2_var(K)=nmm2+Vmm2(K);
AA2_var(K)=AA2+VAA2(K);
% Формування вісі часу
t=0:dt:(mm2+3*qq2);
% Генерування прямої хвилі
s1=AA1_var(K)*exp((- (t-mm1_var(K)).^2)/(2*(qq1_var(K)^2))); %
e1=exp(-t*kf1(K));
s1=s1.*e1;
Kf11=AA1/max(s1);
s1=s1.*Kf11;
% Генерування відбитої хвилі
s2=AA2_var(K)*exp((- (t-mm2_var(K)).^2)/(2*(qq2_var(K)^2))); %
e2=exp(-t*kf2(K));
s2=s2.*e2;
Kf22=AA2/max(s2);
s2=s2.*Kf22;

```

```
% Формування пульсової хвилі
ss=s1+s2;
T(K)=max(ss);
%-----
s=[s ss]; % Пульсова хвиля
end;
t=(0:(length(s)-1)).*dt;
```

Додаток Г

Текст програмного забезпечення автоматизованої генерування тестових сигналів
пульсової хвилі із графічним інтерфейсом користувача

```

function varargout = Generator_pulse(varargin)
% Generator_pulse MATLAB code for Generator_pulse.fig
% Generator_pulse, by itself, creates a new KRAVCHUK or
%raises the existing
% singleton*.
%
% H = Generator_pulse returns the handle to a new KRAVCHUK
%or the handle to
% the existing singleton*.
%
% Generator_pulse ('CALLBACK', hObject, eventData, handles,...)
%calls the local
% function named CALLBACK in KRAVCHUK.M with the given input
%arguments.
%
% Generator_pulse ('Property','Value',...) creates a new
%Generator_pulse or %raises the
% existing singleton*. Starting from the left, property
%value pairs are
% applied to the GUI before Generator_pulse _OpeningFcn gets
%called. An
% unrecognized property name or invalid value makes property
application
% stop. All inputs are passed to Generator_pulse
%_OpeningFcn via varargin.
%
% *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI
allows only one
% instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help
%Generator_pulse

% Last Modified by GUIDE v2.5 15-Jan-2017 17:14:28

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',      mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @KraVchuk_OpeningFcn, ...

```

```

        'gui_OutputFcn', @Kravchuk_OutputFcn, ...
        'gui_LayoutFcn', [] , ...
        'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before Generator_pulse is made visible.
function Generator_pulse_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to Kravchuk (see VARARGIN)

% Choose default command line output for Kravchuk
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

%imshow('pulse.jpg');
% UIWAIT makes Generator_pulse wait for user response (see
%UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command
line.
function varargout = Generator_pulse_OutputFcn(hObject,
eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see
VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure

```

```

varargout{1} = handles.output;

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit4 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit4 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%          See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit5 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%          See ISPC and COMPUTER.

```



```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit6 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit6 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%          See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit1 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

```

```

% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit3 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
s=[];
A1=str2num(get(handles.edit1,'string'));    % Амплітуда max
кровонаповнення (пряма хвиля)
mm1=str2num(get(handles.edit2,'string'));    % Момент
часу max кровонаповнення (пряма хвиля)
qq1=str2num(get(handles.edit3,'string'));    % Тривалість
кровонаповнення (пряма хвиля)
AA2=str2num(get(handles.edit4,'string'));    % Амплітуда
max кровонаповнення (відбита хвиля)
mm2=str2num(get(handles.edit5,'string'));    % Момент
часу max кровонаповнення (відбита хвиля)
qq2=str2num(get(handles.edit6,'string'));    % Тривалість
кровонаповнення (відбита хвиля)
NT=str2num(get(handles.edit7,'string'));    % Кількість
періодів
df=str2num(get(handles.edit21,'string')); dt=1/df; % Частота та
час дискретизації
KK1=str2num(get(handles.edit23,'string'));    % Початкова
фаза прямої хвилі
KK2=str2num(get(handles.edit24,'string'));    % Початкова
фаза відбитої хвилі

kk1=str2num(get(handles.edit26,'string'));
kk2=str2num(get(handles.edit30,'string'));
maxph1=str2num(get(handles.edit25,'string'));
maxph2=str2num(get(handles.edit29,'string'));

```

```

%Коефіцієнти фазових відхилень
tph1:NT
kf1=exp(-tph.*kk1)
kf1=kf1-min(kf1)
if NT>1
kf1=(maxph1/max(kf1))*kf1
end;
kf2=exp(-tph.*kk2)
kf2=kf2-min(kf2)
if NT>1
koef2=(maxph2/max(kf2))*kf2
end;

% Урахування правила з-ох сігма
qq1=qq1/6; qq2=qq2/6;
% Формування нульових масивів
r=zeros(1,NT);
T=zeros(1,NT);
AA1_var=zeros(1,NT);
AA2_var=zeros(1,NT);
qq1_var=zeros(1,NT);
qq2_var=zeros(1,NT);
mm1_var=zeros(1,NT);
mm2_var=zeros(1,NT);

%-----Процес генерування пульсової хвилі для K-періодів-----
-----
for K=1:NT
    % Генерування випадкових чисел для K-го циклу (періоду)
    VAA1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit8,'string')),1,1);
    VAA2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit9,'string')),1,1);
    Vmm1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit10,'string')),1,1);
    Vmm2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit11,'string')),1,1);
    Vqq1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit12,'string')),1,1);
    Vqq2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit13,'string')),1,1);
    % Перевірка не співпадання випадкових чисел
    if K>2
        for j=1:(K-1)
            while VAA1(K)==VAA1(j)
                VAA1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit8,'string')),1,1);
            end;
            while VAA2(K)==VAA2(j)
                VAA2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit9,'string')),1,1);
            end;
            while Vmm1(K)==Vmm1(j)
                Vmm1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit10,'string')),1,1);
            end;
            while Vmm2(K)==Vmm2(j)
                Vmm2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit11,'string')),1,1);
            end;
            while Vqq1(K)==Vqq1(j)
                Vqq1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit12,'string')),1,1);
            end;
            while Vqq2(K)==Vqq2(j)
                Vqq2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit13,'string')),1,1);
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

Wmm1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit10,'string')),1,1);
    end;
    while Wmm2(K)==Wmm2(j)

Wmm2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit11,'string')),1,1);
    end;
    while Wqq1(K)==Wqq1(j)

Wqq1(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit12,'string')),1,1);
    end;
    while Wqq2(K)==Wqq2(j)

Wqq2(K)=normrnd(0,str2num(get(handles.edit13,'string')),1,1);
    end;
    end;
    end;
    % Адитивний вплив випадковості на параметри сигналу К-го
циклу (періоду)
    qq1_var(K)=qq1+Wqq1(K); mm1_var(K)=mm1+Wmm1(K);
AA1_var(K)=AA1+VA1(K);
    qq2_var(K)=q2+Wq2(K); mm2_var(K)=mm2+Wmm2(K);
AA2_var(K)=AA2+VA2(K);
    % Формування вісі часу
    t=0:dt:(mm2+3*qq2);
    % Генерування прямої та відбитої хвилі
    s1=AA1_var(K)*exp((-t-mm1_var(K)).^2)/(2*(qq1_var(K)^2)); %
Пряма хвиля
    e1=exp(-t*kf1(K));
    s1=s1.*e1;
    Kf11=AA1/max(s1);
    s1=s1.*Kf11;

    s2=AA2_var(K)*exp((-t-mm2_var(K)).^2)/(2*(qq2_var(K)^2)); %
Відбита хвиля
    e2=exp(-t*kf2(K));
    s2=s2.*e2;
    Kf22=AA2/max(s2);
    s2=s2.*Kf22;
    % Формування пульсової хвилі
    ss=s1+s2;
    T(K)=max(ss);
    % Пошук максимуму для К-го періоду та його момент часу
    for m=1:length(ss)
        if ss(m)==T(K) r(K)=m+length(s); end;
    end;
    %-----
    s=[s s1+s2]; % Пульсова хвиля
end;

```

```

% Пошук середнього періоду згенерованої реалізації пульсової
хвилі
if NT>1
m=2:length(r);
c=r(m)-r(m-1);
Tmean=fix(mean(c))*dt;
end;
if NT==1 Tmean=length(s)*dt; end;

% Вивід значення середнього періоду на інтерфейс
set(handles.edit20,'string',num2str(Tmean));

% Вплив випадкової послідовності на згенеровану послідовність
сигналу
Dn=str2num(get(handles.edit17,'string'));
n=normrnd(0,Dn,length(s),1)';
s=s+n;
t=(0:(length(s)-1)).*dt;

% Вивід графіку ПС
axes(handles.axes1);
plot(t,s);
grid on;
axis tight;
% Збереження згенерованого сигналу у глобальну змінну
set(handles.pushbutton1,'userdata',s);
set(handles.edit1,'userdata',AA1_var);
set(handles.edit4,'userdata',AA2_var);
set(handles.edit2,'userdata',mm1_var);
set(handles.edit5,'userdata',mm2_var);
set(handles.edit3,'userdata',qq1_var);
set(handles.edit6,'userdata',qq2_var);

function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit8 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit8 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

```

```

% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit9_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit9 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit9 as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit9 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit9 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit10_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit10 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit10 as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit10 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit10 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit11_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit11 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit11 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit11 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit11 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit12_Callback(hObject, eventdata, handles)

```



```

% hObject      handle to edit12 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit12 as text
%           str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit12 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit12_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit12 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%           See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit13_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit13 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit13 as text
%           str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit13 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit13_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit13 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%           See ISPC and COMPUTER.

```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit7 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit7 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.

```

```

function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

```

```

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%          See ISPC and COMPUTER.

```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

function edit17_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit17 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit17 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit17 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.

```

```

function edit17_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

```

% hObject      handle to edit17 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles     empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%           See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% -----
-----
function Untitled_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_1 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)

% -----
-----
function Untitled_2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_2 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)

% -----
-----
function Untitled_3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_3 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)
s=get(handles.pushbutton1,'userdata');
df=str2num(get(handles.edit21,'string')); dt=1/df;
NT=str2num(get(handles.edit20,'string'))/dt;
komp=sinfaz(s,NT,10);
axes(handles.axes1);
plot(mean(komp'))
axis tight;
grid on;
axes(handles.axes2);
surf(komp);
shading interp;

```

```

axis tight;
grid on;
set(rotate3d,'Enable','on');

% -----
-----
function Untitled_4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
s=get(handles.pushbutton1,'userdata');
df=str2num(get(handles.edit21,'string')); dt=1/df;
NT=str2num(get(handles.edit20,'string'))/dt;
komp=PKVPkomp(s,NT,dt,10);
axes(handles.axes1);
plot(mean(komp'))
axis tight;
grid on;
axes(handles.axes2);
surf(komp);
shading interp;
axis tight;
grid on;
set(rotate3d,'Enable','on');

function edit20_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit20 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit20 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit20 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit20_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit20 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.

```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% -----
-----
function Untitled_5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_5 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
[nm, pth] = uiputfile('.dat', 'Зберегти дані');
if length(filename)>=1
dir=[pth nm]
dat=get(handles.pushbutton1,'userdata');
dlmwrite(dir,dat,' ');
end;

function edit21_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit21 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit21 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit21 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit21_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit21 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%          See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

% -----
-----
function Untitled_6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Untitled_6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
run('instruction.m')

% -----
-----
function Untitled_7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Untitled_7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% -----
-----
function Untitled_8_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Untitled_8 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%
% Вивід зміни параметру A1
AA1_var=get(handles.edit1,'userdata');
axes(handles.axes1);
plot(AA1_var);
for K=1:length(A1_var)
    text(K,AA1_var(K),num2str(AA1_var(K)));
end;
axis tight;
% -----
-----
function Untitled_9_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Untitled_9 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
AA2_var=get(handles.edit4,'userdata');
axes(handles.axes1);
plot(AA2_var);
for K=1:length(AA2_var)
    text(K,AA2_var(K),num2str(AA2_var(K)));
end;
axis tight;

```

```

% -----
-----
function Untitled_10_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_10 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
mm1_var=get(handles.edit2,'userdata');
axes(handles.axes1);
plot(mm1_var);
for K=1:length(mm1_var)
    text(K,mm1_var(K),num2str(mm1_var(K)));
end;
axis tight;
% -----
-----
function Untitled_11_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_11 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
m2_var=get(handles.edit5,'userdata');
axes(handles.axes1);
plot(m2_var);
for K=1:length(m2_var)
    text(K,m2_var(K),num2str(m2_var(K)));
end;
axis tight;
% -----
-----
function Untitled_12_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_12 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
qq1_var=get(handles.edit3,'userdata').*6;
axes(handles.axes1);
plot(qq1_var);
for K=1:length(qq1_var)
    text(K,qq1_var(K),num2str(qq1_var(K)));
end;
axis tight;
% -----
-----
function Untitled_13_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_13 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

```

```

% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
q2_var=get(handles.edit6,'userdata').*6;
axes(handles.axes1);
plot(q2_var);
for K=1:length(q2_var)
    text(K,q2_var(K),num2str(q2_var(K)));
end;
axis tight;

```

```

% -----
-----

```

```

function Untitled_14_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_14 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Ma
df=str2num(get(handles.edit21,'string'));
s=get(handles.pushbutton1,'userdata');
NT=length(s)/str2num(get(handles.edit7,'string'));
length(s)
len=1:NT:length(s);
for j=0:NT-1
ss(j+1,1:length(len))=s(len+j);
end;
t=(0:(NT-1))./df;
plot(t,mean(ss'));
grid on;
axis tight;

```

```

% -----
-----

```

```

function Untitled_15_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Untitled_15 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
df=str2num(get(handles.edit21,'string'));
s=get(handles.pushbutton1,'userdata');
NT=length(s)/str2num(get(handles.edit7,'string'));
length(s)
len=1:NT:length(s);
for j=0:NT-1
ss(j+1,1:length(len))=s(len+j);
end;
t=(0:(NT-1))./df;
plot(t,std(ss').^2);

```



```
grid on;
axis tight;
```

```
function edit24_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit24 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit24 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit24 as a double
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
```

```
function edit24_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit24 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called
```

```
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
function edit23_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit23 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit23 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit23 as a double
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
```

```
function edit23_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit23 (see GCBO)
```

```

% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit25_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit25 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit25 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit25 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit25_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit25 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit26_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit26 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit26 as text

```

```

%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit26 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit26_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit26 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit29_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit29 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit29 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit29 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit29_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit29 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

function edit30_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit30 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit30 as text
%          str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit30 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit30_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit30 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%          See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
NT=str2num(get(handles.edit7,'string'));    % Кількість періодів
k2=str2num(get(handles.edit30,'string'));
maxphase2=str2num(get(handles.edit29,'string'));
axes(handles.axes3);
t=1:NT;
e2=exp(-t.*k2); e2=e2-min(e2); e2=(maxphase2/max(e2))*e2;
plot(e2);
axis tight;
grid on;

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB

```

```
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
NT=str2num(get(handles.edit7,'string'));      % Кількість періодів
k1=str2num(get(handles.edit26,'string'));
maxphase1=str2num(get(handles.edit25,'string'));
t=1:NT;
e1=exp(-t.*k1); e1=e1-min(e1); e1=(maxphase1/max(e1))*e1;
axes(handles.axes2);
plot(e1);
axis tight;
grid on;
```