

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК  
СЕКЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**на тему:** «Інформаційна технологія моніторингу психофізіологічного стану людей операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації і управління»

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

**Виконавець роботи:** студентки групи ІТ.м-91 Вакал Світлани Миколаївни

**Кваліфікаційну роботу  
захищено на засіданні ЕК  
з оцінкою**

\_\_\_\_\_

«\_\_» грудня 2020 р.

Науковий керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

д.т.н., проф. Лавров Є.А.

Голова комісії

\_\_\_\_\_

(підпис)

Шифрін Д.М.

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

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. секцією ІТП

\_\_\_\_\_ В. В. Шендрик

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

## **ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу магістра студентіві**

Вакал Світлана Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1 Тема проекту** Інформаційна технологія моніторингу психофізіологічного стану людей операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації і управління

затверджена наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р. № \_\_\_\_\_

**2 Термін здачі студентом закінченого проекту** « 07 » \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2020 р.

**3 Вхідні дані до проекту** літературні джерела з питань оцінки функціонального стану операторів, експериментальні дослідження функціонального стану операторів, література з питань нейромережевого моделювання

**4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)** Аналіз предметної області; Постановка задачі та методи дослідження; Моделювання та проектування процесів реалізації інформаційної системи; Розробка інформаційної технології моніторингу психофізіологічного стану людей-операторів

**5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** Аналіз предметної області; Постановка задачі; Схематичне зображення реалізованої інформаційної системи; Алгоритм прийняття рішень; Математична модель функціональної мережі; Демонстрація розробленої інформаційної системи моніторингу ПФС; Експериментальні дослідження; Акт впровадження; Апробація, Висновки.

**6. Консультанти випускної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються:**

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 14.07.2020 \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва етапів випускної проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Ініціалізація задач, мети	До 24.07.2020	
2	Аналіз методів і засобів визначення ПФС	До 03.08.2020	
3	Проектування моделі технології	До 25.08.2020	
4	Визначення вимог	До 14.09.2020	
5	Розробка інформаційної системи	До 05.11.2020	
6	Тестування	До 25.11.2020	
7	Створення інструкції користувача	До 27.11.2020	
8	Оформлення ПЗ + документації	До 30.11.2020	
9	Збереження проекту	До 03.12.2020	
10	Рецензування проекту	До 10.12.2020	
11	Презентація	До 22.12.2020	

Магістрант \_\_\_\_\_

Вакал С.М.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

д.т.н., проф. Лавров Є.А.

## РЕФЕРАТ

Тема роботи «Інформаційна технологія моніторингу психофізіологічного стану людей операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації і управління».

Мета роботи: Розробити інформаційну технологію моніторингу психофізіологічного стану операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації та управління, методом аналізу клавіатурного почерку.

Кваліфікаційна робота магістра виконана в чотири етапи. По-перше, було проаналізовано предметну область дослідження, порівняно можливі біометричні методи пізнання людини та їх значущість у світі. По-друге, встановлено задачі та цілі програмного продукту. На цьому ж етапі досліджено всі можливі методи на алгоритми моніторингу психофізіологічного стану операторів. Дослідження привели до висновку, що найкращим методом обробки та аналізу вхідної інформації є нейронна мережа, тому вирішено використати в роботі тришаровий персептрон Розенблата з механізмом «Переможець забирає все» та для навчання алгоритм Коханена. Зчитані вхідні дані з клавіатури потрапляють до системи для їх редагування та створення еталонного вектору, який при перевірці поточного психофізіологічного стану стане у порівняння нововведених даних. Результатом роботи нейронної мережі є оповіщення співробітників про поточний стан. У програмі передбачено два розмежування користувачів, пояснюється тим, що була необхідність швидкого з'єднання з базою даних. Тому створено спеціальну форму, яка має безліч функцій пов'язаних з діями в базі користувачів. У результаті експериментальних досліджень середнє значення точності роботи системи  $\approx 86\%$ , що повністю підтверджує працездатність всіх алгоритмів і моделей системи.

Проект містить 130 сторінок, 8 таблиць, 85 рисунки, список літератури – 80 найменувань, 6 додатків.

Ключові слова: ПФС, KEYBOARD HANDWRITING; ШТУЧНА НЕЙРОННА МЕРЕЖА; MS Office Access; Matlab; MS visual basic; ПЕРСЕПТРОН; КОХОНЕН.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	7
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....	10
1.1 Аналіз систем обробки інформації та управління як людино-машинних комплексів .....	10
1.2 Аналіз стану розробок у області ергономічного забезпечення систем обробки інформації та управління .....	13
1.3 Задача моніторингу психофізіологічного стану людей операторів автоматизованих систем .....	14
1.4 Дослідження впливу психофізіологічного стану людини на динаміку працездатності .....	15
1.5 Аналіз світового ринку біометричних систем.....	18
2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	20
2.1 Мета та задачі дослідження.....	20
2.2 Аналіз біометричних методів для отримання оптимальних результатів роботи інформаційної системи .....	21
2.3 Аналіз математичних методів обробки зчитаних з клавіатури даних .....	24
2.4 Дослідження алгоритмів навчання нейронних мереж.....	27
2.5 Задачі інформаційної системи моніторингу психофізіологічного стану операторів.....	30
2.6 Вибір засобів реалізації.....	33
3 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ .....	35
3.1 Структурно-функціональне моделювання процесу взаємодії програмного продукту з користувачами.....	35
3.2 Моделювання варіантів використання.....	45
3.3 Проектування моделі бази даних користувачів програмного продукту .....	48

4	РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДЕЙ-ОПЕРАТОРІВ .....	50
4.1	Побудова алгоритмів системи з використанням клавіатурного почерку .....	50
4.2	Представлення користувальницького інтерфейсу програмного продукту .....	52
4.3	Експериментальні дослідження системи моніторингу психофізіологічного стану операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації та управління.....	60
	ВИСНОВКИ.....	67
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	68
	ДОДАТОК А. Планування робіт .....	79
	ДОДАТОК Б. Акт впровадження .....	90
	ДОДАТОК В. Лістинг коду програми .....	91
	ДОДАТОК Д. Інструкція користувача щодо запуску інформаційної технології за розкладом за допомогою планувальника Windows .....	108
	ДОДАТОК Ж. Копії публікацій.....	115
	ДОДАТОК З. Копії дипломів переможця конкурсів студентських наукових робіт	125

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ПФС – Психофізіологічний стан

АСОІУ – Автоматизовані системи обробки інформації та управління

ТОУ – Технологічний об'єкт управління

SADT – Технологія структурного аналізу та проектування

UML – Уніфікована мова моделювання

UC – Діаграма варіантів використання (Use Case)

## ВСТУП

На сьогоднішній день безліч уваги приділяється проблемам систем «людина-машина», які включають в себе АСОІУ, їх ефективності роботи та розподіленню функцій між компонентами системи. Одним із шляхів розвитку є «інтелектуалізація» комп'ютерів, усунення бар'єру між людиною та машиною. Електронним обчислювальним машинам властиво сприймати інформацію з рукописного або надрукованого текстів, голосу, зображення, відбитків і т.п. Комп'ютери здійснили значний перехід від обробки даних до обробки знань.

На жаль, не рідко робоча операційна система, яка має відповідати безлічі параметрів (освітлення, шум, електромагнітне випромінювання та іншим) може бути критичною. Не дивлячись на це, стратегічний акцент «проблемності» змістився в сторону операторів, які працюють в АСОІУ, та людський фактор при проектуванні ергатичних систем потребує зовсім інших відношень і підходів.

Створення максимально комфортних умов високоефективної та безпомилкової діяльності людини в управлінні АСОІУ представляє собою сукупність методів і властивостей, які використовуються на різних етапах розробки та функціонування системи. Дана сукупність це взаємодія вимог і проектних рішень, які цілком направлені на погодження психологічних, психофізичних, антропометричних, фізіологічних характеристик і можливостей людини в структурі АСОІУ та її комплексу технічних засобів.

**Актуальність.** Висока економічна ефективність, технологічна цілісність, а також і експлуатаційна необхідність несе великий вплив на поширення автоматизації в системах. Застосування сучасних технологій забезпечують стабільну якість виконання поставлених завдань за рахунок адаптованості операторів до їх робочих місць. Самопочуття людей завдає неабиякого впливу на цілісну роботу комплексів, а також ставить відбиток на їх здоров'ї, що призводить в подальшому до недієздатності. «Людський фактор» неодноразово досліджували, але задача



автоматизованого моніторингу ПФС людей операторів автоматизованих систем залишилася на етапі удосконалення досліджень.

**Тема роботи.** Інформаційна технологія моніторингу психофізіологічного стану людей операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації і управління.

**Мета.** Розробити інформаційну технологію моніторингу ПФС операторів, що працюють в АСОІУ, методом аналізу клавіатурного почерку.

**Об'єкт дослідження.** Діяльність людей операторів АСОІУ.

**Предмет дослідження.** Інформаційна технологія моніторингу ПФС операторів.

**Гіпотеза дослідження.** Якщо розробити інформаційну технологію моніторингу ПФС людей операторів за допомогою невибагливих методів аналізу клавіатурного почерку та штучних нейронних мереж, то можна оптимізувати роботу людей, не шкодячи їх здоров'ю та не завдаючи втрат і збоїв системам, в яких вони працюють.

**Практичне значення.** За отриманими результатами реалізації інформаційної технології моніторингу ПФС людей формалізуються та оптимізуються процеси «людино-машинної» взаємодії.

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Аналіз систем обробки інформації та управління як людино-машинних комплексів

До основних задач автоматизації належать:

- оптимізація виробництва;
- усунення ручної роботи;
- усунення неграмотної (стосовно кваліфікації) роботи.

Класи ергономічних або ж працюючих людино-машинних систем включають системи обробки даних – АСОІУ. Щодо [16] роботи, то працюючі людино-машинні системи, відомі як системи зі зв'язком людини, техніки та середовища, включають до свого складу сполучення ергатичних та не ергатичних елементи. Їх взаємодія, в наслідок діяльності елементів ергономіки, поєднується в процес цілеспрямованого функціонування, який у результаті отримує заданий якісний та конкретний продукт роботи.

Головними ознаками автоматизованих технологій, які виокремлюють їх серед інших систем, є [32]:

- виконання управління за рахунок ТОУ;
- виконання управління в швидкості протікання ТОУ (зазначено масштабовані періоди часу та використання реальних умов);
- використання автоматизованих системних засобів і операторів, що пов'язані з управлінням ТОУ, для реалізації та виокремлення задач.

До об'єктів управління автоматизованих систем належать ергатичні та технологічні механізми або ж їх сукупні процеси. Людина, яка є оператором, посідає роль ергатичного елемента в АСОІУ. Основними завданнями людини-оператора є дистанційне дослідження, робочий аналіз і реалізувати функції: дії підключення – відключення, контроль перемикачів існуючих режимів, управління факторами систем, які є впливовими, розподілення та обробка необхідних завантажених даних і інші.

Аналіз процесу обробки інформації в АСОІУ дозволяє виявити два типи операторів (в розрізі типів операторської діяльності): оператори – керівники та оператори – виконавці (технологи або дослідники).

Людині-оператору належить вирішальна роль в процесі управління (рис. 1.1). Для аналізу та синтезу діяльності операторів в АСОІУ використовують три види його характеристик [33].

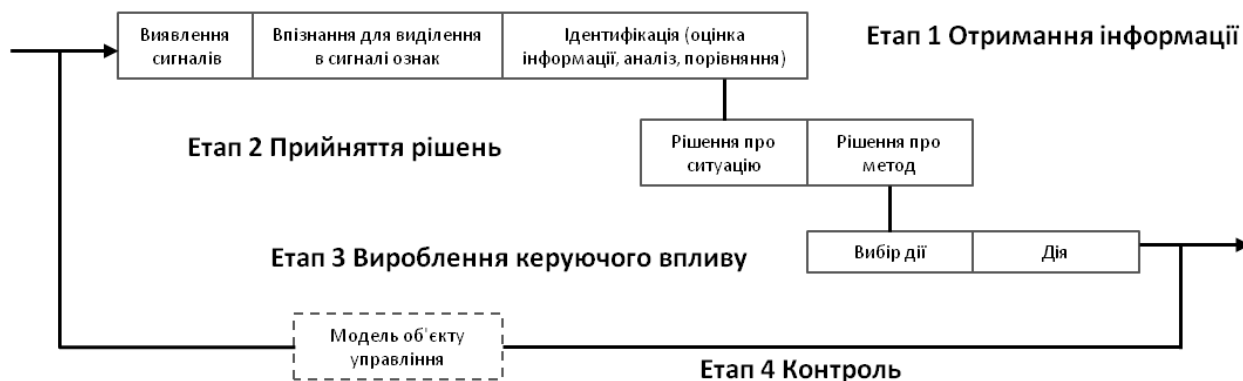


Рисунок 1.1 – Основні етапи діяльності людини-оператора при вирішенні задачі оперативного управління

По-перше, психофізіологічні – ті, які використовуються в сприйнятті відповідних видів сигналів в процесі діяльності. До даних характеристик відносять біометричні дані.

Інший вид – реалізація типових дій або ж операцій. Дані, які входять, несуть в собі визначений характер, а саме безпомилковість та швидкодію, виконання операторів. За допомогою такого роду даних, які направлені на: отримання сигналів (візуальних, звукових), запам'ятовування, обробку, рухові дії (неперервні та дискретні), шляхом впливу на органи управління відбувається реалізація прийняття рішень.

До третього виду характеристик відносяться антропометричні. Пізнання людини за його видимими ознаками: розміром, віком, статтю, національністю тощо.

Аналіз різних процесів обробки інформації (управління) в різних системах дозволив виявити наступні особливості [34, 35, 36, 37, 38]:

- присутність рівнів ієрархії;

- декомпозивання системи на чималу кількість локальних людино-машинних систем;
- чимала кількість людей, які одночасно працюють, взаємодіють з технічною частиною об'єкта управління і між собою осіб різних видів операторів: технологів, дослідників, маніпуляторів і керівників;
- цивілізована система, яка забезпечує взаємозв'язок людей-операторів;
- віддалений доступ людей до розподілених локальних технологічних систем, які взаємодіють з операторами; доступ до програмних продуктів, їх можливих баз даних та інформаційних моделей;
- дозволена реалізація моделі загальної співпраці, за умови декомпозиції задач;
- закріплення при декомпозиції задач окремих функціональних елементів за вказаними людьми-операторами;
- потреба продуктивного виконання задач у режимах нормального та аварійного функціонування;
- перспектива використання типів регламентних і не регламентних заявок на обробку інформації та управління;
- не уточнений час і період надходження заявок другого типу;
- наявність помилок, які можуть призвести до порушень із різноманітних видів і розмірів шкодувань;
- суворі часові рамки на виконання заявок;
- жорсткі вимоги до безпомилковості виконання заявок;
- стовідсотковість виконання ергономічних норм і вимог до робочих місць людей-операторів і до їх значень напруженості та складності задач.

Тож більшість задач, які вирішувалися раніше один раз на етапі проектування та використовувались безліч разів при експлуатації системи, для гнучких систем з не регламентними задачами повинні вирішуватися оперативно з урахуванням особливостей і характеристик реальних операторів, що працюють в системі [39, 40, 38].

## **1.2 Аналіз стану розробок у області ергономічного забезпечення систем обробки інформації та управління**

Протягом останніх років завдання ергономічного забезпечення складних систем набувають все більшої актуальності [1-6]. У зв'язку з цим розробляються математичні моделі та інформаційні технології, спрямовані на пошук ергономічних резервів підвищення ефективності людино-машинних систем [7-12].

Більшість досліджень присвячено опису, оцінці та оптимізації діяльності операторів [13-19], аналізу та оцінці умов праці на робочих місцях [20-25]. Особливе місце в комплексі ергономічних завдань займає задача визначення функціонального стану людини-оператора [26-31].

Різноманітні ергономічні дослідження діяльності операторів проводилися в напрацюваннях різних вчених, дослідників, студентів тощо. На прикладі наступних робіт сформовано напрямки досліджень діяльності людей операторів: операціоніст банку – Ашерев А.Т.[36]; оператор системи безпеки – Ашерев А. Т.[36]; оператор обробки даних – Ашерев А. Т.[36, 32], Анохін О. М.[34, 35], Алонцева Е. Н.[45], Цивільський Ф. Н.[46]; оператор АСУТП електростанції – Федотов Д. К., Буров О. Ю.[47, 48]; оператор зварювального виробництва – Ізотова Є. А.[49]; оператор – комплектувальник – Лавров Є. А.[32]; оператор АСУГВС мех. обробки – Ісаєнко С. Г., Лавров Є. А.[32]; оператор АСУТП прокатного стану – Шевяков А. В.[50]; оператор АСУТП газопроводу – Ісаєнко С. Г.[32]; оператор АСУ (формування технології навчання операторів) – Доровський В. А.[51]; оператор нафтогазопромислу – Бояркін М. О.[52]; оператор суднових систем – Губинський А. І., Євграфов В. Г., Кобзев В. В.[32]; оператор системи «людина-автомобіль» - Гаврилов Е. В.[53], Доля В. К.[54-58], Давідч Ю.А.[25, 26, 21, 22], Волобуєва Т. В.[61]; оператор – пілот – Рева А. Н.[62]; оператор систем спеціального призначення – Чабаненко П. П.[63], Панфілов Ю. І.[64], Герасимов Б.М.[47, 65]; оператор – рятувальник – Васильєв М. В.[66].

У роботах [67, 68], в яких досліджується моніторинг людини з використанням аналізу клавіатурного почерку, графічно продемонстровано збільшення публікацій,

що пов'язані з реалізацією людино – машинної взаємодії за допомогою біометричних даних, з кожним роком.

Щодо реалізованої та введеної в експлуатацію інформаційної системи, на сьогоднішній день, виділено роботу, кандидата технічних наук, доцента, Абашина В.Г [69], який презентував свою працю в 2007 році в Орловському національному технічному університеті. Основним недоліком створеної програми стала відсутність миттєвої можливості визначення поточного функціонального стану людини оператора. А у 2015 році студентка Сумського державного університету реалізувала програмне забезпечення, яке визначило функціональний стан операторів швидко, але не коректно. Основним недоліком даної системи було відсутність адаптації інформаційної технології до кожного з користувачів.

Тому, доцільно вважати, що тема актуальна та потребує різноманітних вдосконалень реалізації моніторингу ПФС операторів в АСОІУ.

### **1.3 Задача моніторингу психофізіологічного стану людей операторів автоматизованих систем**

Кібернетичним засобом роботи в АСОІУ є його технічна сторона, яка виступає додатковим елементом покращення працездатності суб'єкта праці [32]. Саме в цьому й полягає мета антропоцентричного підходу дослідження автоматизованих технологій.

Що стосується мети ергономічного підходу, то вона лежить в пізнанні людських можливостей та їх обмежень, застосуванні отриманих даних людського фактору для оптимізації діяльності між операторами та забезпеченнями, оточуючим середовищем і системами.

Основними завданнями ергономіки є покращення робочих місць та середовища, в якому знаходиться людина, що пов'язана з системами обробки інформації та управління, для того, щоб зменшити до мінімуму ризики різноманітного травмування та створити безпечні та комфортні робочі умови шляхом приєднання людських здібностей у формування робочого простору,

виключаючи фізичні особливості, сенсорні здібності, ставлення операторів одне до одного та до програмного забезпечення, з яким вони працюють. Загальна економічна вартість травм і хвороб на виробництві складає більше ніж 20 млрд доларів. Дані демонструє Safe Work Ukraine (2020).

Проведені дослідження з даного напрямку демонструють найпоширенішу в усьому світі працездатність – незадовільний ПФС співробітників АСОІУ, яка несе загрозу людям різних сфер діяльності (працюючим у офісах, які пов'язані з інформаційними системами, на будівельних об'єктах, сільських угіддях, тощо).

До основних завдань ергономічного проектування [32] відносять регулювання програмних вимог; розподілення завдань між людьми та машинами; аналіз та вибір оптимального рішення; враховуючи фізичні особливості людини та організаційні аспекти, розробка завдань; тестування у віртуальному середовищі різними можливими методами та адаптація конструкцій, систем, до кожного з користувачів.

За умови ефективного та якісного контролю ПФС операторів АСОІУ може виконатися кожна з вище зазначених завдань. Дані про нестабільне, а часом погане, самопочуття людей на підприємствах можуть завдати збої не лише в системах, а і в організмі користувачів програмного забезпечення на їх робочих місцях – стан здоров'я опиняється в межах слабкої форми захворювання, складної, наприклад, потрапляння до лікарні, або ж у найгіршому випадку – летальної.

Отже, першочерговою метою та задачею операторного управління автоматизованими системами є моніторинг ПФС операторів, що працюють в АСОІУ.

#### **1.4 Дослідження впливу психофізіологічного стану людини на динаміку працездатності**

У АСОІУ навички та досвід оператора представлені в ефективності його роботи. Оператор з більш високою ефективністю може швидко та якісно виконати власні завдання, ніж людина з нижчою ефективністю за однаковий проміжок часу.

Автоматизована класифікація ПФС людини є важливою проблемою для оцінки стресостійкості, нагляду за операторами критичної інфраструктури, функціональних та геномно-функціональних досліджень, медичної діагностики, автоматизованого навчання та систем [41]. Найважливішими функціональними станами для цих сфер є стрес і стан спокійного неспання, тобто званий нормальний ПФС.

Останнім часом зросла кількість досліджень, присвячених психофізіологічним порушенням, що виникають у операторів при роботі з автоматизованими системами. Всі вони направлені на вивчення впливу роботи на здоров'я і якість прийняття рішення операторів. Відзначаються зміни функціонального стану не тільки зорової системи, сенсорними скаргами на зоровий дискомфорт і порушення процесів акомодатції, а й виражені зрушення психофізіологічного стану організму в цілому (головний біль, втома, зниження концентрації уваги, працездатності, стійкі психоемоційні і психосоматичні порушення, тощо) [42].

Робота оператора відноситься до розумової праці, незважаючи на велике навантаження на м'язовий апарат. Це пов'язано з тим, що шкідлива робота пов'язана з аналізом графічної і текстової інформації, а фізичне навантаження є побічним, небажаним ефектом.

Тож, переходячи до типів негативного функціонального стану людини на робочому місці, виділяють чотири основних типа [43]: втома, моногонія (знижений свідомий контроль), психічне пересичення та напруженість, тобто стрес.

Термін працездатності несе в собі значення функціональних можливостей людського організму, які впливають протягом певного проміжку часу на якість та об'єм виконаної роботи. Відомий вчений Е.Крепелін (1898) представив чотири основні стадії працездатності людей протягом робочої зміни, за детальним дослідженням результатів показників діяльності (рис. 1.2).

У процесі праці працездатність людини-оператора деталізує графік на 8 фаз (рис. 1.3).



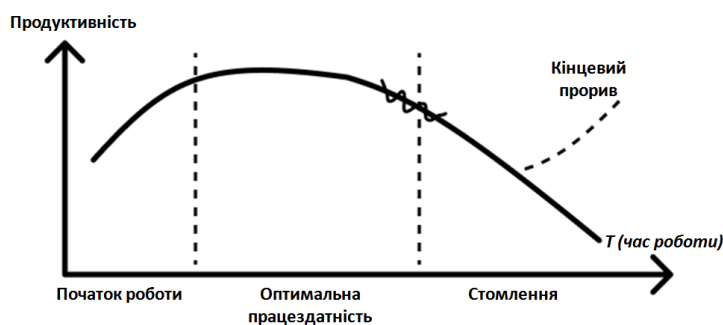


Рисунок 1.2 – Крива працездатності Е. Крепеліна

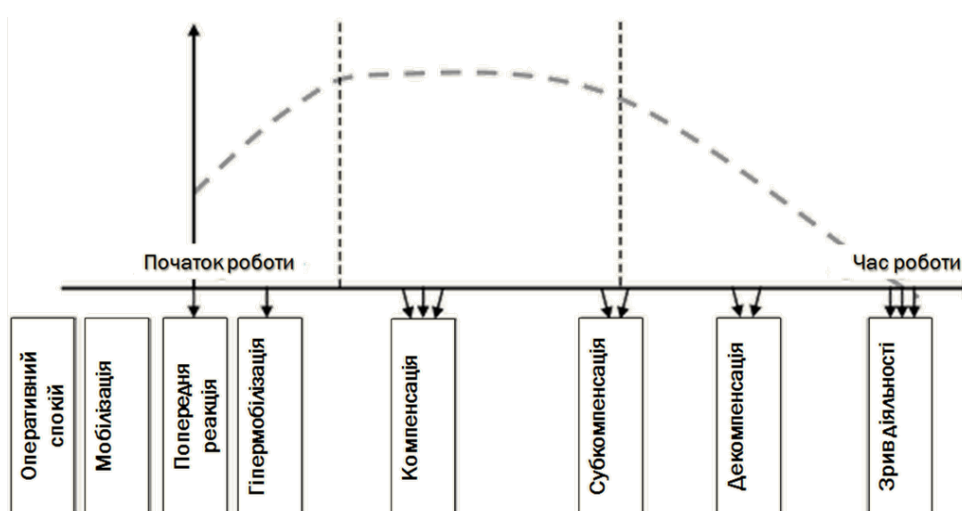


Рисунок 1.3 – Працездатність оператора протягом робочої зміни

У ході кваліфікаційної роботи магістра використано 5 фаз для моніторингу ПФС людини:

1. Активація процесуальних методів діяльності. Іншими словами стадія наростаючої працездатності, протягом якої здійснюється перебудова психофізіологічних функцій від початкового виду діяльності до виробничого.

2. Оптимальна компенсація, характеризується тим, що в Вашому організмі розвивається відносна стабільність або навіть якась зменшення напруженості психофізіологічних функцій. Стан вказує на поєднання з високими робочими показниками.

3. Початкова втома. Даний етап вказує на стан, який починає потребувати додаткових ресурсів для збереження нормативної та високої продуктивності праці. Втома – тимчасове зниження працездатності через виснаження енергетичних

ресурсів організму (можливий подальший позитивний ріст психофізіологічного стану).

4. Компенсуальна втома. Стан у даній фазі характеризується зниженням продуктивності, уповільненням швидкості реакції, появою помилкових і несвоєчасних дій, фізіологічної втоми.

5. Повна відмова від роботи означає повний розпад функціонування систем, що забезпечують життєдіяльність.

### 1.5 Аналіз світового ринку біометричних систем

Біометричні технології ідентифікують людину за її власними біологічними ознаками. Виділяють два типи систем біометричних даних:

- статичні біометричні дані (ДНК, відбитки пальців, геометрія руки, райдужна оболонка ока, тощо);
- динамічні біометричні дані (динаміка відтворення підпису, хода, динаміка набору тексту, голос, тощо).

За даними міжнародної консалтингової компанії J'son & Partners Consulting [44] представлено графік об'єму світового ринку біометричних систем у період 2015-2022 років (рис. 1.4).

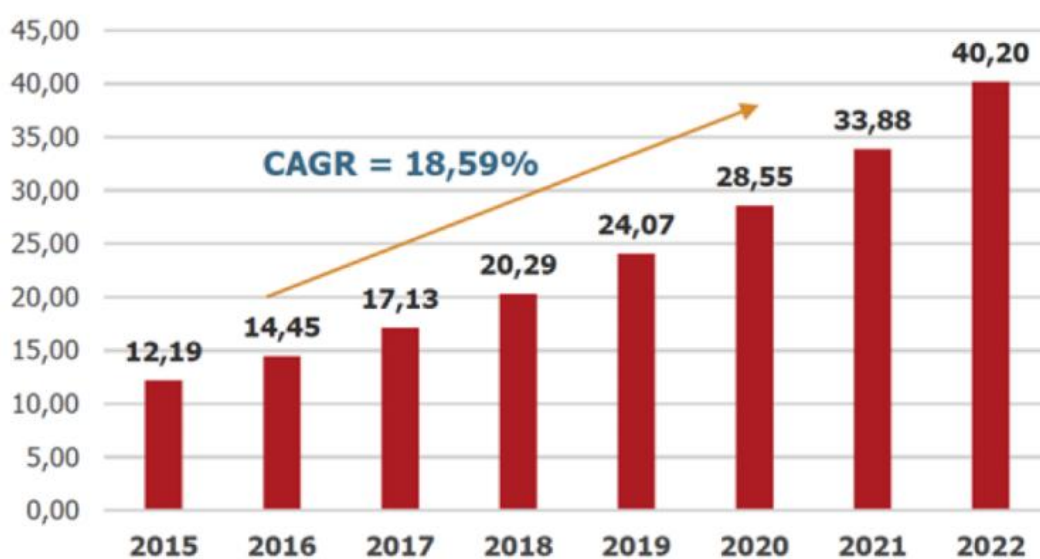


Рисунок 1.4 – Об'єм світового ринку (млрд.дол.США)

Залежно від методів біометричного розпізнавання людини європейські споживачі виділяють найбільш актуальною комбінацію PIN-кода та біометрії (рис. 1.5) [70].



Рисунок 1.5 – Графік переваг біометрії серед європейських споживачів

Дана біометрія включає в себе клавіатурний почерк, який досліджено в кваліфікаційній роботі магістра. Клавіатура має ряд переваг на відміну від інших методів дослідження ПФС операторів:

- клавіатура є найбільш природним способом введення інформації;
- для отримання інформації необхідний всього лише лічильник часу і контролер обробки сигналів від пристрою введення інформації, при цьому ніякого дорогого апаратного забезпечення не вимагається;
- аналіз клавіатурного почерку не залежить від зовнішніх чинників впливу на стан користувача;
- внутрішні чинники впливу також враховуються при вимірюванні клавіатурного почерку та нам не обов'язково знати їх кількість і ступінь впливу, так як відбувається відстеження загального стану користувача і прийняття рішення про його допуск до роботи.

## 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Мета та задачі дослідження

У ході виконання кваліфікаційної роботи магістра було поставлено задачу розробити інформаційну технологію моніторингу ПФС людей операторів, що працюють в АСОІУ.

Основна мета полягає в адаптації кожного оператора до створеної інформаційної системи без використання додаткових програмних забезпечень та швидкому розпізнаванню власного функціонального стану за допомогою налаштованого зручного інтерфейсу системи. Задачі роботи сформовані у результаті проведеного аналізу предметної області. Далі представлений їх перелік. Провести:

- аналіз існуючих методів і засобів визначення ПФС оператора АСОІУ;
- планування робіт проекту;
- розробку алгоритмів та математичних моделей, які відповідатимуть реальним ПФС людини;
- вибір конкретної типової локальної обчислювальної мережі та розробку всіх інформаційних даних, що пов'язані з представленням, перетворенням і передачею їх локальною обчислювальною мережею;
- розробку алгоритму оповіщення про прийняте рішення щодо поточного стану користувача системи;
- експериментальні дослідження з ціллю формування параметрів для моніторингу ПФС операторів АСОІУ.

Більш конкретною задачею є те, що слід розробити алгоритми отримання як вхідних так і вихідних даних для автоматизованого моніторингу стану операторів, зручного та швидкого оповіщення про поточний ПФС людини, що працює в АСОІУ. Також побудувати математичну модель, яка б обрала найкращий метод реалізації поставленої мети.

## 2.2 Аналіз біометричних методів для отримання оптимальних результатів роботи інформаційної системи

Біометричні технології діляться по типу досліджуваної ознаки на статичні (засновані на невід'ємних унікальні властивості) і динамічні (засновані на психофізіологічних особливостях). Відомо, що статичні методи біометричних технологій мають різний ступінь надійності. Ці системи класифікуються наступним чином, починаючи з самих надійних та закінчуючи менш надійними [76]:

- розпізнавання ДНК. Найнадійніший метод, але дуже складний в реалізації. Не використовується в комерційних продуктах;
- сканування сітківки очного дна інфрачервоним лазером. Існує думка, що воно шкідливе для очей, тому деякі країни, наприклад Китай, відмовилися від використання цієї технології;
- розпізнавання малюнка райдужної оболонки. Ця технологія найбільш розвинена в США;
- сканування відбитків пальців. Найбільш популярна і дешева технологія, яка використовується у всьому світі;
- визначення геометрію кисті руки або особи, метод заснований на настрої тривимірної моделі руки або особи;
- розпізнавання рис обличчя, обробляючи інформацію з камер спостереження;
- малопоширені методи розпізнавання по тепловому випромінюванню різних частин тіла, залоз людини, по ході, формі тіла. Лідером за кількістю проведених досліджень, є США.

Методи біометричних технологій як статичні, вимагають для застосування наявність дорогого забезпечення для зчитування інформації про користувача, а, отже, мають високу вартість.

Методи динамічної біометрії мають перевагу в порівнянні зі статичними методами. Статичні методи дані людині природою від народження, а тому є незмінними протягом життя, дуже рідко відчутні невеликі зміни в певних рисах

людини. Отже, якщо підробити, наприклад, відбиток пальця людини або зробити об'ємну копію його голови, можна безперешкодно користуватися підробленим ключем до системи протягом усього життя і людина не зможе його змінити. Методи динамічної біометрії дозволяють змінювати біометричний еталон, тобто ті дані, які характеризують конкретну людину. Наприклад, при зміні ключової фрази, незалежно від того, вимовляється вона, або пишеться, повністю змінюється еталон користувача. Це дозволяє змінювати біометричний еталон в разі виявлення його підробки.

Динамічні методи побудовані на психофізіологічних особливостях людини, тобто на особливостях підсвідомих рухів при будь-якій діяльності. Вважається, що динамічні методи менш надійні, якщо їх використовувати для моніторингу, так як залежать від ПФС людини. Динамічні методи біометрії, в порядку убування надійності, розташовані в такий спосіб, а саме розпізнавання:

- рукописного почерку;
- клавіатурного почерку;
- мовних і голосових характеристик.

Технології рукописного почерку та мовних і голосових характеристик потребують використання додаткових пристроїв для реалізації таї забороняють створювати достовірний моніторинг ПФС оператора.

З іншого боку, сучасні дослідження показують, що клавіатурний почерк користувача має стабільність [77], що дозволяє ідентифікувати користувача, що працює з клавіатурою з високим ступенем точності. Клавіатурний почерк має індивідуальність, як і інші характеристики людини.

Істотний недолік цього методу для моніторингу – сильна залежність клавіатурного почерку від ПФС користувача.

Робота з даними клавіатурного почерку можлива наступними способами:

- по набору ключової фрази;
- по набору довільного тексту.

Будь-яка біометрична технологія застосовується поетапно: отримання інформації про об'єкт; витяг індивідуальної інформації; формування шаблону;

порівняння поточного шаблону з еталонним шаблоном. Біометричні методи встановлюють відповідність конкретних поведінкових характеристик користувача деякому заданому шаблону. Системи моніторингу складаються з двох модулів: модуль реєстрації користувачів та модуль перевірки їх поточного ПФС. Після введення оператором ключової фрази визначається особиста інформація за кожним із користувачів, що належить наступним характеристикам співробітника:

- значення кількості помилок при наборі;
- урахування інтервалів між натисканнями клавіш;
- значення часу утримання клавіш;
- кількісне число перекриттів між клавішами;
- ступінь аритмічності при наборі;
- швидкість набору.

Шаблон або еталон формується як деяка множина значень, отриманих в результаті контрольованої будь-яким чином процедури збору інформації про користувача. Далі проводиться адаптація математичної моделі, найчастіше побудованої на основі штучної нейронної мережі.

Для отримання інформації про поточний ПФС оператора необхідно зчитувати дані, які отримані від аналізу клавіатурного почерку та відображають розвиток втомних моторних функцій людини, а, отже, і її загальний стан. До таких даних належать: час пов'язаний з утриманнями та між утриманнями натиснутих клавіш.

Використання клавіатурного почерку з метою визначення ПФС оператора АСОІУ має такі переваги:

- використання природного способу введення інформації в персональний комп'ютер операторів;
- прийнятна точність вимірювань;
- наявність отримання виконання у вигляді програмного забезпечення, не застосовуючи додаткові апаратні засоби.

На підставі вищевикладеного прийнято наступне рішення: для експериментального підтвердження можливості визначення зміни стану оператора використовувати метод динамічного біометричного моніторингу за допомогою

клавіатурного почерку з поточною обробкою параметрів. Перед використанням методу біометричного моніторингу необхідно проводити обчислення наявності у людини клавіатурного почерку. Із теорії машинопису випливає необхідність здійснення повторної перевірки кожні півроку. Усім співробітникам, які працюють з АСОІУ, рекомендовано раз на півроку проходити медичну комісію [15]. Очевидно, для отримання найбільш точного результату необхідно поєднувати проходження медичної комісії та перевірку на наявність клавіатурного почерку.

Визначення ПФС оператора за допомогою даного методу проводиться з розрахунку гальмування моторних функцій людини. Тому дану величину можна описати як зміну часу утримання клавіш і часу між натисканнями.

### **2.3 Аналіз математичних методів обробки зчитаних з клавіатури даних**

Для визначення ПФС стану оператора необхідно здійснювати зчитування інформації і обробляти зміну проміжків часу між підсвідомими рухами при роботі з пристроями введення інформації. Однією з основних труднощів при роботі з цими даними є велика кількість помилок (викидів), тобто коли відхилення дуже високі. Вирішення цієї проблеми можливе за допомогою апарату математичної статистики або підходу нейронної мережі [78, 79].

На відміну від методу, заснованого на математичній статистиці, застосування нейромережевого підходу до задачі моніторингу користувача за клавіатурним почерком дозволяє вирішити ряд проблем, що виникають при використанні стандартних методів статистичної обробки вхідного потоку даних [78].

Зокрема, застосування статистичних методів обробки даних базується на твердженні, що вхідні величини підпорядковані нормальному закону розподілу, хоча в ряді випадків це твердження не так. Наприклад, проведені дослідження показують, що час утримання клавіш при малому кроці дискретизації описується перетином двох нормальних розподілів, що призводить до великих похибок при розрахунку еталонних характеристик користувача.



Власні дослідження минулих років доводять, що найбільш перспективним математичним апаратом обробки біометричних даних є нейронні мережі, тому що вони мають здатність до навчання і узагальнення, стійкі до помилок, фільтрують випадкові перешкоди, які присутні у вхідних даних, що дозволяє відмовитися від алгоритмів згладжування експериментальних залежностей, необхідних при статистичній обробці даних. Необхідність використання нейронних мереж підтверджується ще й тим, що є неможливість формалізації процесів, що впливають на зміну біометричних даних, відсутність ефективних алгоритмів розв'язання поставленої задачі.

На відміну від стандартної теорії розпізнавання, нейронна мережа не поділяє ознаки на значущі і не значущі. У нейронних мережах навіть незначні ознаки в деяких випадках можуть відігравати важливу роль.

На сьогоднішній день, одним із найпоширеніших методів рішення поставленої задачі служить тришаровий перцептрон Розенблата (рис. 2.1). Даний метод має конфігурацію з трьох основних шарів:

- вхідний, складається з  $n_1$  формальних нейронів з лінійною активаційною функцією, де  $n_1$  – розмірність вхідного вектора, що містить параметри клавіатурного почерку користувача;
- прихований, складається з  $n_s$  формальних нейронів з сигмоїдною активаційною функцією;
- вихідний, складається з  $k$  формальних нейронів з сигмоїдною активаційною функцією, де  $k$  – число зареєстрованих користувачів.

Даний підхід до задачі моніторингу ПФС оператора за клавіатурним почерком дає ряд переваг. Основна – збільшення розмірності вектора, який в свою чергу містить еталонні характеристики користувача, а також дозволяє спростити математичний апарат обробки даних, при цьому зменшуючи ймовірність появи помилок другого роду. Єдиним недоліком даної системи є те, що для нормального функціонування цього методу необхідна обробка великих масивів даних, тому процес навчання штучної нейронної мережі затягується на деякий проміжок часу.

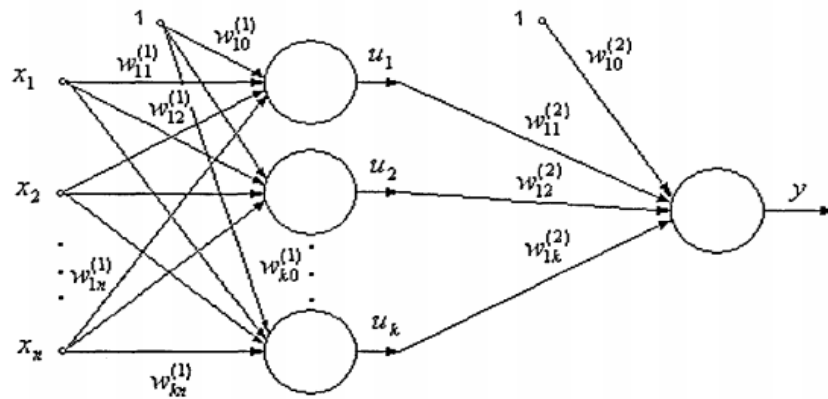


Рисунок 2.1 – Модель перцептрона Розенблата (тришаровий)

Багат шаровий перцептрон складається з нейронів, розташованих на різних рівнях. Кожен нейрон представляється у вигляді двох формул:

$$y_i = \left( \sum_{j=1}^{n_i} w_{ij} x_j(t) + w_{i0} \right) \quad (2.1)$$

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\beta x}} \quad (2.2)$$

Перший вираз здійснює підсумовування вхідних значень з урахуванням ваг і зсуву. Другий вираз – сигмовидна активаційна функція. Відповідно до вищесказаного вихідний сигнал багат шарового перцептрона розраховується за формулою:

$$y_r = f \left( \sum_{i=0}^k w_{ki}^{(2)} v_i \right) = f \left( \sum_{i=0}^k w_{ki}^{(2)} f \left( \sum_{j=0}^{n_s} w_{ij}^{(1)} x_j \right) \right), \quad (2.3)$$

де  $x_j$  – вхідний сигнал,  $w_{ij}^{(2)}$  – відповідна вага вхідного шару,  $w_{ki}^{(2)}$  – вага вихідного шару. Тобто на значення вихідного сигналу впливають ваги обох шарів, тоді як сигнали, вироблені в прихованому шарі, не залежать від ваг вихідного шару.

Обробка нейронною мережею знімає проблему розрахунку випадів вхідних значень, але створені архітектури мереж, які обробляють біометричні дані, не відповідають поставленому завданню, тобто вони не дозволяють дізнатися ступінь відхилення від еталону. Вони дозволяють дізнатися чи є розбіжність між

еталонними даними і вхідними значеннями випадковим чи ні, тобто вирішують завдання класифікації даних.

У зв'язку з вмістом в даних клавіатурного почерку шумовий інформації, необхідно приймати рішення про поточний ПФС з урахуванням його стану в попередній момент часу. На сьогоднішній момент відсутні математичні моделі, що описують всі фактори впливу на стан оператора, тому описати в чітких термінах зміну ПФС неможливо. Здійснити моніторинг вийде лише в нечітких описах, тому що ПФС залежить від безлічі факторів, як зовнішніх так і внутрішніх.

Як відомо на ПФС людини впливає безліч чинників, це може бути довготривалість робочого дня, мотивація (тобто зацікавленість в роботі та результаті), вольове зусилля, звикання, навчання та когнітивний комфорт. Тому для правильного визначення стану оператора слід враховувати всі фактори.

## **2.4 Дослідження алгоритмів навчання нейронних мереж**

Однією з найбільш відомих структур штучних нейронних мереж є багат шарова (повнозв'язна нейронна мережа). Саме в ній наявне сполучення кожного нейрона окремо, які знаходяться в довільних шарах, із усіма аксонами (вихідними зв'язками) нейронів попереднього шару. Що стосується першого шару, то зв'язок відбувається з усіма входами штучної нейронної мережі [80]. Як результат, вибір алгоритму навчання такого роду нейронної мережі з використанням учителя є логічним, так як справедливі вихідні стани нейронів цільного шару попередньо визначені та налаштування синоптичних (вхідні зв'язки, які є односпрямованими) зв'язків прямує до мінімуму похибки на виході нейромережі. У багат шарових мережах кращі вихідні значення в усіх шарах нейронів, за винятком останнього, найчастіше невідомі. Починаючи з двошарового персептрону й більше, намагання навчити нейронну мережу стає неможливим, якщо керуватися виключно значеннями похибок на виходах.

Існує декілька варіантів вирішення вище описаної проблеми [80]. По-перше, слід розробити набори вихідних сигналів, які б відповідали вхідним. Дані дії

необхідні для кожного з шарів штучної нейронної мережі, але за певних умов не можливо завжди це виконати. Другим варіантом виступає динамічне налаштування вагових коефіцієнтів вхідних зв'язків. Даний метод потребує чималих циклічних розрахунків, адже в ході роботи спочатку обираються найслабші зв'язки, потім прямують до зміни на менше значення та останнім кроком є збереження лише тих змін, які стали причиною зменшення похибки на фінальному виході мережі. Останнім варіантом є процедура зворотного поширення, яка має переваги серед попередніх двох. Поширення сигналів похибки відбувається від виходів до входів, тобто в напрямку протилежному до прямого поширення сигналів, який притаманний при стандартному режимі.

Тож вибрано останній варіант, до якого і було розроблено алгоритм із 5-ти кроків. По-перше, слід надати входам мережі один із існуючих образів і, керуючись звичайним ходом функціонування штучної нейронної мережі (зазначено вище), визначити значення останніх. Для виконання даного кроку слід врахувати формули (2.4 – 2.6).

$$s_j^{(n)} = \sum_{i=0}^M y_i^{(n-1)} \cdot w_{ij}^{(n)}, \quad (2.4)$$

$$y_j^{(n)} = f(s_j^{(n)}), \quad (2.5)$$

$$y_q^{(0)} = I_q, \quad (2.6)$$

де  $M$  – кількість нейронів в шарі  $(n-1)$ , враховуючи нейрон зі сталим вихідним станом  $+1$ , який бере участь у встановленні зміщення;  $y_i^{(n-1)} = x_{ij}^{(n)}$  –  $i$ -й вхід нейрона  $j$  слоя  $n$ ;  $f()$  – функція сигмоїд;  $I_q$  – деякий складник вхідного образу.

До другого кроку належить розрахувати  $\delta^{(N)}$  для вхідного шару та зміну ваг шару за допомогою формул (2.7 – 2.9)

$$\delta_i^{(N)} = (y_i^{(N)} - d_i) \cdot \frac{dy_i}{ds_i}, \quad (2.7)$$

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -\eta \cdot \delta_j^{(n)} \cdot y_i^{(n-1)}, \quad (2.8)$$

$$\Delta w_{ij}^{(n)}(t) = -\eta \cdot (\mu \cdot \Delta w_{ij}^{(n)}(t-1) + (1-\mu) \cdot \delta_j^{(n)} \cdot y_i^{(n-1)}), \quad (2.9)$$

де  $y_i^{(N)}$  – поточний вихідний стан нейрону з вихідним шаром N нейромережі;  
 $d_i$  – кращий вихідний стан і-го нейрону;  $\frac{dy_i}{ds_i}$  – похідна;  $\Delta w_{ij}^{(n)}$  – зміна вагового коефіцієнту;  $\eta$  – коефіцієнт навчальної швидкості,  $0 < \eta < 1$ ;  $\mu$  – коефіцієнт інертності;  
 $t$  – номер поточної ітерації.

У кроці три слід розрахувати за формулами (2.10) та (2.8) розмірність та зміщення ваг для всіх шарів, що залишилися,  $n=N-1, \dots, 1$ .

$$\delta_j^{(n)} = \left[ \sum_k \delta_k^{(n+1)} \cdot w_{jk}^{(n+1)} \right] \cdot \frac{dy_j}{ds_j} \quad (2.10)$$

У четвертому кроці відбувається корегування всіх ваг нейронної мережі:

$$w_{ij}^{(n)}(t) = w_{ij}^{(n)}(t-1) + \Delta w_{ij}^{(n)}(t), \quad (2.11)$$

де  $\Delta w_{ij}^{(n)}$  – зміна вагового коефіцієнту;  $t$  – номер поточної ітерації.

На останньому кроці – перевірка. Якщо похибка мережі суттєва, тоді перейти слід на перший крок. У іншому випадку – завершення алгоритму.

Доповнення алгоритму поширення сигналів похибки алгоритмом Кохонена надає мережі нову можливість класифікувати дані та узагальнювати пропоновану інформацію. У результаті роботи алгоритму Кохонена отримуємо образ, який є розподіляючою картою векторів із значень навчальної вибірки. Таким чином, в модель Кохонена вирішує задачі виявлення кластерів у межах вхідних образів.

Мережа навчається без учителя, взявши за основу самоорганізацію. У ході навчання вектори ваг нейронів прямують до центрів кластерів (скупчення векторів навчальної вибірки). В основі етапу вирішення інформаційних завдань мережа пов'язує новий представлений образ з одним створеним кластером, а також встановлює категорію, яка вказує на його приналежність до скупчення.

Мережа Кохонена утворюється з єдиного шару нейронів. Число значень входів кожного нейрона дорівнює величині вхідного образу. Щодо числа нейронів, то воно знаходиться ступенем інформативності, де починаючи з поточного моменту слід зробити кластеризацію набору бібліотечних образів. При достатній кількості нейронів і оптимальних параметрах навчання мережа Кохонена здатна не лише розмежовувати основні сукупності образів, а й налаштувати логічну структуру кластерів, які отримано в ході роботи штучної нейронної мережі. У цьому випадку буде відповідність близьких вхідних образів і карт нейронної активності.

Усі нейрони мають інформацію про кластер-згусток у межах вхідних образів. Таким чином, алгоритм Кохонена здатний до узагальнення. Конкретному кластеру може відповідати і кілька нейронів з близькими значеннями векторів ваг, тому вихід з ладу одного нейрона не такий критичний для функціонування шару Кохонена.

Тому планується вибір архітектури нейронних мереж, а саме тришаровий перцептрон Розенблата з механізмом WTA (Winner Take All – Переможець забирає все) та для навчання алгоритм Кохонена. Даний метод допоможе позбутися від зайвих шумових випадів, які не впливають на зміну ПФС операторів. Визначення стану відбувається за рахунок порівняння еталонних значень.

## **2.5 Задачі інформаційної системи моніторингу психофізіологічного стану операторів**

Інформаційна система має виконувати ряд задач, які в програмному продукті реалізовані за допомогою вікон та кнопок:

- розробити форму авторизації користувача, яка поділяє користувачів на 2 типи – адміністратори та користувачі системи. Адміністратори мають більше прав, ніж користувачі, тому їм слід надати доступ до бази даних, де зберігається інформація про користувачів і їх ПФС;
- розробити панель керування для адміністратора з можливістю додавати нових користувачів, редагувати їх дані та видаляти за необхідності;

- передбачити виведення інформації їх ПФС у вигляді звіту з персональними даними користувача та його ПФС за певний проміжок часу;
- Розробити алгоритми та моделі для введення та обробки даних з клавіатури, а також створення еталонного значення для перевірки, до якого ж з класів буде відноситися поточний стан людини.
- розробити форму, яка доступна для навчання вхідних даних (дані з клавіатури – час натискання та час утримання клавіш), їх обробки в межах нейронної мережі, а також формування еталонного вектора, за яким буде здійснюватись перевірка ПФС поточного стану;
- передбачити повідомлення для користувачів про їх поточний стан та занесення даних перевірки до бази даних відповідного користувача;
- встановити обмеження на поля введення, наприклад Прізвище, Ім'я та По батькові писати лише українською мовою, Номер телефону за шаблоном, Email тільки англійською з використанням цифр та обов'язково знаком «@», для Логіна та Паролю використання лише літер англійської мови та арабських цифр, у всіх полях встановити заборону на використання «Пробілу», так як поля окремі для введення всіх даних, тощо;
- забезпечити автоматичне заповнення та створення необхідних файлів, папок, тощо;
- розробити інтерфейс, зручний та зрозумілий користувачеві, з усіма можливими поясненнями та зв'язком з головним розробником для швидкого уточнення необхідних питань.

Вхідними даними для перевірки ПФС людини-оператора виступають введенне слово, точніше його інформація про введення (час натискання та час утримання клавіші) (рис. 2.2).

Файл	Правка	Формат	Вид	Справка						
0	0.075	-0.849	0.061	0.329	0.059	0.325	0.075	0.118	0.073	
0.203	0.061	-0.216	0	0.367	0.085	0.273	0.051	0.117	0.075	
0.322	0.056	0.077	0.061							
0	0.046	-0.341	0.078	0.421	0.062	0.733	0.046	0.078	0.062	
0.109	0.062	-0.057	0	0.196	0.078	0.109	0.062	0.109	0.078	
0.374	0.062	0.078	0.078							
0	0.068	-0.704	0.061	0.147	0.087	0.341	0.068	0.11	0.07	

Рисунок 2.2 – Фрагмент зчитаних з клавіатури даних

Зчитані дані формуються за результатом введення слова, яке повинне змінюватися кожні пів року (обґрунтування в п. 2.2 цього ж розділу). На сьогоднішній день запрограмоване введення слова з 12 літер українського алфавіту, яке після зчитування, передає до тришарового перцептронну Розенблата 24 вхідних даних (за одне введення).

У результаті роботи з програмою користувач має змогу отримати моніторинг його ПФС у відповідності до навчених вхідних даних. Якщо обробка та навчання відбувається з урахування незначної кількості поданих даних, то результат буде менш точним. Результатом системи є відповідність стану користувача фазам працездатності, їх виділено 5: початковий період роботи (1); етап високої продуктивності праці (2) та етап з вираженим падінням продуктивності (2).

Нижче схематично продемонстровано роботу програмного продукту з використанням всіх необхідних програм та елементів функціоналу (рис. 2.3).

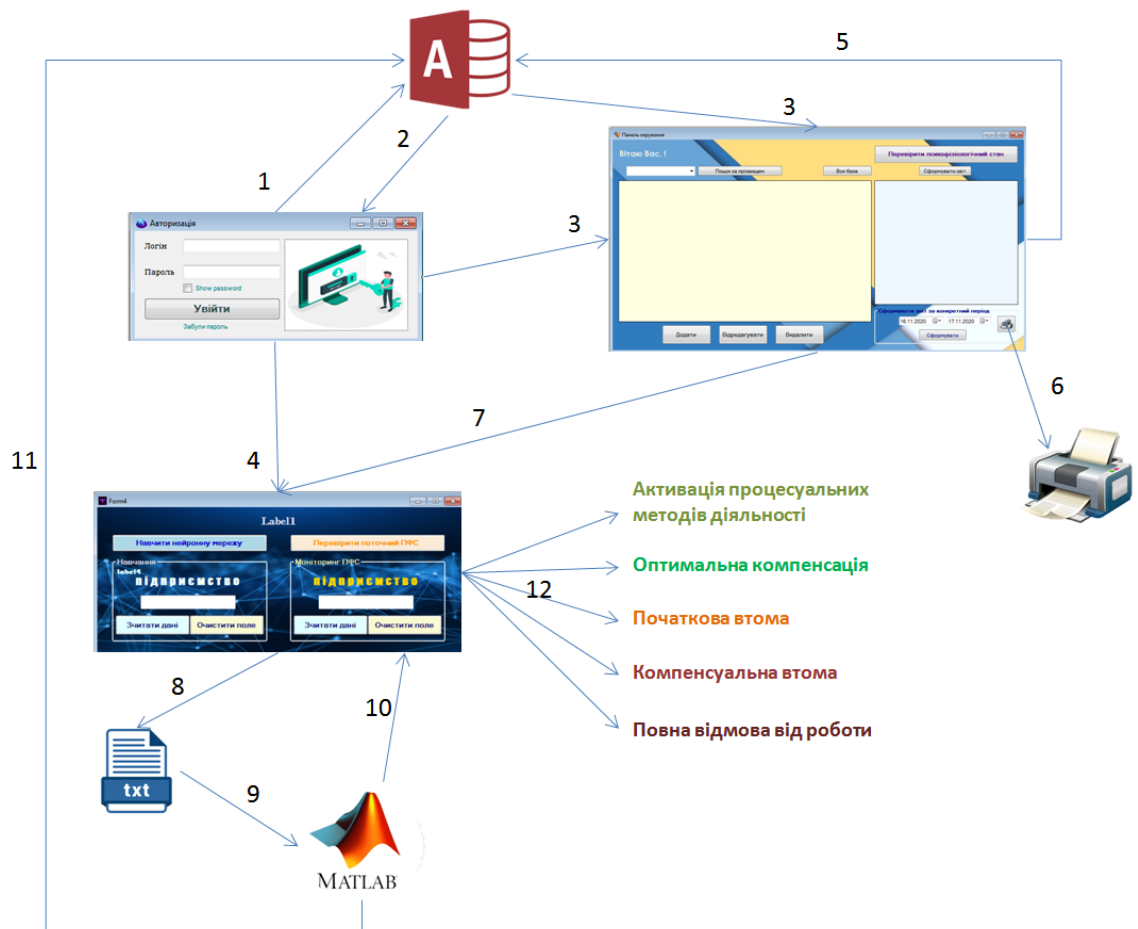


Рисунок 2.3 – Модель роботи інформаційної системи



Значення «1» та «2» – перевірка на наявність користувача в базі даних.

«3» з боку форми авторизації відповідність адміністратора, тому перехід до панелі керування, де можна створити, редагувати та видалити необхідного користувача.

«3» з боку бази даних відповідає поданню всіх даних, що є в базі – інформація про користувача та його ПФС у результаті перевірок, якщо наявні.

«4» перехід до основної частини програми, де відбувається введення вхідних даних, налаштування їх з урахуванням ваг, створення та навчання нейронної мережі за ними, створення еталонного вектору та перевірка поточного стану, відносячі нововведений вектор до одного з класів «12» у вигляді повідомлень (обґрунтування класів наведене в п. 1.3 першого розділу).

«5» подання до бази змінених даних про користувачів.

«6» можливість роздрукувати звіт про поточний стан користувачів за певний проміжок часу з урахування передогляду друку.

«7» перехід до форми моніторингу ПФС оператора.

«8» запис зчитаних даних до текстового файлу для передання їх в пакет прикладних програм «9», де відбуваються всі дії з нейронною мережею та «10» і «11» передачею інформації про симуляцію до форми та бази даних користувачів відповідно. Форма надасть результат про моніторинг поточного ПФС оператора «12».

## 2.6 Вибір засобів реалізації

Вибір програм для реалізації відбувався за рахунок їх порівняння зі схожими. У результаті обрано ряд програм як основну так і допоміжні для адекватного моніторингу ПФС людини-оператора (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Вибрані програмні продукти

Програма/файл	Головні/Допоміжні	Обґрунтування вибору
MS Visual Basic	Головна	додатки керуються подіями;

Продовження таблиці 2.1.

Програма/файл	Головні/Допоміжні	Обґрунтування вибору
MS Visual Basic	Головна	підтримує принципи об'єктно-орієнтованого дизайну; повна система розробки додатків для Windows; простий синтаксис, що дозволяє дуже швидко освоїти мову; використовує елементи керування ActiveX, динамічно пов'язані бібліотеки (DLL) та надбудови; версія використовує для програмування програм Office.
MS Office Access	Допоміжна	потужна програма, що пропонує широкий діапазон засобів для ефективного управління інформацією; повністю сумісний з операційною системою Windows; постійно оновлюється виробником, тому проблем при інтеграції з VB не виникало; розвинена система довідки та зрозумілий інтерфейс.
Пакет Matlab	Допоміжний	є впровадження та перевірка власних алгоритмів; велика база вбудованих алгоритмів; можливість викликання зовнішніх бібліотек; виконує широкий аналіз та візуалізацію даних; створення програми з графічним інтерфейсом.
Текстовий файл	Допоміжний	немає потреби в інтерфейсі складного рівня; всі програмні забезпечення мають змогу зчитати та вписати дані до файлів; перевірка здійснюється на всіх персональних комп'ютерах.

## **3 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

### **3.1 Структурно-функціональне моделювання процесу взаємодії програмного продукту з користувачами**

На сьогоднішній день для опису бізнес-процесів інформаційних систем існує велика кількість методів моделювання. Для структурно-функціонального моделювання найчастіше використовують SADT.

Моделі SADT, а саме IDEF0, найбільш зручні при виявленні функцій організації. Вони показують функціональну структуру об'єкта, тобто вироблені дії та зв'язку між цими діями. Таким чином, чітко простежується логіка і взаємодія бізнес-процесів організації.

Основною перевагою нотації IDEF0 є можливість отримати повну інформацію про кожну дію, завдяки жорстко регламентованій структурі організації. За допомогою SADT-моделі можна виявити всі недоліки, які стосуються не тільки самої дії (функції), але і за допомогою чого воно реалізується: дублювання функцій, відсутність механізмів, що регламентують цей процес, відсутність контрольних переходів і т.д.

Метою реалізованої в дипломній роботі IDEF0 моделі є описати функціонування системи моніторингу психофізіологічного стану операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації та управління. Діаграма розрахована на точку зору користувача.

Вхідними даними до функції «Моніторинг психофізіологічного стану людей операторів» на контекстній діаграмі процесів є: а) аутентифікаційні дані (логін, пароль) – дані, що є в базі користувачів; б) дані з клавіатури – зчитані системою час натискання та час утримання клавіші введеного слова для створення/навчання нейронної мережі і моніторингу психофізіологічного стану людини; в) вихідна база даних про користувачів – значення персональних даних операторів, які працюють на

підприємстві; г) час запуску системи – налаштований час у параметрах MS Windows для автоматичного запуску системи через необхідні проміжки часу.

На рис. 3.1 показані основні елементи графічної нотатції IDEF0.

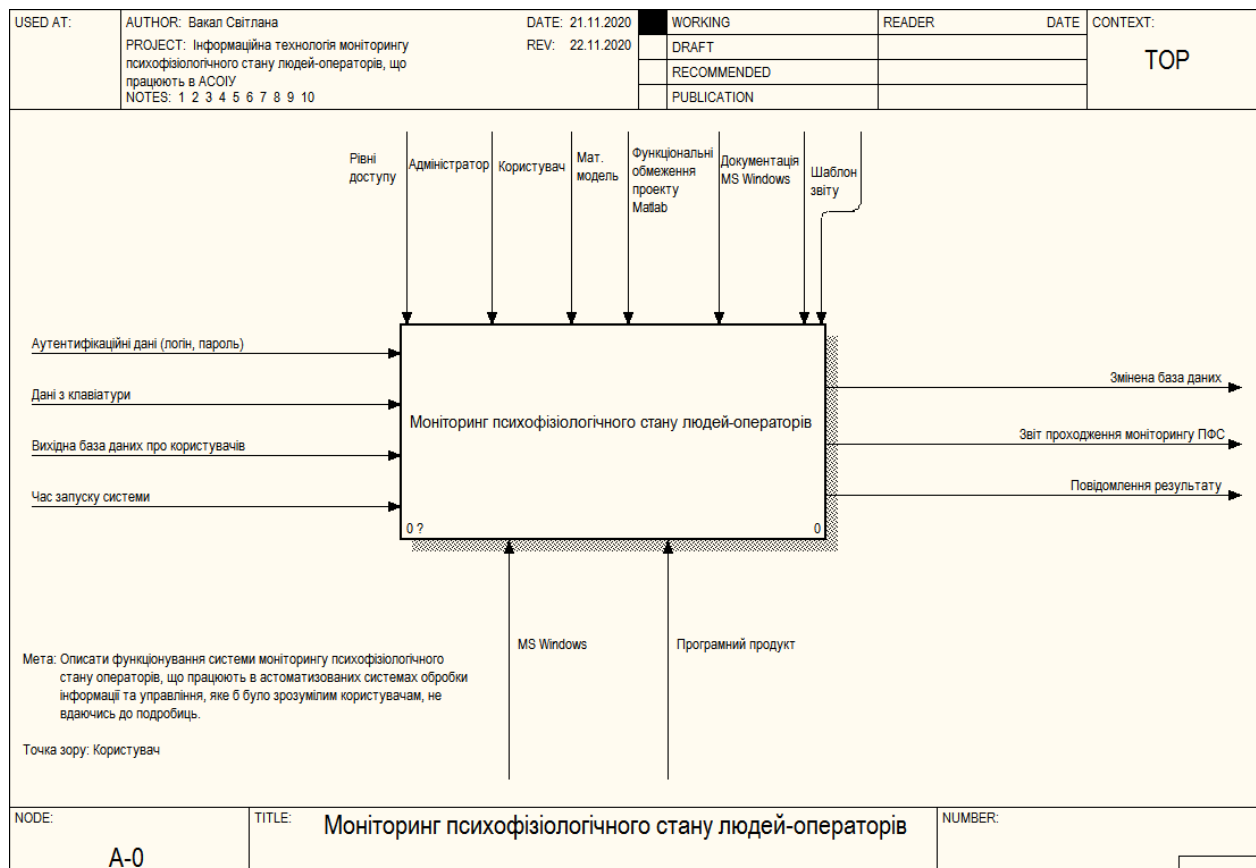


Рисунок 3.1 – Контекстна діаграма

Щодо елементів керування, то вони визначені з міркувань про контроль роботи над процесом моніторингу психофізіологічного стану, і мають наступні елементи:

- рівні доступу (для адміністратора, для користувача);
- адміністратор (людина з доступом до панелі керування та перевірки поточного стану);
- користувач (доступ тільки до перевірки поточного стану);
- математична модель (модель, яка регулює дії над введеними даними);
- функціональні обмеження пакету Matlab (включає в себе форму запуску та роботи з вхідними та вихідними даними);

- документація MS Windows (обмеження в часі для запуску додатку);
- шаблон звіту (макет виведення на друк результатів тестувань операторів).

Механізмом функції є сам програмний продукт (дії тільки в його рамках) і операційна система MS Windows (налаштування часу при першій роботі з програмою, на період установки програми).

На виході функції «Моніторинг психофізіологічного стану людей-операторів» отримуємо: змінену базу даних (нові налаштування та значення в базі даних, які отримали в ході роботи програми); звіт проходження моніторингу ПФС (надрукований варіант результатів за користувачами за певний проміжок часу); повідомлення результату (інформаційне повідомлення у вигляді додаткового віконця в програмі).

Наступним етапом є розроблення декомпозиції для деталізації структури, адже контекстна діаграма демонструє лише узагальнений опис інформаційної технології.

Декомпозиція нульового рівня склала структуру з чотирьох блоків (рис. 3.2).

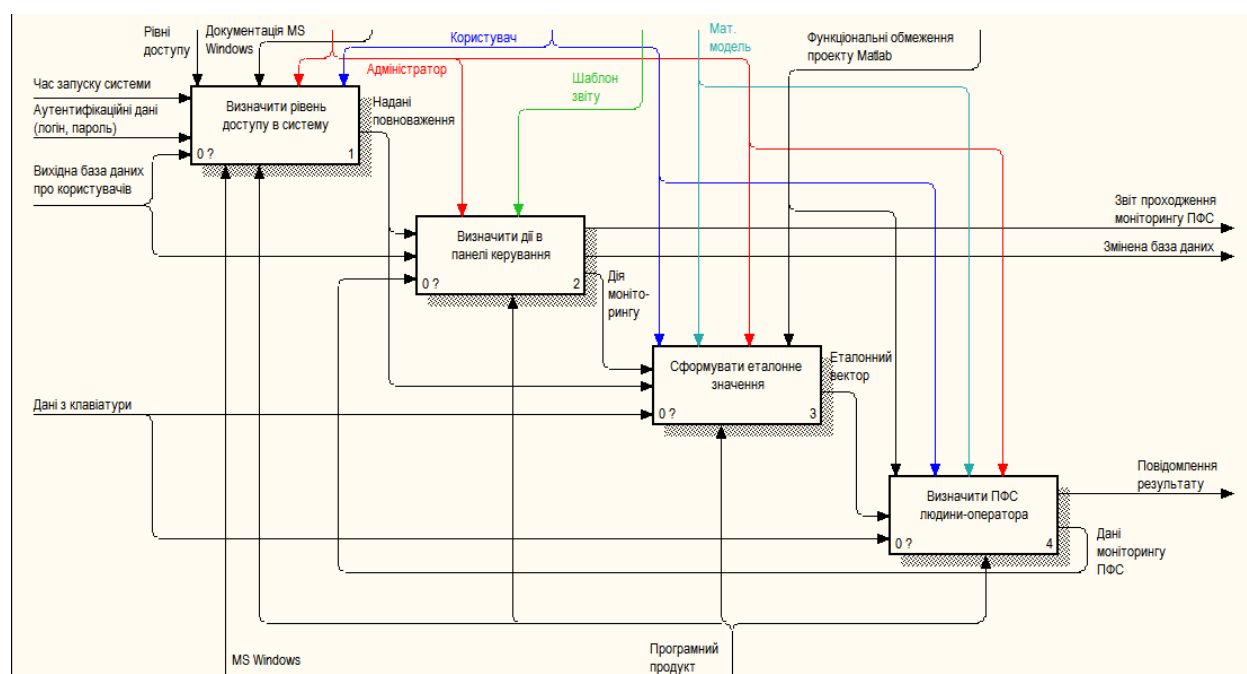


Рисунок 3.2 – Діаграма декомпозиції IDEF0

Детальний опис кожного блоку описаний в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Пояснення діаграми декомпозиції нульового рівня

Діяльність	Класи стрілок	Стрілки, що входять до класів
Визначити рівень доступу в систему	Вхід	Час запуску системи Аутентифікаційні дані (логін, пароль) Вхідна база даних про користувачів
	Керування	Рівні доступу Документація MS Windows Адміністратор Користувач
	Механізм	Програмний продукт MS Windows
	Вихід	Надані повноваження
Визначити дії в панелі керування	Вхід	Надані повноваження Вхідна база даних про користувачів Дані моніторингу ПФС
	Керування	Адміністратор Шаблон звіту
	Механізм	Програмний продукт
	Вихід	Звіт проходження моніторингу ПФС Змінена база даних Дія моніторингу
Сформулювати еталонне значення	Вхід	Надані повноваження Дія моніторингу Дані з клавіатури

Продовження таблиці 3.1.

Діяльність	Класи стрілок	Стрілки, що входять до класів
Сформуувати еталонне значення	Керування	Адміністратор Користувач Мат. модель Функціональні обмеження проекту Matlab
	Механізм	Програмний продукт
	Вихід	Еталонний вектор
Визначити ПФС людини-оператора	Вхід	Еталонний вектор Дані з клавіатури
	Керування	Адміністратор Користувач Мат. модель Функціональні обмеження проекту Matlab
	Механізм	Програмний продукт
	Вихід	Повідомлення результату Дані моніторингу ПФС

Контекстна діаграма має чотири рівні декомпозиції.

Перший рівень представлений на діаграмі декомпозиції A1 (рис. 3.3) «Визначити рівень доступу в систему». Він має чотири блоки.

«Запустити програму»:

- вхід: час запуску системи;
- керування: документація MS Windows, адміністратор;
- механізм: програмний продукт, MS Windows;
- вихід: запущена програма.

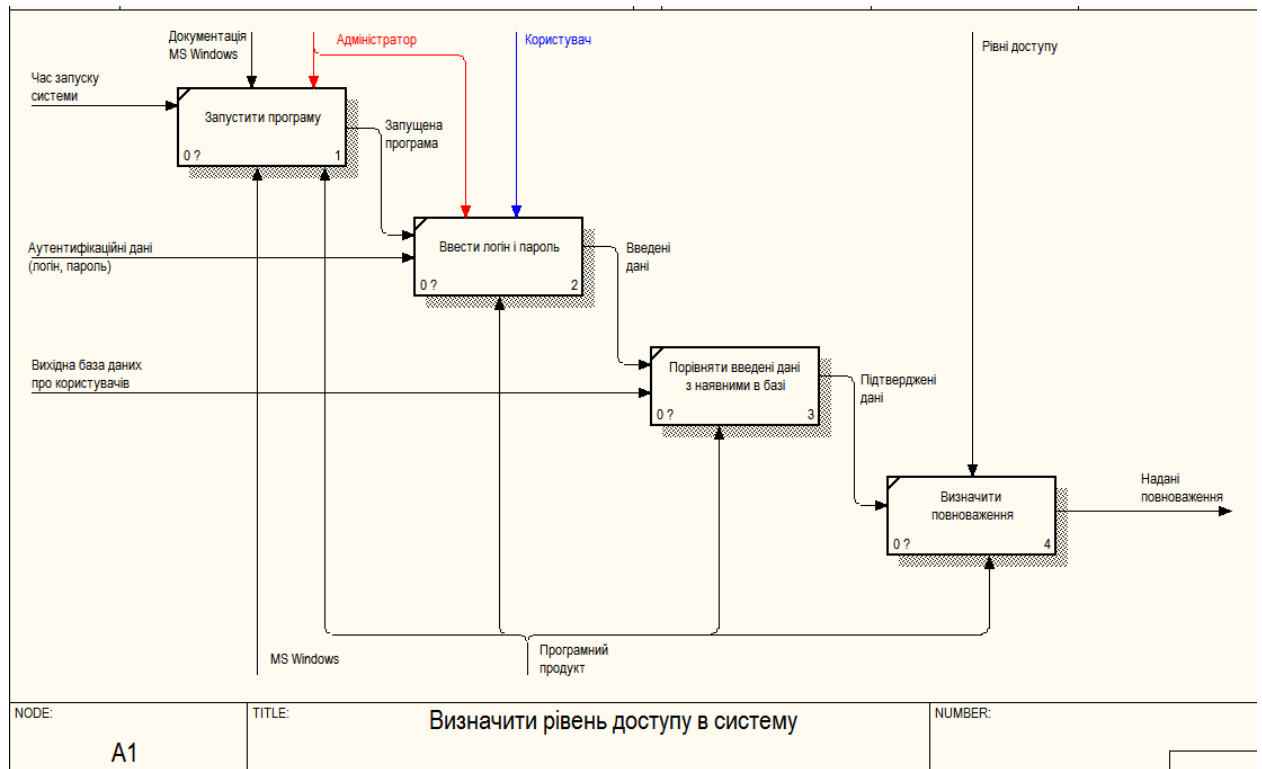


Рисунок 3.3 – Діаграма декомпозиції IDEF0 A1 «Визначити рівень доступу в систему»

*«Ввести логін і пароль»:*

- вхід: запущена програма, аутентифікаційні дані (логін, пароль);
- керування: адміністратор, користувач;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: введені дані.

*«Порівняти введені дані з наявними в базі»:*

- вхід: введені дані, вхідна база даних про користувачів;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: підтверджені дані.

*«Визначити повноваження»:*

- вхід: підтверджені дані;
- керування: рівні доступу;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: надані повноваження.



Другий рівень представлений на діаграмі декомпозиції A2 (рис. 3.4) «Визначити дії в панелі керування». Він має вісім блоків.

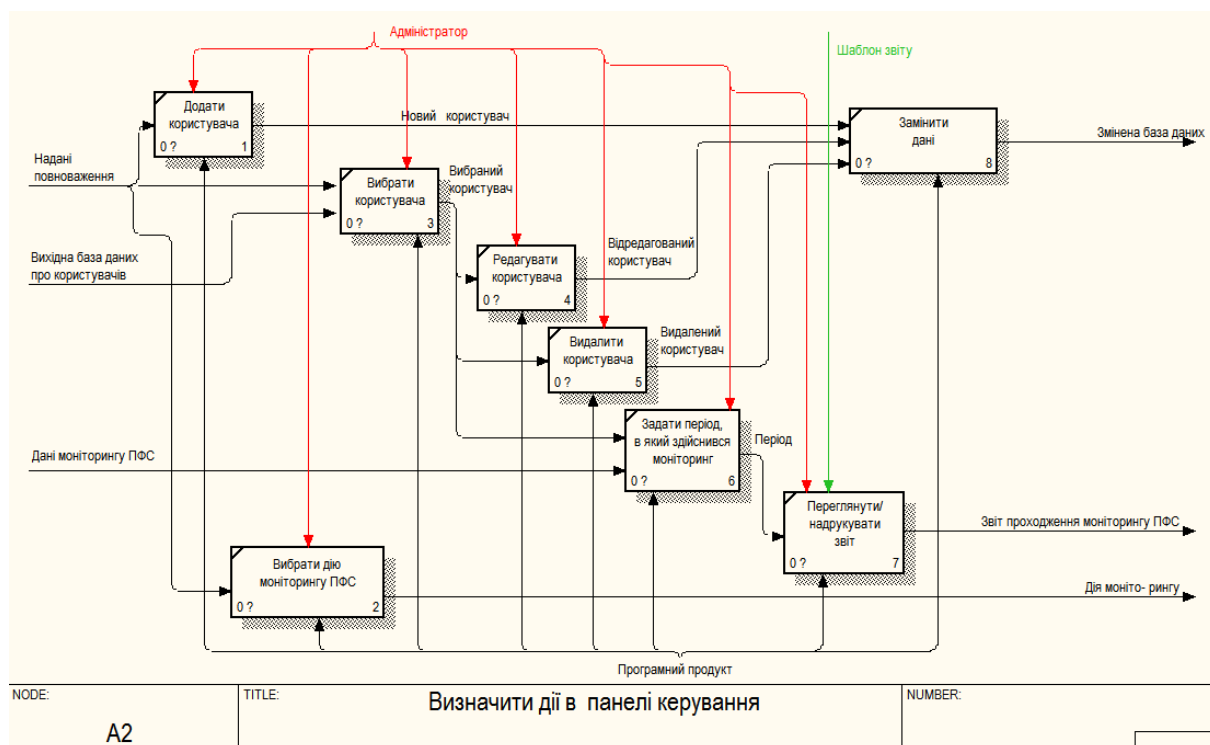


Рисунок 3.4 – Діаграма декомпозиції IDEF0 A2 «Визначити дії в панелі керування»

«Додати користувача»:

- вхід: надані повноваження;
- керування: адміністратор;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: новий користувач.

«Вибрати дію моніторингу ПФС»:

- вхід: надані повноваження;
- керування: адміністратор;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: дія моніторингу.

«Вибрати користувача»:

- вхід: надані повноваження, вихідна база даних про користувачів;

- керування: адміністратор;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: вибраний користувач.

*«Редагувати користувача»:*

- вхід: вибраний користувач;
- керування: адміністратор;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: відредагований користувач.

*«Видалити користувача»:*

- вхід: вибраний користувач;
- керування: адміністратор;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: видалений користувач.

*«Задати період, в який здійснився моніторинг»:*

- вхід: вибраний користувач, дані моніторингу ПФС;
- керування: адміністратор;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: період.

*«Переглянути/надрукувати звіт»:*

- вхід: період;
- керування: адміністратор, шаблон звіту;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: звіт проходження моніторингу ПФС.

*«Замінити дані»:*

- вхід: новий користувач, відредагований користувач, видалений користувач;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: змінена база даних.

Третій рівень представлений на діаграмі декомпозиції А3 (рис. 3.5) «Сформувати еталонне значення». Він має п'ять блоків.

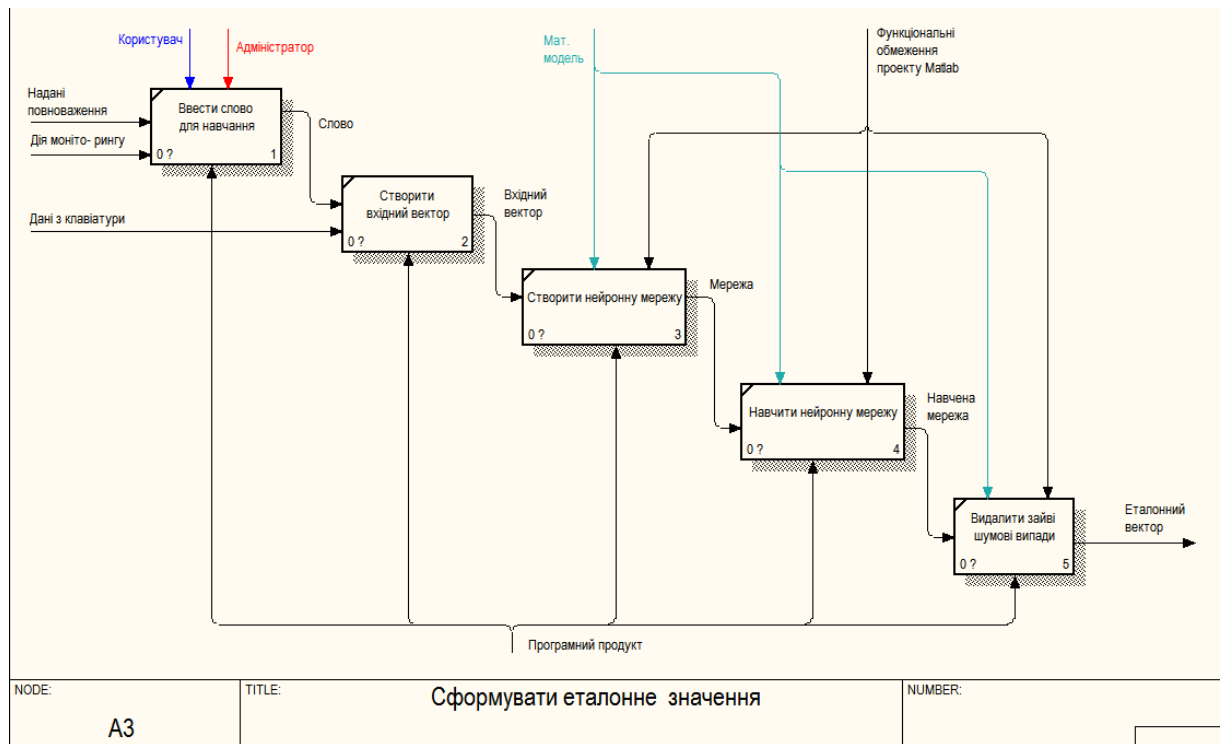


Рисунок 3.5 – Діаграма декомпозиції IDEF0 A3 «Сформувати еталонне значення»

«Ввести слово для навчання»:

- вхід: надані повноваження, дія моніторингу;
- керування: користувач, адміністратор;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: слово.

«Створити вхідний вектор»:

- вхід: слово, дані з клавіатури;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: вхідний вектор.

«Створити нейронну мережу»:

- вхід: вхідний вектор;
- керування: мат. модель, функціональні обмеження пакету Matlab;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: мережа.

«Навчити нейронну мережу»:

- вхід: мережа;
- керування: мат. модель, функціональні обмеження пакету Matlab;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: навчальна мережа.

«Видалити зайві шумові випадки»:

- вхід: навчена мережа;
- керування: мат. модель, функціональні обмеження пакету Matlab;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: еталонний вектор.

Четвертий рівень представлений на діаграмі декомпозиції A4 (рис. 3.6) «Визначити ПФС людини-оператора». Він має п'ять блоків.

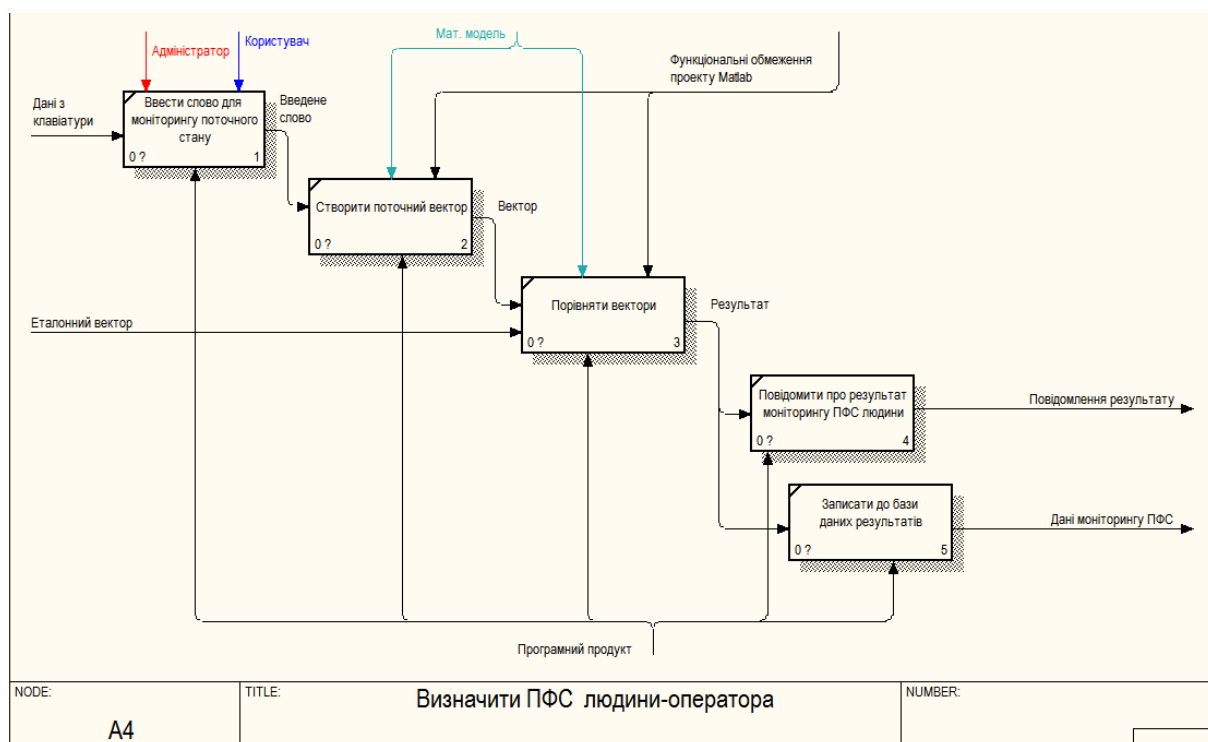


Рисунок 3.6 – Діаграма декомпозиції IDEF0 A4 «Визначити ПФС людини-оператора»

«Ввести слово для моніторингу поточного стану»:

- вхід: дані з клавіатури;
- керування: адміністратор, користувач;

- механізм: програмний продукт;
- вихід: введене слово.

*«Створити поточний вектор»:*

- вхід: введене слово;
- керування: мат. модель, функціональні обмеження Matlab;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: вектор.

*«Порівняти вектори»:*

- вхід: вектор, еталонний вектор;
- керування: мат. модель, функціональні обмеження Matlab;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: результат.

*«Повідомити про результат моніторингу ПФС людини»:*

- вхід: результат;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: повідомлення результату.

*«Записати до бази даних результатів»:*

- вхід: результат;
- механізм: програмний продукт;
- вихід: дані моніторингу ПФС.

### **3.2 Моделювання варіантів використання**

Щоб зрозуміти динаміку системи, потрібно використовувати різні типи діаграм. В уніфікованій мові моделювання (UML) діаграма варіантів використання (Use Case) може узагальнювати деталі користувачів системи (також відомих як актори) та їх взаємодії з системою.

Для її створення використовують набір спеціалізованих символів та сполучень. Дієва схема ефективного використання може допомогти обговорити та представити:

- сценарії взаємодії з людьми, організаціями або зовнішніми системами;
- цілі, які інформаційна технологія допомагає досягти суб'єктам (відомим як актори);
- сферу програмного продукту.

У діаграмі варіантів використання діють два види акторів – вхідні актори (відповідальні перед системою) та вихідні актори (ті, які надають дані, на які очікує система).

До вхідних акторів в інформаційній технології «Моніторинг психофізіологічного стану людей-операторів» належать:

1. Admin – людина-оператор, яка працює з системою та має прямий доступ до бази даних.
2. User – людина-оператор, яка працює з системою.

А до вихідних акторів в інформаційній технології «Моніторинг психофізіологічного стану людей-операторів» належать:

1. MS Access – програма Microsoft Office Access – база даних, де зберігається інформація про користувачів та їх поточні результати проходження моніторингу.
2. Друк – інструмент, який дозволяє переглядати та друкувати вибрані дані в відповідності до шаблону.
3. Текстовий файл – файл розширення .txt для збереження даних зчитаних слів з клавіатури (час натискання та час утримання клавіші в Мілі секундах).
4. Matlab – пакет прикладних програм, де відбуваються всі дії пов'язані з нейронною мережею, тобто зчитування даних, їх обробка, створення мережі з декількома шарами, навчання мережі, створення еталонного значення та порівняння поточного зчитаного вектору з еталонним значенням.

Нижче наведена діаграма варіантів використання для інформаційної технології моніторингу ПФС людей-операторів, що працюють в АСОІУ (рис. 3.7).

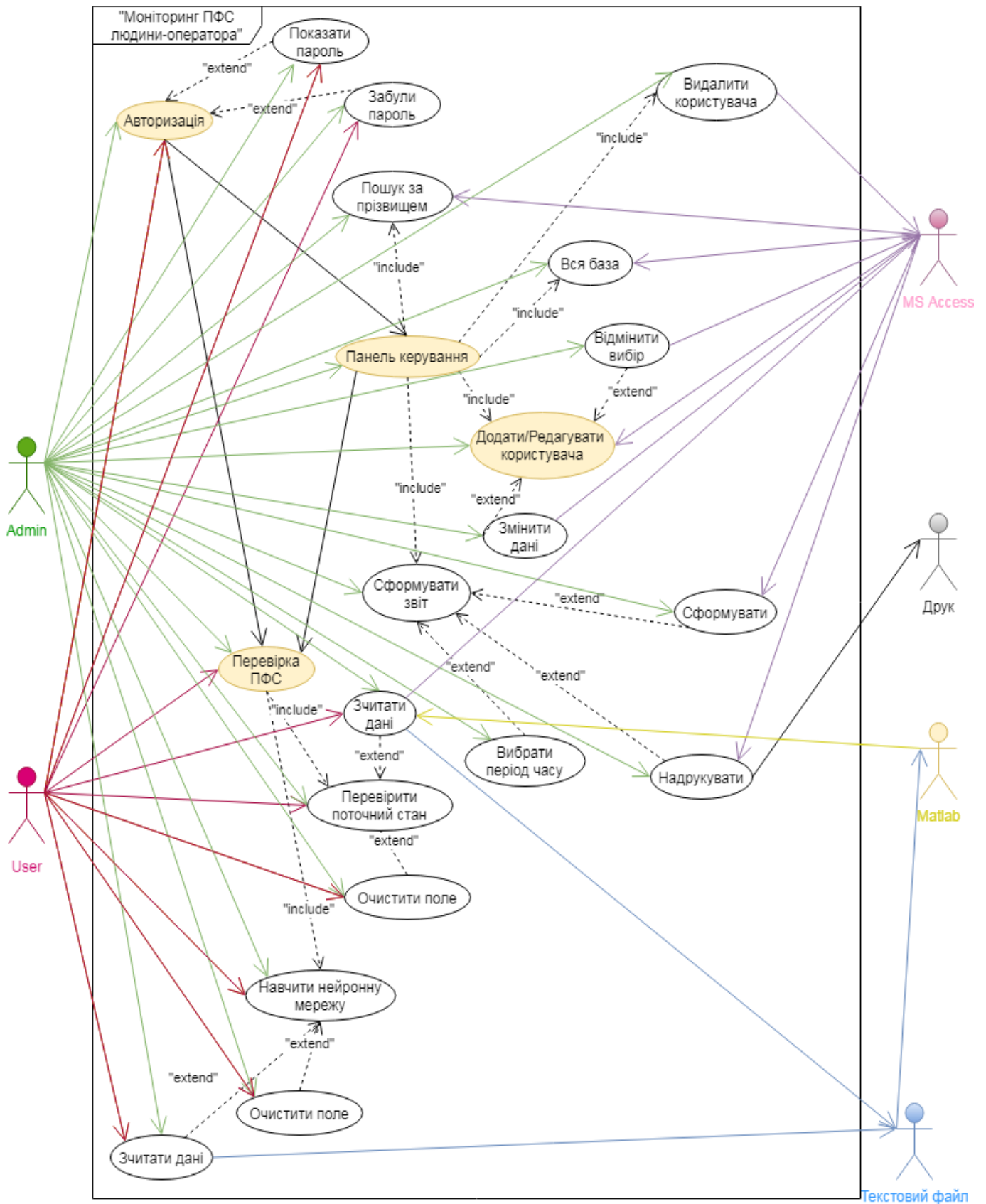


Рисунок 3.7 – Діаграма варіантів використання

### 3.3 Проектування моделі бази даних користувачів програмного продукту

У дипломному проекті зв'язок та робота з базою даних здійснюється лише в межах програмного продукту, всі необхідні зв'язки та запити прописані в кодї. Не дивлячись на це, для повного розуміння зв'язку між таблицями в базї даних слід провести концептуальне та логїчне моделювання.

#### 2.3.1 Концептуальне моделювання

У концептуальній моделї (рис.3.9) сутностями виступають Tabel1 (персональна інформація за кожним із користувачів) та Results (результати проходження монїторингу), взаємозв'язки між якими (рис. 3.8) встановлені в програмному кодї.

##### 1. Нанесення сутностей та зв'язків



Рисунок 3.8 – Взаємозв'язки між сутностями

##### 2. Фїксація сутностей

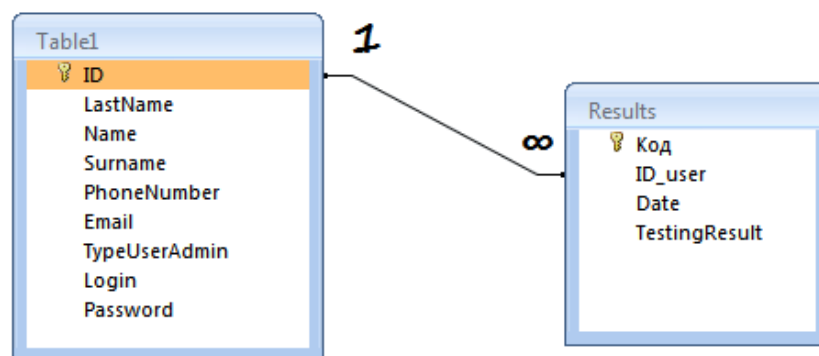


Рисунок 3.9 – Концептуальна модель

#### 2.3.2 Логїчне моделювання

Логїчна модель має наступний вигляд (рис. 3.10).



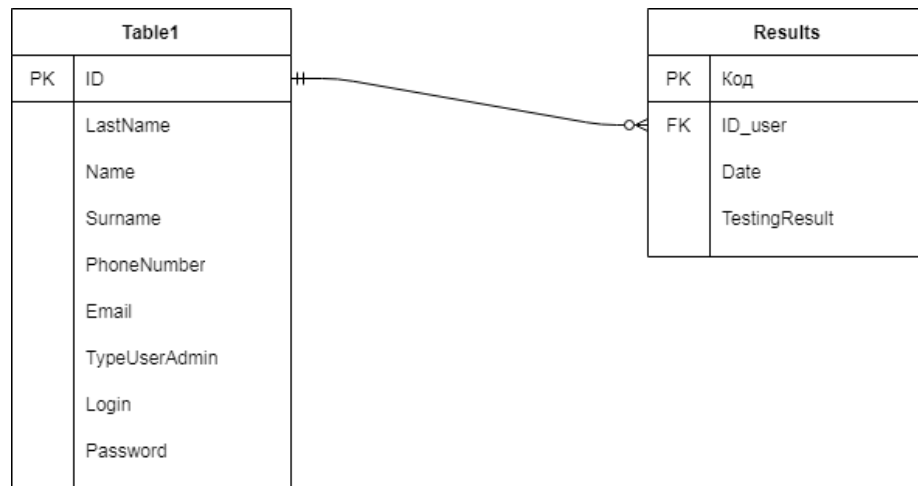


Рисунок 3.10 – Логічна модель

### 2.3.3 Структура бази даних інформації про користувачів

Таблиця Table1 містить інформацію про персональні дані користувачів (рис. 3.11): неповторюваний код, прізвище, ім'я, по батькові, номер телефону, e-mail, тип користувача, його логін та пароль.

Имя поля	Тип данных
ID	Счетчик
LastName	Текстовый
Name	Текстовый
Surname	Текстовый
PhoneNumber	Текстовый
Email	Текстовый
TypeUserAdmin	Текстовый
Login	Текстовый
Password	Текстовый

Рисунок 3.11 – Демонстрація полів таблиці Table1

Таблиця Results містить інформацію про результати перевірки операторів на їх психофізіологічний стан (рис. 3.12): лічильник, код користувача, час проходження тестування та результат моніторингу.

Имя поля	Тип данных
Код	Счетчик
ID_user	Числовой
Date	Дата/время
TestingResult	Текстовый

Рисунок 3.12 – Демонстрація полів таблиці Results

## 4 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДЕЙ-ОПЕРАТОРІВ

### 4.1 Побудова алгоритмів системи з використанням клавіатурного почерку

Для моніторингу ПФС оператора розроблені алгоритми отримання вихідних даних для автоматизованого визначення ПФС людини-оператор та прийняття рішення про повідомлення оператора та людей (адміністраторів), які мають доступ до бази даних, тобто до панелі керування.

Алгоритм отримання вихідних даних для автоматизованого моніторингу ПФС оператора АСОІУ представлений на рисунку 4.1.

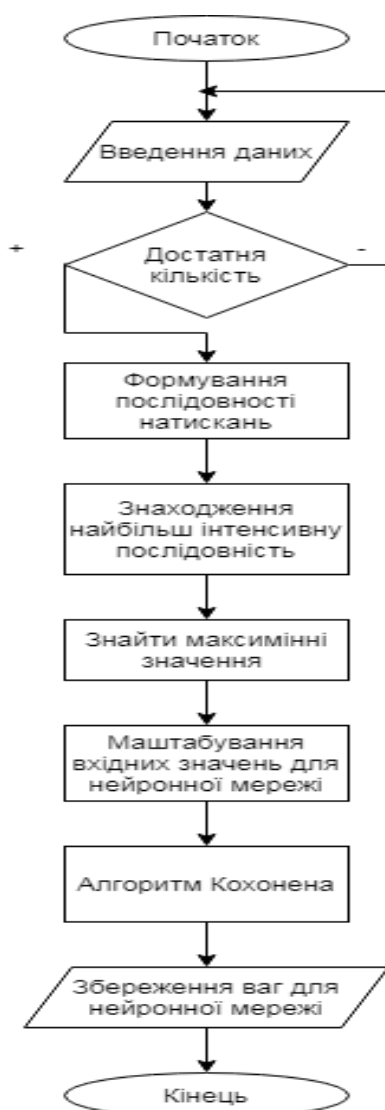


Рисунок 4.1 – Алгоритм отримання вихідних даних

Алгоритм прийняття рішення (рис. 4.2) моніторингу ПФС оператора у загальному вигляді представляє роботу програми, яка починає компіляцію з введення та отримання даних з клавіатури та на виході отримує одне з п'яти повідомлень, які відображуються в окремих діалогових вікнах.

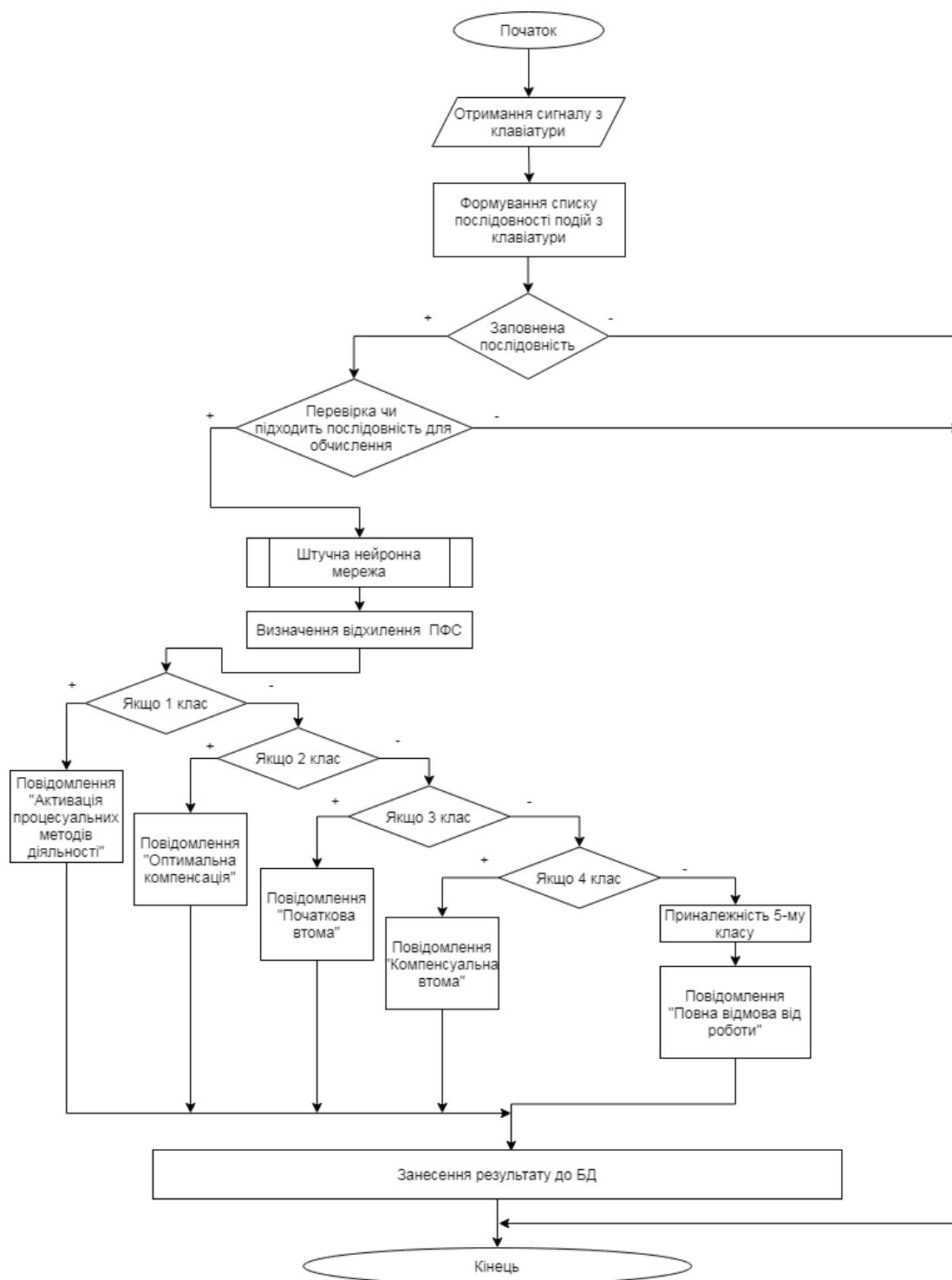


Рисунок 4.2 – Алгоритм прийняття рішень щодо оповіщення користувача та адміністратора

## 4.2 Представлення користувальницького інтерфейсу програмного продукту

На початку роботи з програмним продуктом слід встановити його на персональний комп'ютер. Місце розташування системи не має значення, адже для швидкого доступу до неї передбачено встановлення на «Робочий стіл» та в команду «Пуск» (рис. 4.3 – 4.4).

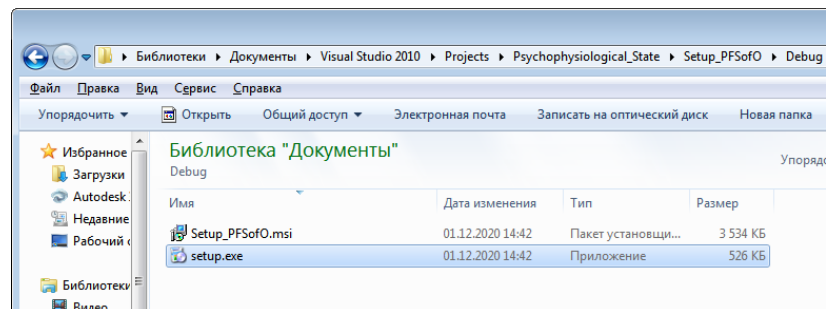


Рисунок 4.3 – Демонстрація папки з додатком всановлення

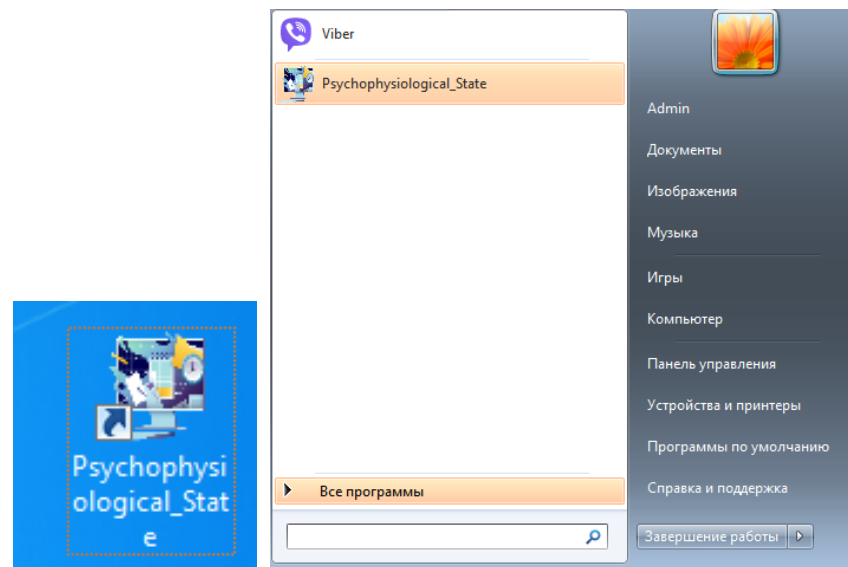


Рисунок 4.4 – Ярлики, які утворилися при встановленні

Додатковим налаштуванням цілісної роботи системи є запускання програми за розкладом. Дане завдання можна реалізувати за допомогою планувальника Windows. Інструкція щодо налаштувань подана в додатку Д. А також слід встановити пакет прикладних програм Matlab, адже програмний продукт використовує його можливості, а саме бібліотеки та вбудовані функції.

Робота програми може починатися з автоматичного запуску (використовуючи вже налаштовані параметри в планувальнику Windows) або ж самостійно з робочого столу чи пуску.

Вже при запуску програми підключається база даних, яка несе в собі інформацію користувачів із їх персональними даними та зареєстрованими логінами та паролями, без яких вхід до системи неможливий. Форма авторизації (рис. 4.5) має функції розшифрування паролю та при виникненні будь яких питань щодо програми, є можливість зв'язатися з розробником (головним адміністратором).

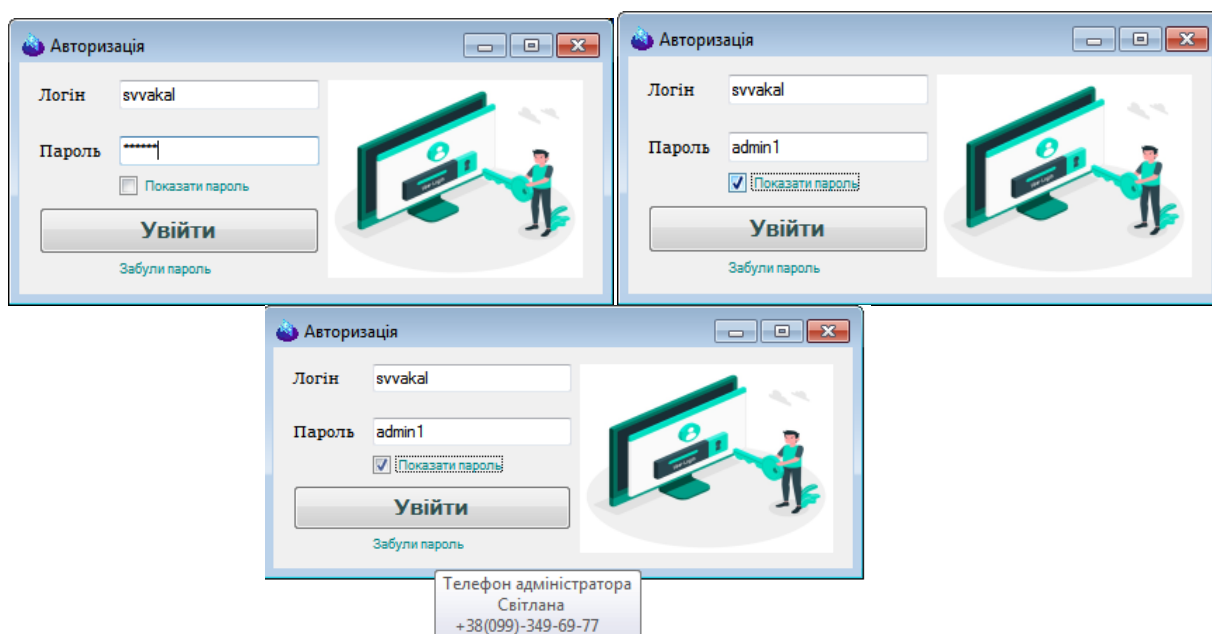


Рисунок 4.5 – Форма авторизації з її можливостями

Так як поточний вхід здійснено адміністратором, тому користувач потрапляє на форму «Панель керування» (рис. 4.6), де є можливість переглянути всіх користувачів системи, додати нового, видалити вибраного або ж відредагувати вже існуючого; віднайти за прізвищем та повернутися знову до всієї бази користувачів; переглядати результати поточного стану операторів як всі, так і в зазначений період. Для проведення статистики кожного користувача можна надрукувати результати за певний період, або ж всі з можливістю попереднього перегляду. Для привітання використано звертання до користувача в верхньому лівому куті. Весь функціонал даної форм представлений на рисунках 4.7 – 4.13.

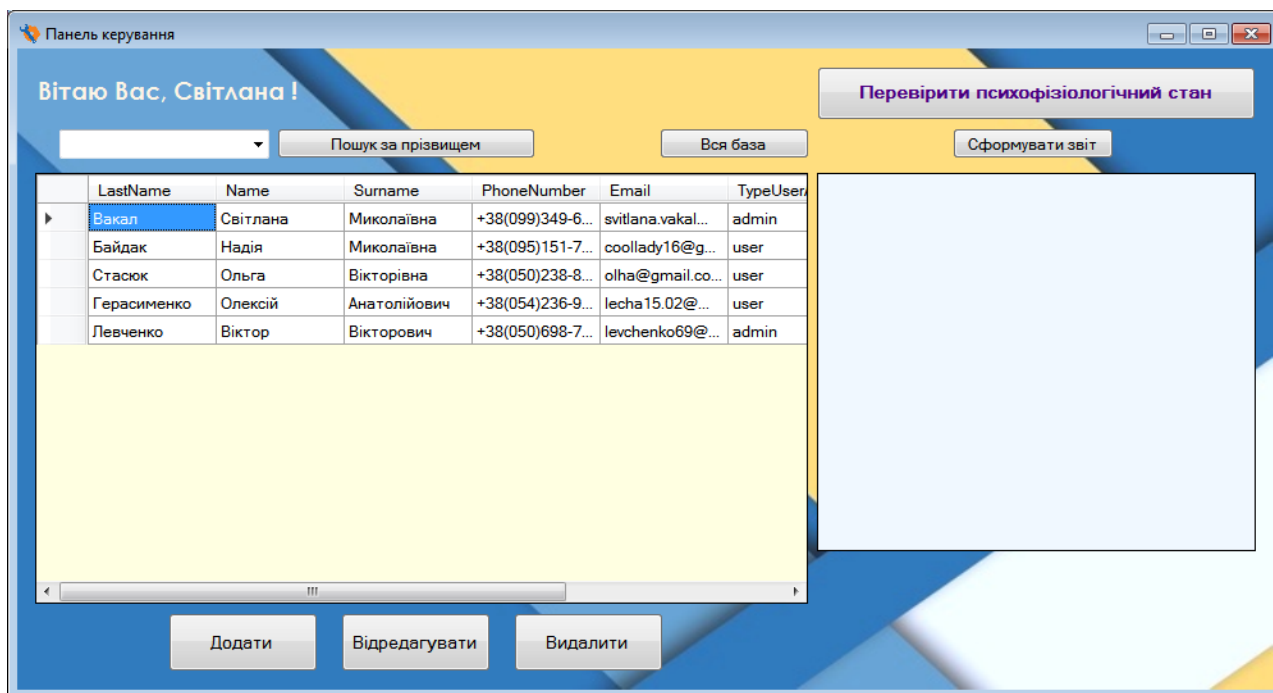


Рисунок 4.6 – Форма для адміністраторів

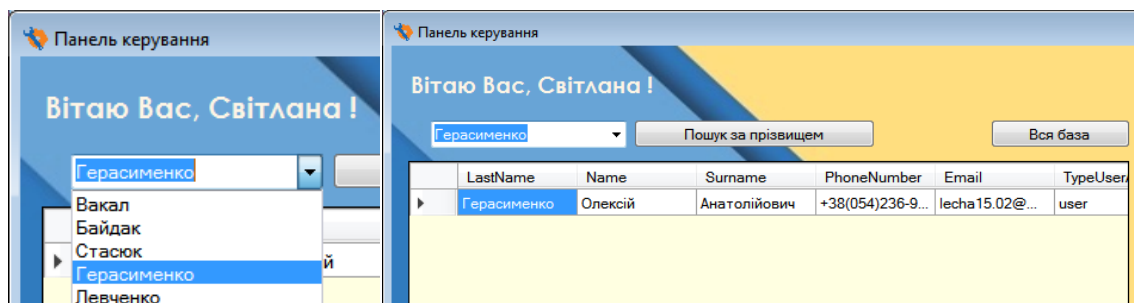


Рисунок 4.7 – Фрагменти пошуку інформації за користувачами

Рисунок 4.8 – Додаткова форма для додавання даних

Рисунок 4.9 – Форма для редагування даних

LastName	Name	Surname	PhoneNumber	Email	TypeUser
Вакал	Світлана	Миколаївна	+38(099)349-6...	svitlana.vakal...	admin
Байдак	Надія	Миколаївна	+38(095)151-7...	coollady16@g...	user
Стасюк	Ольга	Вікторівна	+38(050)238-8...	olha@gmail.co...	user
Герасименко	Олексій	Анатолійович	+38(054)236-9...	lecha15.02@...	user
Левченко	Віктор	Вікторович	+38(050)698-7...	levchenko69@...	admin

Рисунок 4.10 – Повідомлення про підтвердження дії

Date	TestingResult
24.11.2020 10:01	Оптимальна компенсація
24.11.2020 12:00	Початкова втома
24.11.2020 2:05	Оптимальна компенсація
24.11.2020 4:03	Початкова втома
24.11.2020 6:00	Повна відмова від роботи
25.11.2020 8:02	Оптимальна компенсація
25.11.2020 10:08	Активізація процесуальних м.
25.11.2020 12:00	Початкова втома
25.11.2020 2:03	Оптимальна компенсація
25.11.2020 4:01	Компенсуюча втома
25.11.2020 5:58	Компенсуюча втома
26.11.2020 8:07	Оптимальна компенсація

Рисунок 4.11 – Перегляд всі результатів перевірки ПФС оператора

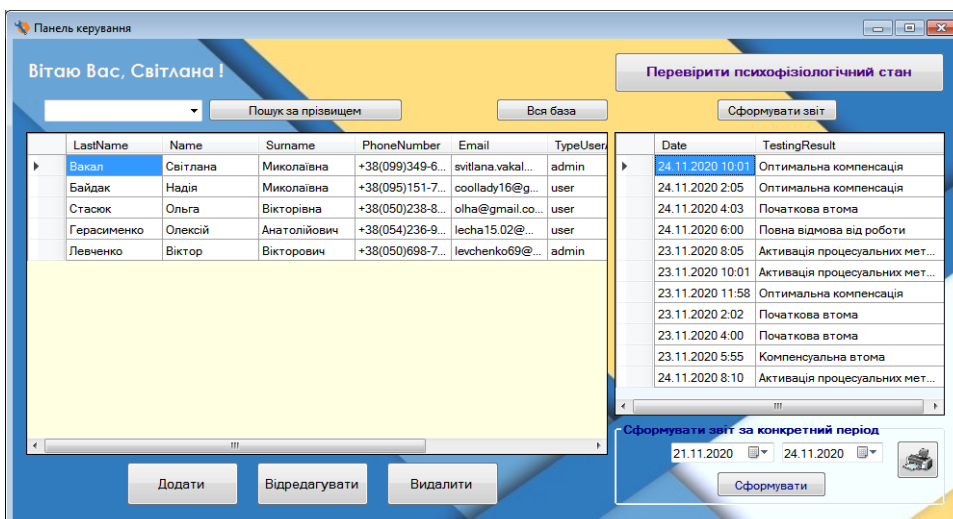


Рисунок 4.12 – Перегляд результатів за заданим проміжком часу

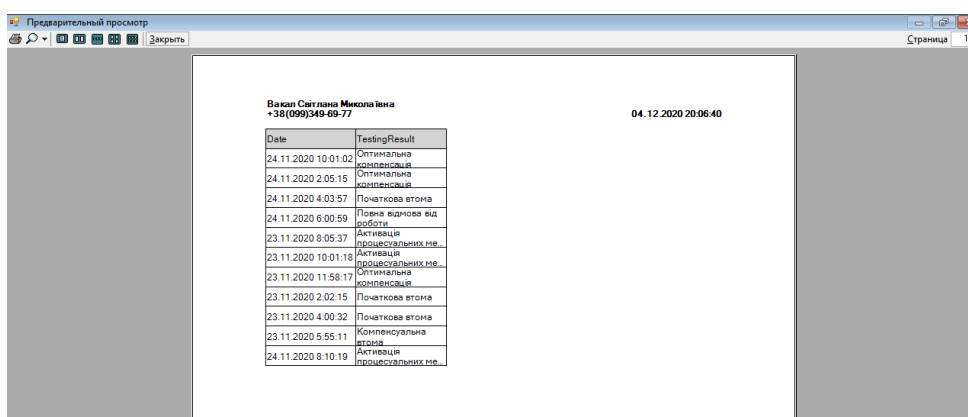


Рисунок 4.13 – Попередній перегляд друку звіту

Як і користувач, адміністратор може потрапити до вікна моніторингу ПФС оператора (рис. 4.14). Для цього слід натиснути кнопку «Перевірити психофізіологічний стан».

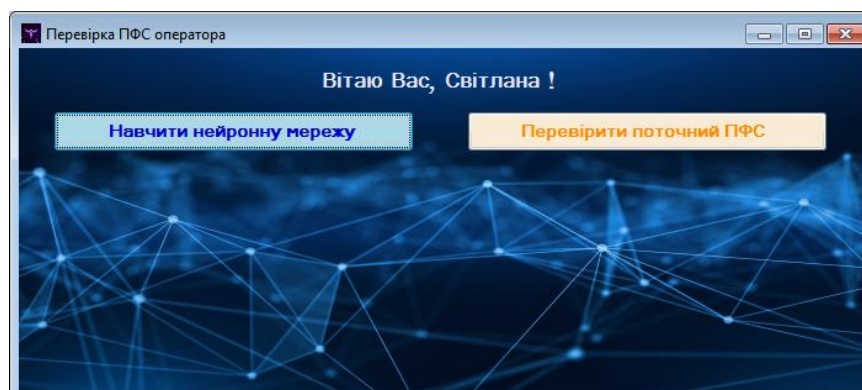


Рисунок 4.14 – Форма перевірки ПФС людини



Дана форма має дві функції: навчання нейронної мережі та перевірки поточного ПФС. При першому потраплянні на це вікно, користувач помітить лише одну кнопку з навчанням, адже перевірка неможлива без даних для створення еталонного вектора. Тому користувач має ввести більше ніж 10 разів слово протягом певного часу для адекватної оцінки та налаштувань вхідних даних. Чим більше буде введено даних для навчання, тим менша буде помилка моніторингу. Вхідними даними є значення введених символів лише літер української мови. Обробка та навчання здійснюється за словом на рисунку 4.15.

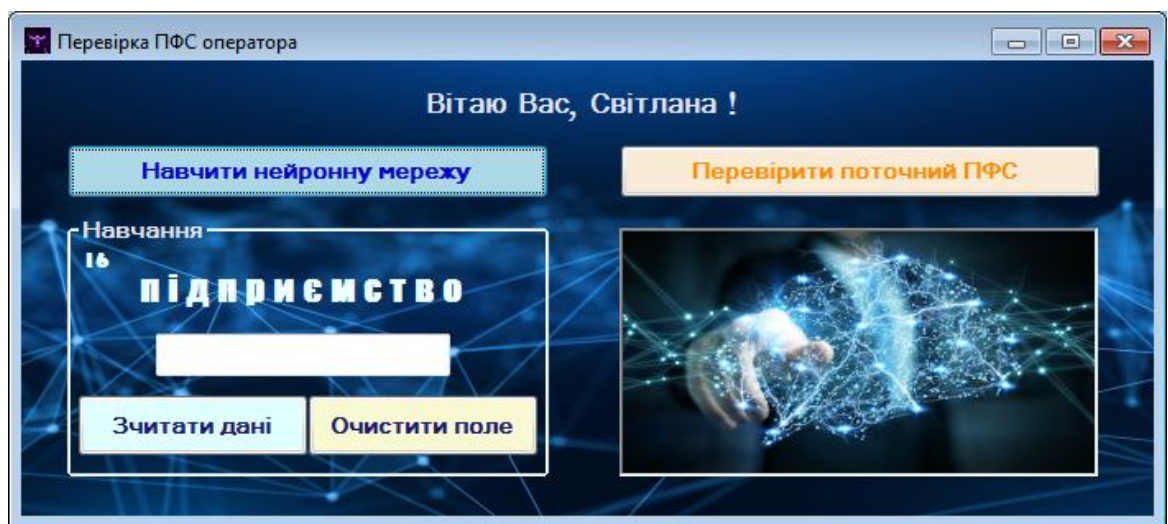


Рисунок 4.15 – Функція навчання нейронної мережі

Дана функція має лічильник введених слів, які записуються автоматично до текстового файлу (рис. 4.16).

Файл	Правка	Формат	Вид	Справка																		
0	0.075	-0.849	0.061	0.329	0.059	0.325	0.075	0.118	0.073	0.203	0.061	-0.216	0	0.367	0.085	0.273	0.051	0.117	0.075	0.322	0.056	
0.077	0.061																					
0	0.046	-0.341	0.078	0.421	0.062	0.733	0.046	0.078	0.062	0.109	0.062	-0.057	0	0.196	0.078	0.109	0.062	0.109	0.078	0.374	0.062	
0.078	0.078																					
0	0.068	-0.704	0.061	0.147	0.087	0.341	0.068	0.11	0.07	0.163	0.068	-0.035	0	0.868	0.071	0.304	0.061	0.071	0.059	0.203	0.059	
0.078	0.071																					
0	0.073	-0.655	0.071	0.118	0.076	0.317	0.073	0.098	0.056	0.095	0.059	-0.872	0	0.78	0.078	0.379	0.051	0.084	0.08	0.189	0.061	
0.074	0.068																					
0	0.061	-0.788	0.062	0.268	0.059	0.338	0.061	0.11	0.063	0.095	0.064	-0.754	0	0.967	0.064	0.13	0.085	0.174	0.069	0.477	0.078	
0	0.062																					
0.343	0.076	-0.648	0.056	0.142	0.068	0.306	0.076	0.081	0.07	0.091	0.063	-0.59	0	0.528	0.066	0.142	0.075	0.079	0.061	0.158	0.075	
0	0.061																					
0.093	0.046	-0.661	0.056	0.238	0.076	0.245	0.046	0.07	0.07	0.102	0.061	-0.361	0	0.727	0.057	0.064	0.063	0.128	0.059	0.177	0.058	
0	0.069																					
0	0.054	-0.514	0.064	0.097	0.068	0.231	0.054	0.083	0.066	0.109	0.059	-0.088	0	0.145	0.065	0.063	0.053	0.1	0.068	0.156	0.066	
0.097	0.066																					
0	0.064	-0.662	0.076	0.17	0.068	0.284	0.064	0.067	0.06	0.114	0.054	-0.993	0	0.968	0.08	0.064	0.066	0.083	0.078	0.139	0.076	
0.081	0.078																					
0	0.078	-0.655	0.062	0.14	0.062	0.312	0.078	0.093	0.062	0.109	0.046	-0.383	0	0.647	0.093	0.046	0.062	0.218	0.062	0.234	0.078	
0.093	0.046																					
0	0.061	-0.666	0.075	0.231	0.075	0.224	0.061	0.091	0.07	0.119	0.063	-0.834	0	0.859	0.08	0.147	0.082	0.154	0.077	0.625	0.125	
0.102	0.073																					
0	0.078	-0.723	0.066	0.2	0.064	0.315	0.078	0.092	0.066	0.088	0.056	-0.298	0	0.072	0.068	0.364	0.061	0.056	0.072	0.142	0.059	
0.09	0.054																					
0	0.063	-0.744	0.104	0.172	0.144	0.261	0.063	0.06	0.059	0.095	0.073	-0.148	0	0.843	0.066	0.095	0.075	0.1	0.061	0.37	0.101	
0.086	0.108																					
0	0.046	-0.744	0.078	0.14	0.078	0.28	0.046	0.062	0.062	0.109	0.062	-0.882	0	0.959	0.078	0.296	0.062	0.062	0.062	0.17	0.062	
0.109	0.078																					
0	0.062	0.809	0.093	-0.293	0.062	0.265	0.062	0.078	0.062	0.109	0.062	-0.963	0	0.946	0.062	0.078	0.062	0.093	0.093	0.683	0.062	
0.078	0.078																					
0	0.066	-0.55	0.069	0.123	0.063	0.229	0.066	0.057	0.071	0.093	0.065	-0.282	0	0.054	0.066	0.149	0.058	0.07	0.066	0.2	0.059	
0.074	0.066																					

Рисунок 4.16 – Введені користувачем символи

Для перевірки поточного стану (рис.4.17) з'являється кнопка у вікні програми, яка за функціональністю відповідає першій, тобто відкриває поле для введення слова, але зчитує інформацію до іншого файлу (рис. 4.18).

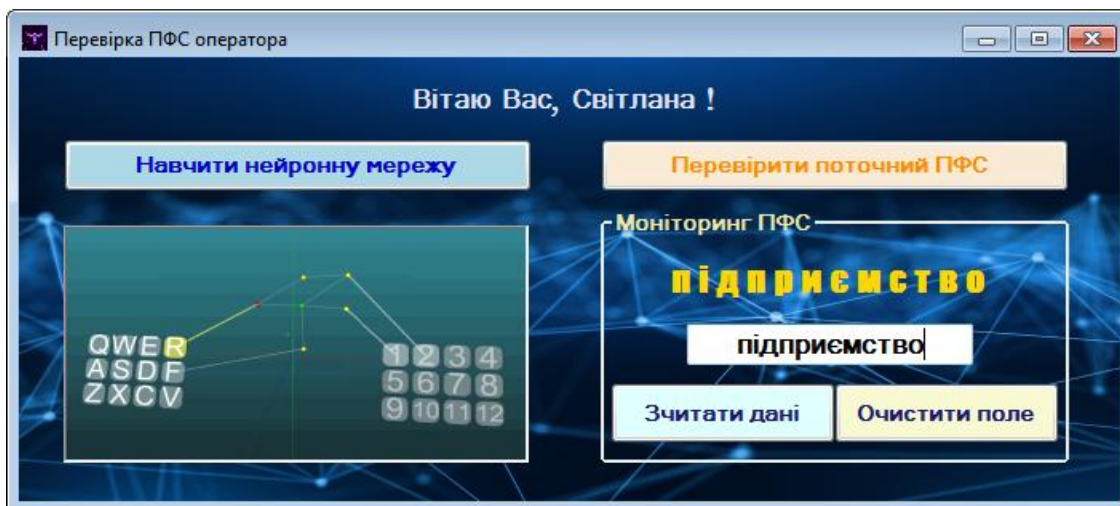


Рисунок 4.17 – Функція перевірки поточного ПФС

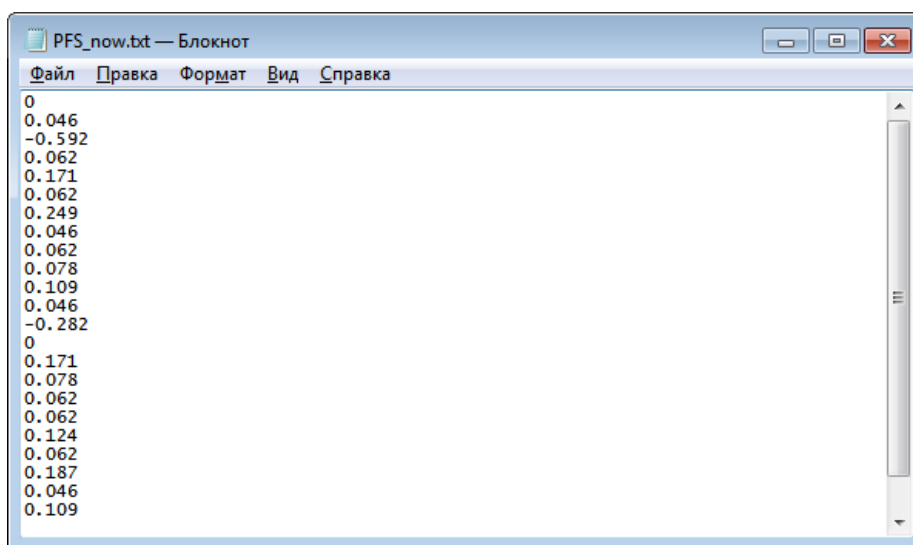


Рисунок 4.18 – Поточні введені дані зчитані з клавіатури до файлу

Ввівши слово та натиснувши «Зчитати дані», відбувається обробка та налаштування вхідних даних та ваг для нейронної мережі, створюється еталонне значення з налаштованих даних, що представлені на рисунку 4.16, та порівнюється поточний вектор вхідних даних із еталонним. У результаті користувач отримує повідомлення (рис. 4.19) про його поточний стан, точніше, до якого з класів,

запрограмованих фаз, він належить та що саме відбувається із людиною в даний момент для самоперевірки власних відчуттів.

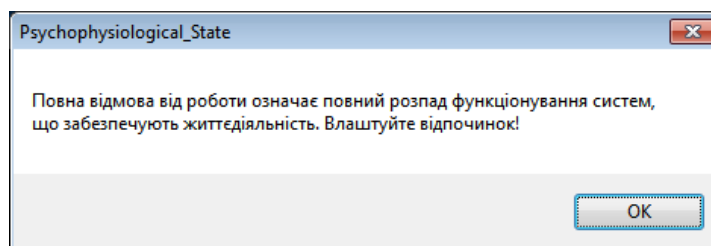


Рисунок 4.19 – Результат повідомлення

Даний результат є достовірним (п.п. 4.3). Даний скрін був зроблений при написанні пояснювальної записки ввечері, власними відчуттями підтверджують даний моніторинг.

Автоматично даний результат потрапляє до бази даних, на яку адміністратор може повернутися закривши вікно перевірки ПФС людини (рис. 4.20).

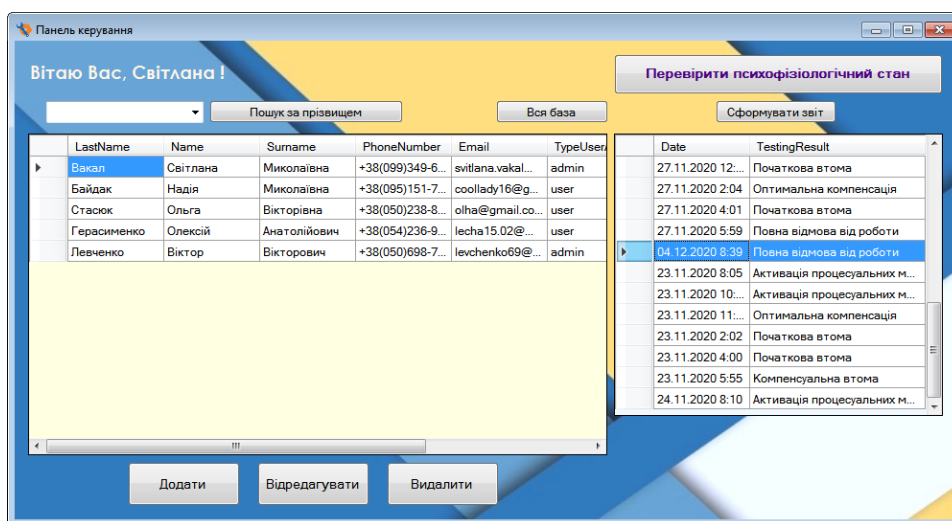


Рисунок 4.20 – Результат запису моніторингу в базу даних

У програмі передбачено ряд виключних ситуацій з повідомленням користувача, де саме він припустився помилки. Для усунення деяких помилок поля введення були обмежені в заповненні даними. Наприклад, заборона на пробіл на всіх полях введення, знаки крім «.» або «@» при заповненні поля емейлу, тощо. Повідомлень не багато, адже майже всі поля мають правила введення, які прописано

в реалізації інформаційної системи. На рисунку 4.21 продемонстровані повідомлення, які можуть з'явитися в програмі.

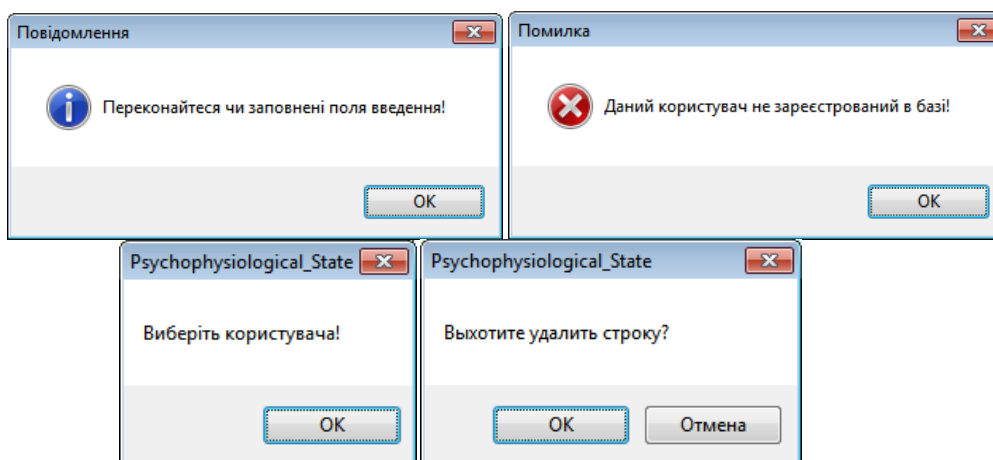


Рисунок 4.21 – Повідомлення про помилки

### 4.3 Експериментальні дослідження системи моніторингу психофізіологічного стану операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації та управління

Для визначення точності моніторингу ПФС людини-оператора АСОІУ проведено ряд експериментальних досліджень. Основні моменти експериментального дослідження:

1. Довготривалість експериментів визначалася на два робочі тижня в період з 16.11.2020 до 27.11.2020 включно. З них перший тиждень повністю належить навчанню нейронної мережі, а другий – її тестуванню.
2. Прийнято рішення перевірки ПФС кожного дня з інтервалом у 2 години, адже в середньому на кожну з тривалості фаз працездатності виділяється від декількох хвилин до 1,5 – 3,5 годин.
3. Перевірка здійснювалася 5-ма операторами, різної статі та типу реєстрації в системі.
4. Моніторинг ПФС здійснювався у два способи: самостійного аналізу власних відчуттів у відповідності з запропонованими фазами (тобто користувач сам мав змогу моніторити себе за вказівками, щодо періодів) та машинного аналізу з

використанням створених алгоритмів та математичних моделей для діагностики ПФС оператора в його поточний стан.

Загалом вхідними даними для кожного з операторів стали зчитані з клавіатури значення кожної клавіші контрольного слова. Оператори ввели за період в 5 робочих днів 30 варіантів слова, а це становить 720 чисел (по 360 чисел натискань на клавіші та утримання цих же клавіш) для подальшої обробки, налаштування та створення еталонного вектору за допомогою штучної нейронної мережі.

Наступні 5 робочих днів (23.11.2020 – 27.11.2020) оператори порівнювали власне самопочуття та результат роботи системи. На рисунку 4.22 представлена таблиця створена в MS Excel з внесеними даними М – машинного тестування та О – операторного самоконтролю.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Години	23.11.20	24.11.20	25.11.20	26.11.20	27.11.20						
2	робочої зміни	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	ВАКАЦІ
3	8:00	1	1	1	2	2	2	1	1	3	4	
4	10:00	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	
5	12:00	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	
6	14:00	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	
7	16:00	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	
8	18:00	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	
9												
10	Години	23.11.20	24.11.20	25.11.20	26.11.20	27.11.20						
11	робочої зміни	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	БАЙДАК
12	8:00	1	1	3	3	1	1	2	2	1	1	
13	10:00	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	
14	12:00	3	3	1	1	2	2	3	3	2	2	
15	14:00	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	
16	16:00	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	
17	18:00	5	4	4	4	3	4	4	4	5	5	
18												
19	Години	23.11.20	24.11.20	25.11.20	26.11.20	27.11.20						
20	робочої зміни	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	СТАСЮК
21	8:00	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
22	10:00	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	
23	12:00	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	
24	14:00	4	4	2	2	3	3	2	2	3	3	
25	16:00	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	
26	18:00	1	2	5	4	3	4	4	4	3	4	
27												
28	Години	23.11.20	24.11.20	25.11.20	26.11.20	27.11.20						
29	робочої зміни	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	ГЕРАСИМЕНКО
30	8:00	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	
31	10:00	3	3	2	2	1	1	4	4	2	2	
32	12:00	3	3	3	3	3	3	5	5	3	3	
33	14:00	2	2	2	2	4	4	1	1	2	2	
34	16:00	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	
35	18:00	3	4	4	4	2	2	3	3	5	4	
36												
37	Години	23.11.20	24.11.20	25.11.20	26.11.20	27.11.20						
38	робочої зміни	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	ЛЕВІЧЕНКО
39	8:00	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
40	10:00	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
41	12:00	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	
42	14:00	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	
43	16:00	4	4	3	3	3	3	2	2	3	3	
44	18:00	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	

Рисунок 4.22 – Порівняльна таблиця

Значення «1» – Активація процесуальних методів діяльності; «2» – Оптимальна компенсація; «3» – Початкова втома; «4» – Компенсуальна втома та «5» – Повна відмова від роботи.

Для побудови графіка кожній з фаз було привласнено значення (табл. 4.1) за результатами відомого графіку кривої працездатності Е. Крепеліна (наведеного у п.п. 1.3 першого розділу).

Таблиця 4.1 – Розмежування значень в інтервалі [0; 1] для проведення експериментальних досліджень

Нумерація фаз	Найменування	Присвоєні значення
1	Активація процесуальних методів діяльності	0,5
2	Оптимальна компенсація	1
3	Початкова втома	0,8
4	Компенсуальна втома	0,3
5	Повна відмова від роботи	0

Результат перетворень має наступний вигляд, який наведено на рис. 4.23 – 4.24.

Години робочої	23.11.20		24.11.20		25.11.20		26.11.20		27.11.20		ФАКАЛ
	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	
8:00	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,8	0,3	ФАКАЛ
10:00	0,5	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	
12:00	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	0,8	0,8	
14:00	0,8	0,8	1	1	1	1	1	0,8	1	1	
16:00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,8	0,8	0,8	0,8	
18:00	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0	
Години робочої	23.11.20		24.11.20		25.11.20		26.11.20		27.11.20		БАЙДАК
	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	
8:00	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	БАЙДАК
10:00	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	
12:00	0,8	0,8	0,5	0,5	1	1	0,8	0,8	1	1	
14:00	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	1	0,8	
16:00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	0,3	0,3	
18:00	0	0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	0,3	0,3	0	0	

Рисунок 4.23 – Фрагмент (1) порівнянь результатів машини і операторів

Години робочої	23.11.20		24.11.20		25.11.20		26.11.20		27.11.20		СТАЦІОН
	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	
8:00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
10:00	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	
12:00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,8	0,8	0,8	
14:00	0,3	0,3	1	1	0,8	0,8	1	1	0,8	0,8	
16:00	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	0,8	0,8	1	1	
18:00	0,5	1	0	0,3	0,8	0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	

Години робочої	23.11.20		24.11.20		25.11.20		26.11.20		27.11.20		ФРАСІМЕНКО
	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	
8:00	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	
10:00	0,8	0,8	1	1	0,5	0,5	0,3	0,3	1	1	
12:00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0,8	0,8	
14:00	1	1	1	1	0,3	0,3	0,5	0,5	1	1	
16:00	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	0,8	0,8	
18:00	0,8	0,3	0,3	0,3	1	1	0,8	0,8	0	0,3	

Години робочої	23.11.20		24.11.20		25.11.20		26.11.20		27.11.20		ЛЕВЧЕНКО
	М	О	М	О	М	О	М	О	М	О	
8:00	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
10:00	0,8	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	
12:00	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	
14:00	1	0,8	1	1	1	1	0,8	0,8	1	1	
16:00	0,3	0,3	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	0,8	0,8	
18:00	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	

Рисунок 4.24 – Фрагмент (2) порівнянь результатів машини і операторів

Наступним етапом експериментальних досліджень було побудова графіків порівнянь. За результатами першого оператора (рис. 4.25) видно незначні похибки, які загалом від тижневої перевірки склали приблизно 17%.

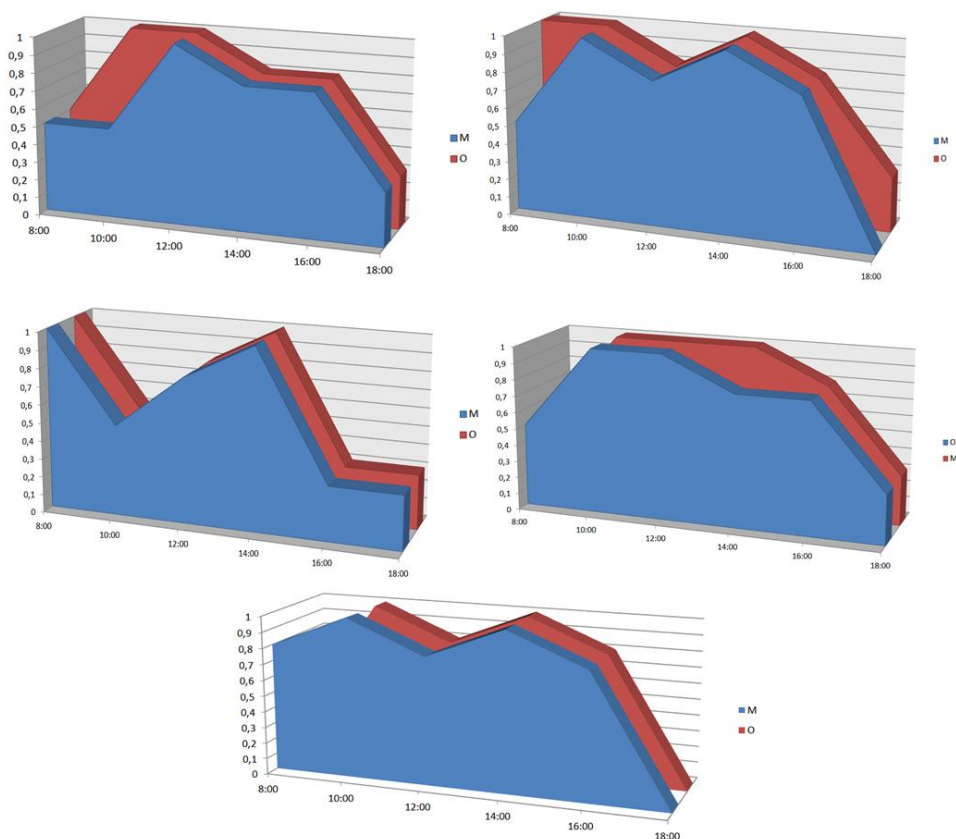


Рисунок 4.25 – Графіки порівнянь моніторингу ПФС (Вакал) між «М» і «О»

За результатами другого оператора (рис. 4.26) похибки склали приблизно 10%.

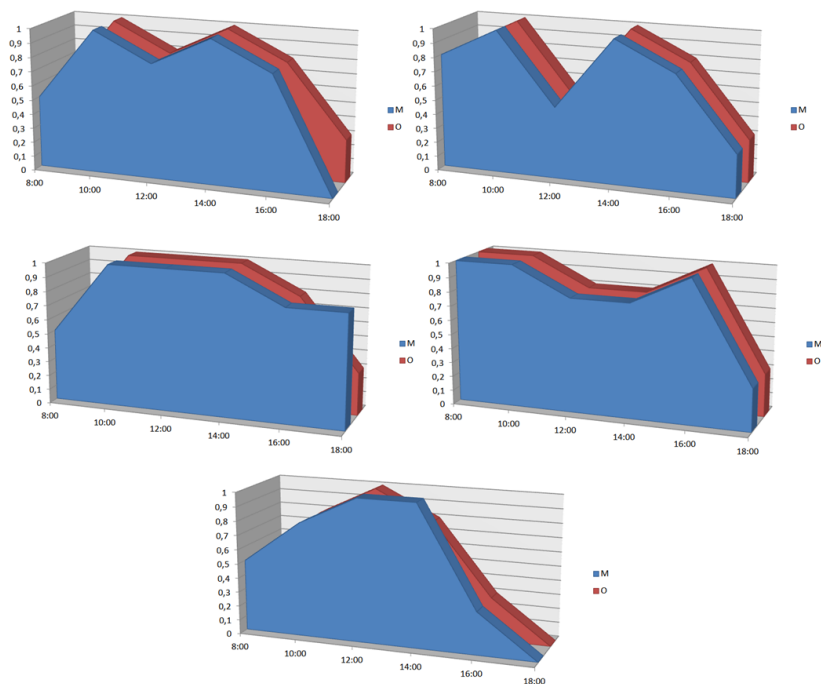


Рисунок 4.26 – Графіки порівнянь моніторингу ПФС (Байдак) між «М» і «О»

За результатами третього оператора (рис. 4.27) похибки склали приблизно 17%.

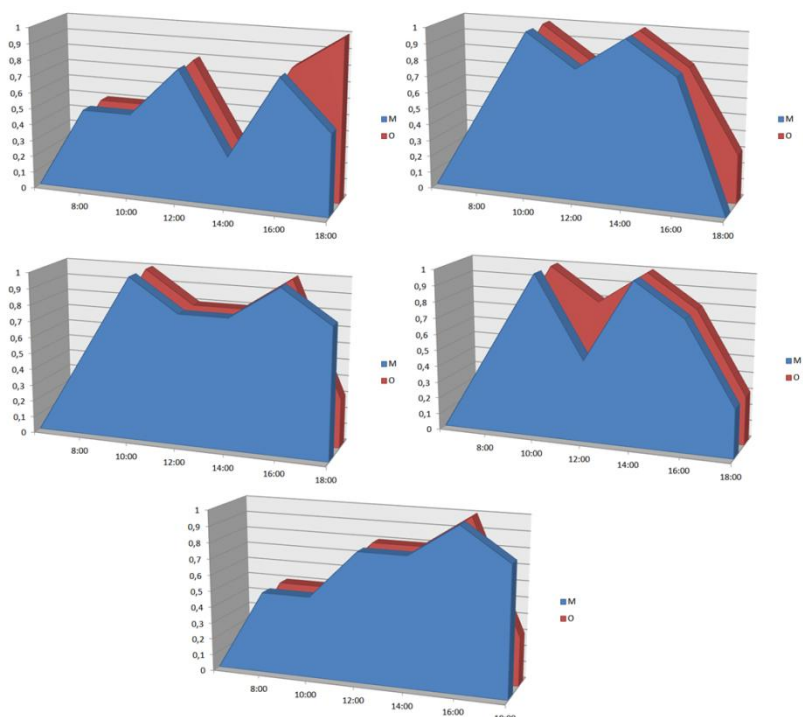


Рисунок 4.27 – Графіки порівнянь моніторингу ПФС (Стасюк) між «М» і «О»



За результатами четвертого оператора (рис. 4.28) похибки склали приблизно 13%.

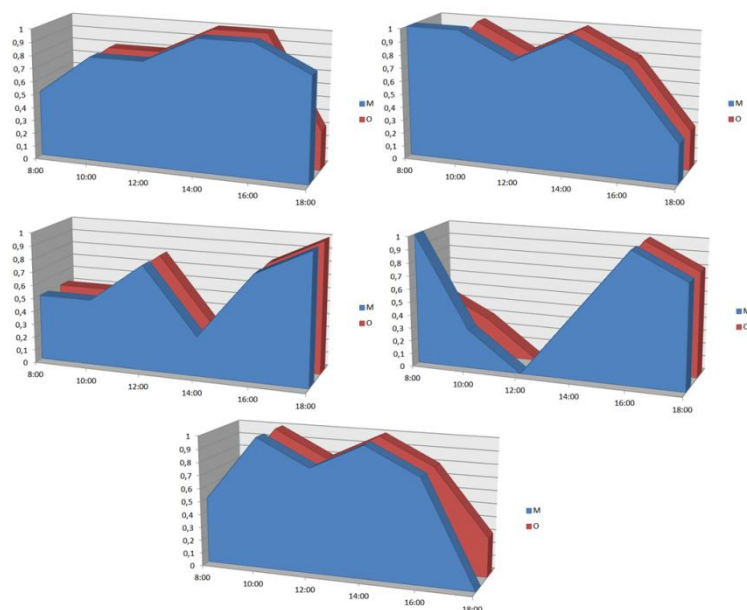


Рисунок 4.28 – Графіки порівнянь моніторингу ПФС (Герасименко)  
між «М» і «О»

За результатами п'ятого оператора (рис. 4.29) похибки теж склали приблизно 13%.

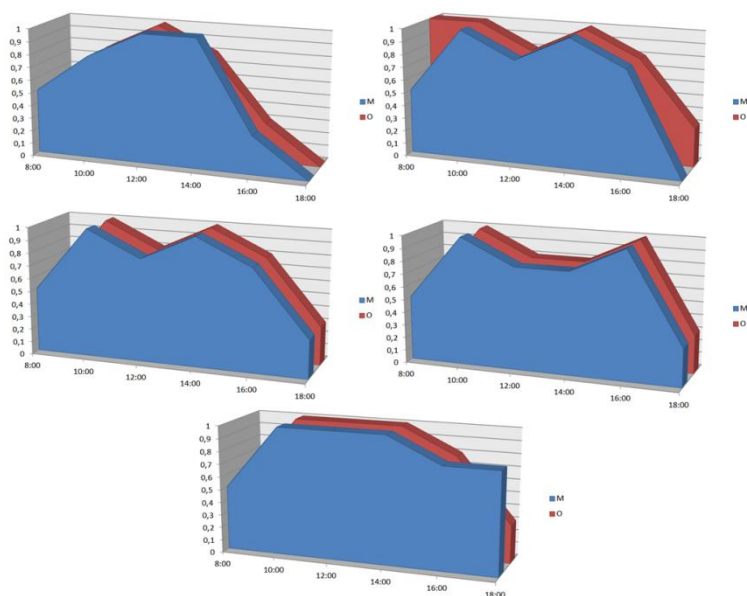


Рисунок 4.29 – Графіки порівнянь моніторингу ПФС (Левченко)  
між «М» і «О»

За результатами проведених досліджень чітко видно, що немає певного дотримання кривої працездатності Е. Крепеліна, адже кожна людина індивідуальна та може мати ряд різних факторів, які матимуть чималий вплив на поточний ПФС. На зважаючи на фактори, розроблена інформаційна система має гарні результати, майже безпомилкові.

Проведено розрахунок похибки визначення ПФС, погрішності можливі як з боку користувачів, адже не завжди можна коректно оцінити власний функціональний стан без застосування будь яких апаратів, наприклад танометру, термометру, тощо, так і з боку машинної взаємодії. Для більш точного аналізу слід застосовувати великі об'єми вхідних даних, але, за браком часу, на жаль, зібрати велику кількість даних не вийшло.

Отже, переходячи до середнього значення точності роботи моніторингу ПФС оператора АСОІУ, слід отримати похибку, яка є відхиленням від показників людей-операторів. На рисунку 4.30 представлений графік відповідності середньої точності роботи методів і алгоритмів системи та їх середню похибку.

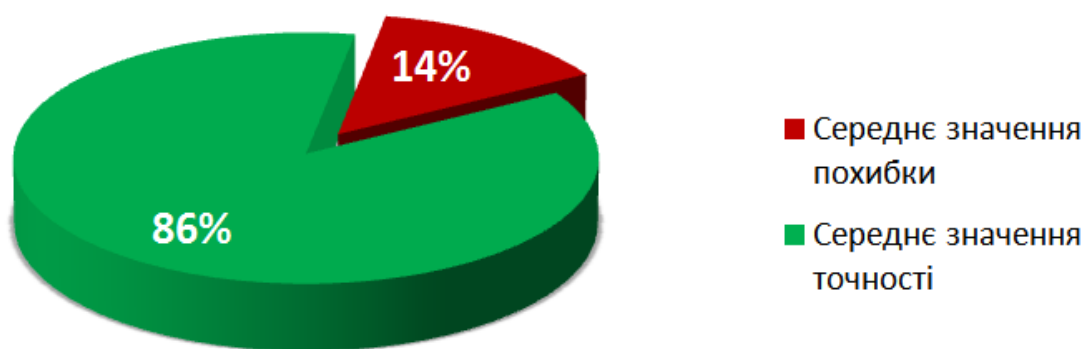


Рисунок 4.30 – Узагальнена діаграма точності та похибки роботи програмного продукту

Проведені експерименти підтверджують працездатність даної інформаційної системи, адже середнє значення точності становить 86%.

## ВИСНОВКИ

Протягом останніх років завдання ергономічного забезпечення складних систем набувають все більшої актуальності. У зв'язку з цим розробляються математичні моделі та інформаційні технології, спрямовані на пошук ергономічних резервів підвищення ефективності людино-машинних систем.

Основна задача кваліфікаційної роботи магістра полягала в створенні такої системи, яка б мала змогу автоматично проводити точний моніторинг ПФС операторів без використання будь яких додаткових програмних продуктів або приладів.

У результаті аналізу виявлено, що не аби яку роль у сучасному суспільстві займає біометрія, а саме її методи динамічної біометрії. Найбільш прийнятним біометричним методом є використання даних з пристроїв введення інформації. Так як клавіатура є пристроєм введення, використання клавіатурного почерку для визначення ПФС оператора є найбільш природним.

Для вирішення поставленої задачі обрано математичний апарат обробки біометричних даних штучними нейронними мережами та виділені наступні етапи: аналіз інформації, що надходить з виходу моделі штучної нейронної мережі; вибір допустимих варіантів рішень; вироблення оптимального рішення.

За проведеними дослідженнями обрано архітектуру нейронної мережі, а саме тришаровий перцептрон Розенблата з механізмом WTA та для навчання алгоритм Коханена. Даний метод допоможе позбутися від зайвих шумових випадів, які не впливають на зміну ПФС операторів. Визначення стану відбувається за рахунок порівняння еталонних значень.

Результатом програми є повідомлення користувача про його поточний ПФС та можливість розробити статистику моніторингу за певний період часу за кожним із користувачів.

Отже, проведені експерименти підтверджують працездатність даної інформаційної системи, адже середнє значення точності становить 86%.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Burov, O., Lavrov, E., Lytvynova, S., Pasko, N., Dubovyk, S., Orlyk, O., ... Kyzenko, V. (2021). Cognitive Performance Degradation in High School Students as the Response to the Psychophysiological Changes. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1201 AISC, pp. 83–88). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51041-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51041-1_12).
2. Lavrov, E., Siryk, O., & Chabanenko, P. (2020). A method to ensure the effectiveness and attractiveness of e-learning. Human-oriented systemic ergonomic approach. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2732, pp. 572–582). CEUR-WS.
3. Burkov, E. A., Paderno, P. I., Siryk, O. E., Lavrov, E. A., & Pasko, N. B. (2020). Analysis of Impact of Marginal Expert Assessments on Integrated Expert Assessment. In *Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2020* (pp. 14–17). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SCM50615.2020.9198772>
4. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Mukoseev, V., & Dubovyk, S. (2020). Automation of reliability assessment of functional elements of flexible automated production based on functional network methodology. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2740, pp. 357–364). CEUR-WS.
5. Burov, O., Lytvynova, S., Lavrov, E., Krylova-Grek, Y., Orlyk, O., Petrenko, S., ... Tkachenko, O. M. (2020). Cybersecurity in educational networks. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1131 AISC, pp. 359–364). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4\\_56](https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4_56)
6. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Burov, O., & Osadchyi, V. (2020). Ergonomics of cyberspace. mathematical modeling to create groups of operators for error-free and timely implementation of functions in a distributed control system. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2740, pp. 380–385). CEUR-WS.
7. Lavrov, E., Paderno, P., Burkov, E., Volosiuk, A., & Lung, V. D. (2020). Expert assessment systems to support decision-making for sustainable development of

complex technological and socioeconomic facilities. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 166). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016611002>

8. Pinchuk, O., Sokolyuk, O., Burov, O., Lavrov, E., Shevchenko, S., & Aksakovska, V. (2020). ICT for training and evaluation of the solar impact on aviation safety. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2732, pp. 786–792). CEUR-WS.

9. Lavrov, E., Pasko, N., & Siryk, O. (2020). Information technology for assessing the operators working environment as an element of the ensuring automated systems ergonomics and reliability. In *Proceedings - 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020* (pp. 570–575). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235497>

10. Lavrov, E. A., Paderno, P. I., Burkov, E. A., Siryk, O. E., & Pasko, N. B. (2020). Information Technology for Modeling Human-machine Control Systems and Approach to Integration of Mathematical Models for Its Improvement. In *Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2020* (pp. 117–120). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SCM50615.2020.9198791>

11. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Burov, O., & Natalia, M. (2020). Mathematical Models for Reducing Functional Networks to Ensure the Reliability and Cybersecurity of Ergatic Control Systems. In *Proceedings - 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020* (pp. 179–184). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235418>

12. Burov, O., Lavrov, E., Pasko, N., Hlazunova, O., Lavrova, O., Kyzenko, V., & Dolgikh, Y. (2020). Self-adjusted data-driven system for prediction of human performance. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1131 AISC, pp. 282–287). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4_45)

13. Lavrov, E., Pasko, N., Siryk, O., Kisel, N., & Sedova, N. (2020). The method of teaching IT students computer analysis of ergonomic reserves of the effectiveness of

automated control systems. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 166). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610017>

14. Lavrov, E., Lavrova, O., Pasko, N., Kyzenko, V., & Savina, N. (2019). Assessment of the reliability of a human operator in access systems to information resources. In *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings* (pp. 51–56). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/PICST47496.2019.9061495>

15. Lavrov, E. A., Paderno, P. I., Volosiuk, A. A., Pasko, N. B., & Kyzenko, V. I. (2019). Automation of Functional Reliability Evaluation for Critical Human-Machine Control Systems. In *Proceedings of 2019 3rd International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2019* (pp. 144–147). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/CTS48763.2019.8973294>

16. Lavrov, E. A., Paderno, P. I., Volosiuk, A. A., Pasko, N. B., & Kyzenko, V. I. (2019). Decision Support Method for Ensuring Ergonomic Quality in Polyergatic IT Resource Management Centers. In *Proceedings of 2019 3rd International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2019* (pp. 148–151). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/CTS48763.2019.8973265>

17. Lavrov, E., Kozhevnykov, G., Pasko, N., Gonchar, V., & Mukoseev, V. (2019). Improvement for Ergonomic Quality of Man-Machine Interaction in Automated Systems based on the Optimization Model. In *2018 International Scientific-Practical Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings* (pp. 735–740). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632074>

18. Lavrov, E., & Lavrova, O. (2019). Intelligent adaptation method for human-machine interaction in modular E-learning systems. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2393, pp. 1000–1010). CEUR-WS.

19. Lavrov, E., Pasko, N., & Borovyk, V. (2019). Management for the Operators Activity in the Polyergatic System. Method of Functions Distribution on the Basis of the Reliability Model of System States. In *2018 International Scientific-Practical Conference*

on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings (pp. 423–428). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632102>

20. Lavrov, E., Pasko, N., Lavrova, O., & Savina, N. (2019). Models for the Description of Man-Machine Interaction for the Tasks of Computer-Aided Assessment of the Reliability of Automated Systems. In 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT 2019 - Proceedings (pp. 176–181). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847767>

21. Lavrov, E., Barchenok, N., Lavrova, O., & Savina, N. (2019). Models of the dialogue “human-computer” for ergonomic support of e-learning. In 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT 2019 - Proceedings (pp. 187–190). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847763>

22. Lavrov, E., & Pasko, N. (2018). Automation of assessing the reliability of operator’s activities in contact centers that provide access to information resources. In CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2105, pp. 445–448). CEUR-WS.

23. Lavrov, E. A., Volosiuk, A. A., Pasko, N. B., Gonchar, V. P., & Kozhevnikov, G. K. (2018). Computer Simulation of Discrete Human-Machine Interaction for Providing Reliability and Cybersecurity of Critical Systems. In Proceedings of the 3rd International Conference Ergo-2018: Human Factors in Complex Technical Systems and Environments, Ergo 2018 (pp. 67–70). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443846>

24. Lavrov, E., & Pasko, N. (2018). Development of Models for Computer Systems of Processing Information and Control for Tasks of Ergonomic Improvements. In Communications in Computer and Information Science (Vol. 920, pp. 98–109). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99972-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99972-2_8)

25. Lavrov, E. A., Pasko, N. B., & Snytyuk, V. E. (2018). Information Technology for Distribution of Functions between Operators as a Means of Improving the Reliability of Polyergatic Systems. In Proceedings of the 3rd International Conference

Ergo-2018: Human Factors in Complex Technical Systems and Environments, Ergo 2018 (pp. 71–76). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ERGO.2018.8443832>

26. Khramova, L. N., Tsakhaeva, A. A., Posokhova, A. V., Lavrov, E. A., Litvishkov, V. M., & Vilкова, A. V. (2018). Modern managers training in the context of competence approach. *Journal of Social Sciences Research*, 2018(Special Issue 5), 194–199. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi5.194.199>

27. Lavrov, E., & Pasko, N. (2018). Optimization of the activity of operators of critical systems by methods of regulating operationalo tension. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2105, pp. 227–234). CEUR-WS.

28. Lavrov, E., Tolbatov, A., Pasko, N., & Tolbatov, V. (2017). Cybersecurity of distributed information systems. The minimization of damage caused by errors of operators during group activity. In *2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings* (pp. 83–87). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2017.8020071>

29. Lavrov, E., Pasko, N., Barchenko, N., & Tolbatov, A. (2017). Development of adaptation technologies to man-operator in distributed E-learning systems. In *2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings* (pp. 88–91). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2017.8020072>

30. Lavrov, E., Barchenko, N., Pasko, N., & Borozenec, I. (2017). Development of models for the formalized description of modular e-learning systems for the problems on providing ergonomic quality of humancomputer interaction. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(2–86), 4–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.97718>

31. Lavrov, E., Tolbatov, A., Pasko, N., & Tolbatov, V. (2017). Ergonomic reserves for improving reliability of data processing in distributed banking systems. In *2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings* (pp. 79–82). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/AIACT.2017.8020070>



32. Лавров Е.А., Скиданенко А.С. Эргономические резервы повышения эффективности АСУТП производства удобрений. //Сучасні інформаційні системи і технології: матеріали Другої міжнародної науково-практичної конференції, м.Суми,21-24 травня 2013 р. / редкол.А.С. Довбиш, О.А. Борисенко, О.В. Бондар., Суми: Сумський державний університет, 2013. С.53-54.
33. Ашерев А.Т. Ергономіка інформаційних технологій: оцінка, проектування, експертиза. Навч.посіб. / А.Т. Ашерев, Г.І. Сажко, Харків: УПА, 2005, 243 с.
34. Анохин Алексей Никитич Системный анализ эргономического обеспечения проектирования и эксплуатации атомных станций : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.13.01 / Анохин Алексей Никитич ; Обнинский институт атомной энергетики. Обнинск, 2001. 36 с.
35. Анохин А. Н. Вопросы эргономики в ядерной энергетике /А. Н. Анохин, В. А. Острейковский. М. : Энергоатомиздат, 2001. 344 с.
36. Ашерев А. Т. Научные и методические основы эргономической подготовки инженеров-педагогов в компьютерной отрасли / А. Т. Ашерев, Г. І. Сажко. Горловка : Ліхтар, 2008. 170 с
37. Шлаен П. Я. Эргономика для инженеров: Эргономическое обеспечение проектирования человеко-машинных комплексов: проблемы, методология, технологии / П. Я. Шлаен, В. М. Львов. Тверь : ТвГУ, 2004. 476 с.
38. Горячкин Б.С. Эргономический анализ систем обработки информации и управления // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017).
39. Бояркин М. А. Оценка результатов деятельности оператора-технолога нефтегазопромысла по данным архива SCADA-системы : автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.13.01 / Бояркин Михаил Александрович; Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень, 2007. 16 с.
40. Сатторов Ф. Э. Метод и алгоритмы распределения функциональных возможностей пользователей в системах обработки информации : автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.13.01 / Сатторов Фаррух Эътиборович ; Санкт–Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ». Спб., 2010. 19 с.

41. Automated real-time classification of functional states based on physiological parameters / E. M. Lobacheva, Y. N. Galatenko, R. F. Gabidullina et al. // Procedia - social and behavioral sciences. 2013. Vol. 86. P. 373–378. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/5248765/>

42. WORK CAPACITY AND FATIGUE RELATION IN EMPLOYEES ACTIVITY/ Manolescu Aurel, Lucia Morosan-Danila, Otilia Bordeianu, Conference: 19th International Economic Conference ,IECS 2015 At: Sibiu, Romania Volume: REVISTA ECONOMICĂ, Supplement No. 2/2015. URL: [https://www.researchgate.net/publication/299469785\\_WORK\\_CAPACITY\\_AND\\_FATIGUE\\_RELATION\\_IN\\_EMPLOYEES\\_ACTIVITY](https://www.researchgate.net/publication/299469785_WORK_CAPACITY_AND_FATIGUE_RELATION_IN_EMPLOYEES_ACTIVITY)

43. Психология труда, инженерная психология и эргономика: учебно-методическое пособие : в 2 ч. Ч. 2 / Н. С. Белоусова ; Урал. гос. пед. ун-т. – Электрон. дан. – Екатеринбург : [б. и.], 2017. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/132623395.pdf>

44. Біометрична ідентифікація (світовий ринок). 24 квітня 2020. [Електронний ресурс]: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F\\_\(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9\\_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA))

45. Алонцева Е. Н. Системный анализ деятельности операторов атомной станции в экстремальных ситуациях : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 : 19.00.03 : / Алонцева Елена Николаевна ; Обнинский Гос. Технический Ун-т Атомной Энергетики (ИАТЭ). Обнинск, 2006. 18 с.

46. Цивільський Ф. М. Методи та моделі керування системою "Оператор – АСУ" з урахуванням психофізіологічних характеристик оператора : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / Цивільський Федір Миколаєвич ; Херсон. нац. техн. унт. Херсон, 2006. 21 с.

47. Буров О. Ю. Системи керування та прогнозування працездатності людини / О. Ю. Буров, Б. М. Герасимов // Науково-технічна інформація. 2006. № 2. С. 27-30.

48. Буров О. Ю. Ергономічні основи розробки систем прогнозування працездатності людини-оператора на основі психофізіологічних моделей діяльності : автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.01.04 / Буров Олександр Юрійович ; НДІ проблем військової медицини Збройних Сил України. Харків, 2007. 40 с.

49. Изотова Е. А. Эргономическое обеспечение деятельности сварщиков в условиях действия высокой температуры / Е. А. Изотова // Вестник Харьковского национального автомобильно–дорожного университета. 2013. Вып. 18. С. 50- 60.

50. Шевяков А. В. Эргономическое совершенствование дисплейных видеокладов и характеристик деятельности операторов в крупномасштабных производствах. На примере АСУ ТП прокатного стана : автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.20 / Шевяков Александр Владимирович ; Всероссийский научноисследовательский институт технической эстетики. М., 2000. 25с.

51. Доровський В.О. Ідентифікація професійних знань операторів автоматизованих систем управління : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Доровський Володимир Олексійович ; Херсонський держ. технічний ун-т. Херсон, 2004. 36 с.

52. Бояркин М. А. Оценка результатов деятельности оператора-технолога нефтегазопромысла по данным архива SCADA-системы : автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Бояркин Михаил Александрович ; Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень, 2007. 16 с.

53. Гаврилов Э. В. Оценка безопасности движения в городских условиях / Э. В. Гаврилов, И. Э. Линник, А. В. Банатов // Вестник ХГАДТУ. Харьков: Изд. ХГАДТУ, 2002. вып.17. С. 57-62.

54. Автотранспортна експертиза: підручник / В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, А. І. Лозовий та ін. Х. : ХНАМГ, 2011. 422 с.

55. Доля В. К. Міські і регіональні проблеми ергономіки і логістики / В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, О. О. Лобашов та ін. Х.: НТМТ, 2011. 201 с.

56. Доля В. К. Проблеми ергономіки і логістики в транспортних системах міст / Е. В. Гаврилов, Ю. О. Давідіч, В. Ф. Харченко та ін. Горлівка: ПП «Видавництво Ліхтар», 2009. 516 с.
57. Доля В. К. Аспекти ергономіки і логістики в транспортних системах міст / В. К. Доля, С. С. Овчинников, К. Є. Вакуленко та ін. Х.: НТМТ, 2011. 217 с.
58. Доля В. К. Прогнозирование эволюции системы «водитель–транспортное средство – транспортная сеть – среда» / В. К. Доля, И. Э. Линник, Я. В. Санько. // Інженерні системи та техногенна безпека. 2011. Випуск 5(91). С. 220-223.
59. Давідіч Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології / Ю. О. Давідіч. Харків : ХНАДУ, 2006. 292 с.
60. Давідіч Ю. О. Теоретичні основи ергономічного забезпечення автотранспортних технологічних процесів : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.01; 05.01.04 / Давідіч Юрій Олександрович ; Харківська національна академія міського господарства. Х., 2007. 42 с
61. Волобуева Т. В. Эргономическая оценка обучения водителя поведению в стрессовых дорожно-транспортных ситуациях : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.01.04 / Волобуева Татьяна Вячеславовна ; Харьковская национальная академия городского хозяйства. Харьков, 2011. 21с.
62. Рева О. М. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування: Монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, С. В. Недбай ; За ред. О. М. Реви. Рівне: «Овід», 2010. 106 с.
63. Чабаненко П. П. Исследование безопасности и эффективности функционирования систем человек-техника эргосетями / П. П. Чабаненко. Севастополь, 2012. 160 с.
64. Панфілов Ю. І. Психологічні основи забезпечення ефективності спільної діяльності операторів військ протиповітряної оборони : автореф. дис ... канд. психол. наук: 19.00.03 / Панфілов Юрій Іванович ; В.о. Укр. інженерно-пед. акад. Харків : [б.в.], 2007.19 с.

65. Герасимов Б. М. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: теория, синтез, эффективность / Б. М. Герасимов, В. А. Тарасов, И. А. Левин, В. А. Корнийчук. Киев: МАКНС, 2007. 336 с.

66. Васильев М. В. Закономерности діяльності рятувальників в системі «рятувальник - засоби захисту та ліквідації аварії – надзвичайна ситуація з викидом небезпечної хімічної речовини»: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.01.04 / Васильев Михайло Валерійович ; Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. Харків, 2015. 24 с.

67. P.H. Pisani, A.C. Lorena, A systematic review on keystroke dynamics, J. Braz. Comput. Soc. 19 (4) (2013) 573–587 p.

68. Teh, P. S., Teoh, A. B. J., & Yue, S., «A Survey of Keystroke Dynamics Biometrics», The Scientific World Journal, 2013, vol. 2013, 24 p.

69. Абашин В.Г. Автоматизация процесса определения психофизиологического состояния оператора автоматизированного рабочего места в асупт : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.06. - М, 2008.

70. Титов А. Биометрия от «А» до «Я» полное руководство биометрической идентификации и аутентификации(блог 2020). URL: <https://securityrussia.com/blog/biometriya.html>

71. University of California. "SMART Goals: A How to Guide". Page 3. Accessed April 28, 2020. URL: [https://www.ucop.edu/local-human-resources/\\_files/performance-appraisal/How%20to%20write%20SMART%20Goals%20v2.pdf](https://www.ucop.edu/local-human-resources/_files/performance-appraisal/How%20to%20write%20SMART%20Goals%20v2.pdf).

72. Gary Ryan Power. "Goals: The 10 Rules for Achieving Success," Page 85. Sourcebooks, Inc., 2013. URL: [https://books.google.com.ua/books?id=sfFDAQAAQBAJ&q=goal+power&redir\\_esc=y#v=snippet&q=goal%20power&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=sfFDAQAAQBAJ&q=goal+power&redir_esc=y#v=snippet&q=goal%20power&f=false).

73. Heagney, J.. Fundamentals of Project Management (4thed.). American Management Association, 1601 Broadway, (2011)New York, NY 10019.

74. Ali Hadi Jebrin. Integrating Work Breakdown Structure with the Organization Breakdown Structure (Approach Theoretical), Ijsrm.Human, 2018; Vol. 11 (1): 125-142.

URL: <http://ijsrm.humanjournals.com/wp-content/uploads/2018/12/11.Ali-Hadi-Jebrin..pdf>.

75. Hillson, D. (2014). Managing overall project risk. Paper presented at PMI Global Congress 2014. EMEA, Dubai, United Arab Emirates. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

76. IEEE Biometric Security Standardization 2019 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC), Novi Sad, Serbia, Serbia. DOI: 10.1109/ZINC.2019.8769419

77. Vladimir E. Khitsenko; Dmitry S. Krutokhvostov Statistical Monitoring of Keyboard Handwriting for Continuous Authentication/ 2018 XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE). Novosibirsk, Russia. DOI: 10.1109/APEIE.2018.8546288

78. Serhii Toliupa; Liudmyla Tereikovska; Oleksandr Korystin; Denys Chernyshev; Ihor Tereikovskiy Low-Resource Convolution Neural Network for Keyboard Recognition of the User/2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). Kyiv, Ukraine, Ukraine. DOI: 10.1109/ATIT49449.2019.9030437

79. Ouais Alsharif; Tom Ouyang; Françoise Beaufays; Shumin Zhai; Thomas Breuel; Johan Schalkwyk Long short term memory neural network for keyboard gesture decoding/ 2015 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Brisbane, QLD, Australia. DOI: 10.1109/ICASSP.2015.7178336

80. Надригайло Т.Ж., Молчанова К.А. Аналіз нейронних алгоритмів/ Дніпродзержинський державний технічний університет. Мат. мод. № 2 (25), 2011. с.46-51. URL: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/74/68/13-st13.pdf>

## ДОДАТОК А. Планування робіт

### А.1 Ідентифікація мети інформаційної технології моніторингу психофізіологічного стану людей-операторів

У ході роботи над дипломним проектом слід розробити інформаційну технологію моніторингу психофізіологічного стану операторів. Для конкретизації мети проекту використано метод SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-framed) [71, 72], який належить до кращих методів ефективного планування. Букви у слові SMART означають ключові вимоги до оптимального визначення мети при створенні проектів. Деталізація мети дипломного проекту вказані у табл. А.1.

Таблиця А.1 – Деталізація мети методом SMART

Specific (конкретна)	Створити інформаційну технологію моніторингу психофізіологічного стану людей-операторів за допомогою біометричного методу, а саме методу на основі аналізу клавіатурного почерку.
Measurable (вимірювана)	Моніторинг психофізіологічного стану операторів визначити за рахунок впливу нестабільного функціонального стану людини на зміну її клавіатурного почерку.
Achievable (досяжна)	Мета – досяжна, адже існує типова система аналог, яка проходить експлуатацію в іншій галузі. Отже, для досягнення мети слід проаналізувати існуючі дослідження та системи в типовому напрямі реалізації.
Relevant (реалістична)	Для виконання поставленої мети є всі необхідні навички (програмні, технічні, емпіричні), за рахунок їх ціль – реалістична.
Time-framed (обмежена у часі)	Готову, адекватно працюючу, програму моніторингу психофізіологічного стану людей необхідно виконати в найближчі півроку (тобто до 2021 року), так як технологія може стати неактуальною, адже реалізація технології ціле направлена на кваліфікаційну дипломну роботу.

Важливим у визначенні мети SMART є те, що члени команди чітко розуміють, як саме вони та рішення будуть вимірюватися, забезпечуючи основу та обґрунтування для прийняття конкретних рішень. Без цілі кожен член команди може мати свій власний погляд на рівні прийнятності, а це може спричинити конфлікт як між ними, так і в самому проекті.

## **А.2 Планування змісту структури робіт ІТ-проекту**

Структура розподілу робіт (Work Breakdown Structure, WBS) – це інструмент для проекту складових частин. Це основа планування проекту та одна з найважливіших технік, що використовуються в управлінні проектами.[74]

WBS використовується для окреслення та групування окремих елементів роботи проекту (або еліверабельних матеріалів) таким чином, щоб визначити загальний обсяг роботи проекту.[73]

Структура WBS будується для детального опису робіт, які необхідно виконати на кожному етапі створення проекту. Декомпозиція робіт зображена на рис. А.1.

Організаційна структура розподілу (Organizational Breakdown Structure) – це документ, який бізнес може використовувати разом із графіком робочого процесу та розподілом ресурсів для організації людей, які будуть працювати над певним проектом.[74]

OBS (рис. А.2) окреслює обов'язки в організаційній структурі, а його взаємодія з WBS призводить до того, що відповідальність OBS призначається обсягу роботи, визначеному WBS.

Діаграма даного типу розподілу стосується тільки внутрішньої організації структури проекту та не стосується відносин проектних груп чи учасників з батьківськими організаціями.

У таблиці А.2 представлено відповідність між списком завдань та виконавців, що функціонують в проекті моніторингу психофізіологічного стану операторів.



Таблиця А.2 – Матриця відповідності проекту

	Вакал С.М.	Лавров Є.А.	Користувачі
Визначення задач проекту	+	+	
Визначення мети	+		
Ознайомлення з існуючими типовими системами	+		
Порівняння існуючих методів і засобів	+		
Визначення оптимального методу та засобу	+		
Створення моделі технології	+		
Оцінка отриманої моделі	+		
Правка та корегування моделі	+	+	
Визначення інструментарію	+		
Визначення змісту і структури робіт	+	+	
Створення календарного плану	+		
Визначення бюджету	+		
Визначення ризиків	+		
Вибір продукту для зберігання даних	+		
Розробка алгоритму збору даних	+		
Розробка математичних моделей для аналізу даних	+		
Програмування алгоритмів та математичних моделей	+		
Впровадження архітектур нейронних мереж до програмної розробки	+		
Розробка методу, який забезпечить придушення шумових випадів	+		
Створення зручного користувальницького інтерфейсу	+		
Тестування програми реальними користувачами	+		+
Усунення недоліків	+		
Створення інструкції користувача	+		
Оформлення ПЗ + документації	+		
Збереження проекту	+		
Презентація	+		

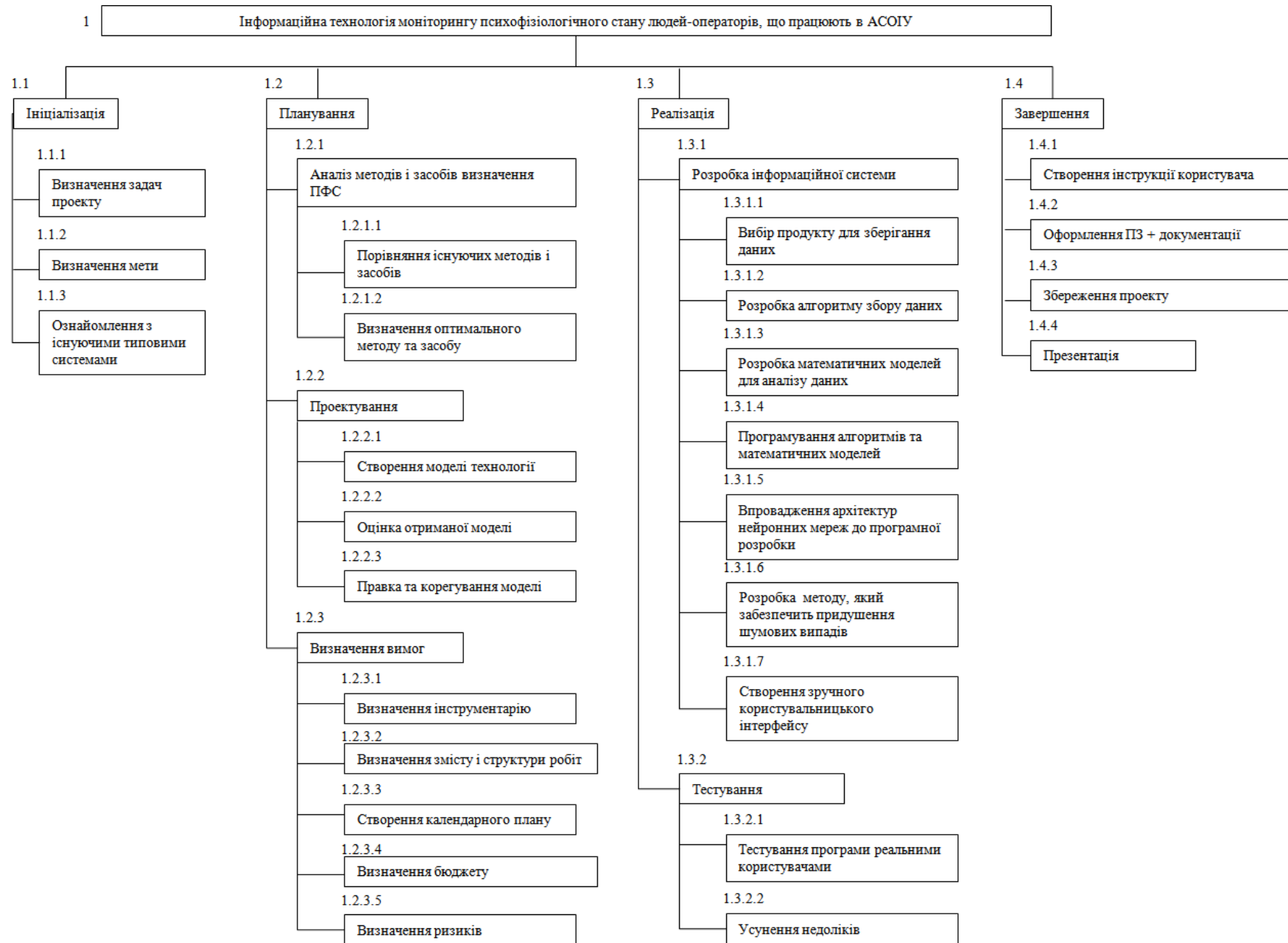


Рисунок А.1 – WBS. Структура робіт проекту

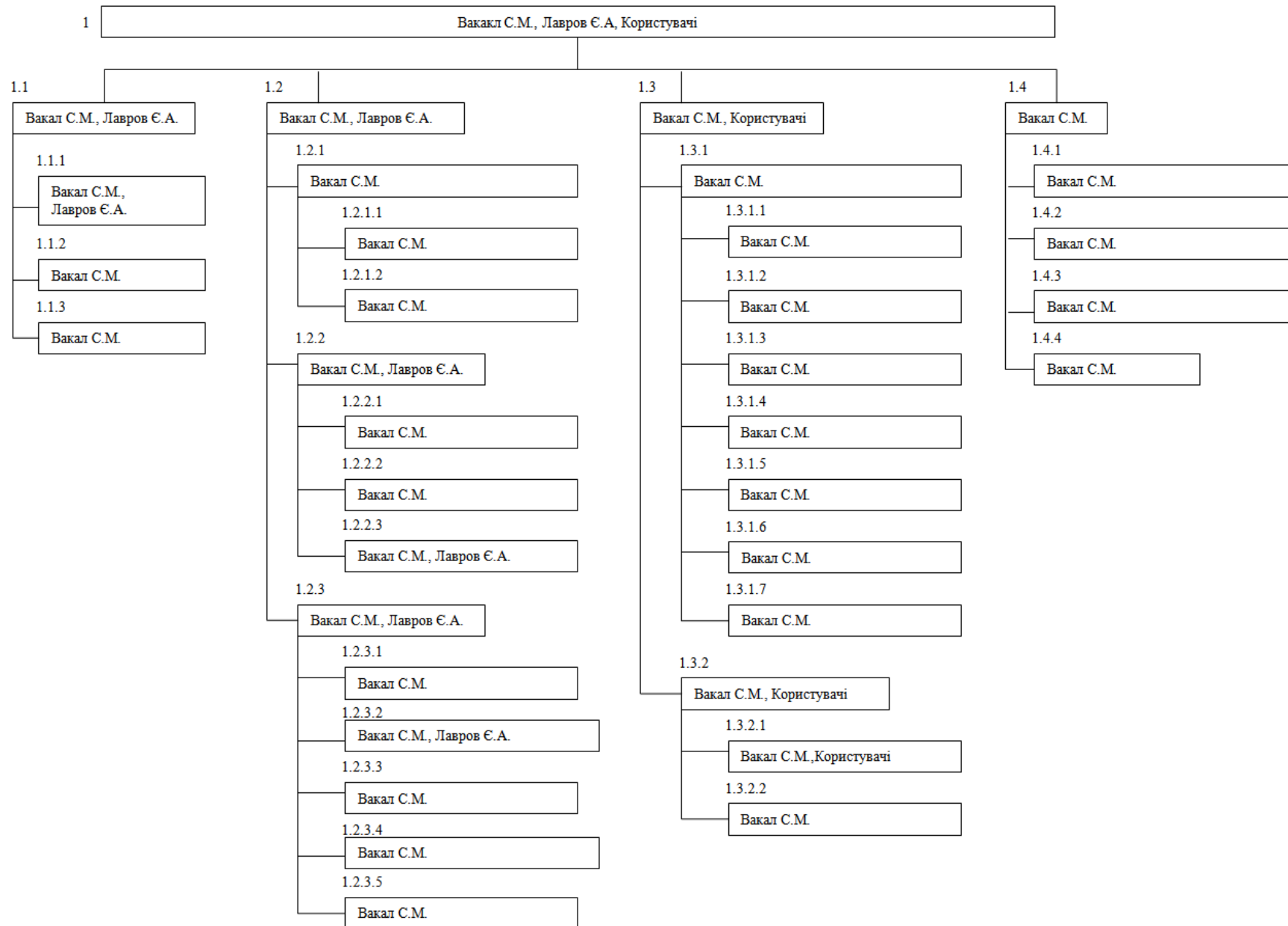


Рисунок А.2 – OBS. Організаційна структура проекту

### А.3 Побудова календарного графіку виконання інформаційної технології

Найпоширеніший спосіб зобразити календарний графік виконання ІТ проекту належить діаграмі Ганта (Gantt Chart). Даний тип гістограми відтворює все, що потрібно зробити в конкретному проекті. Користувач має змогу створити безліч діаграм, які можливо поєднати з різними проектами. Діаграма надає можливість створювання списків завдань як проекту, так і конкретній людині, яка бере участь у проекті. Стовпчики представляють окремі завдання, які потрібно виконати, і вони точно показують, коли слід розпочати призначення або завдання та який дедлайн.

У MS Project діаграма Ганта – основний засіб візуалізації плану проекту. По горизонталі розміщена шкала часу, а по вертикалі – список завдань. При цьому довжина відрізків, що позначають завдання, пропорційна тривалості завдань.

Переглянути діаграму Ганта дипломного проекту можна на рис. А.3 – А.5.

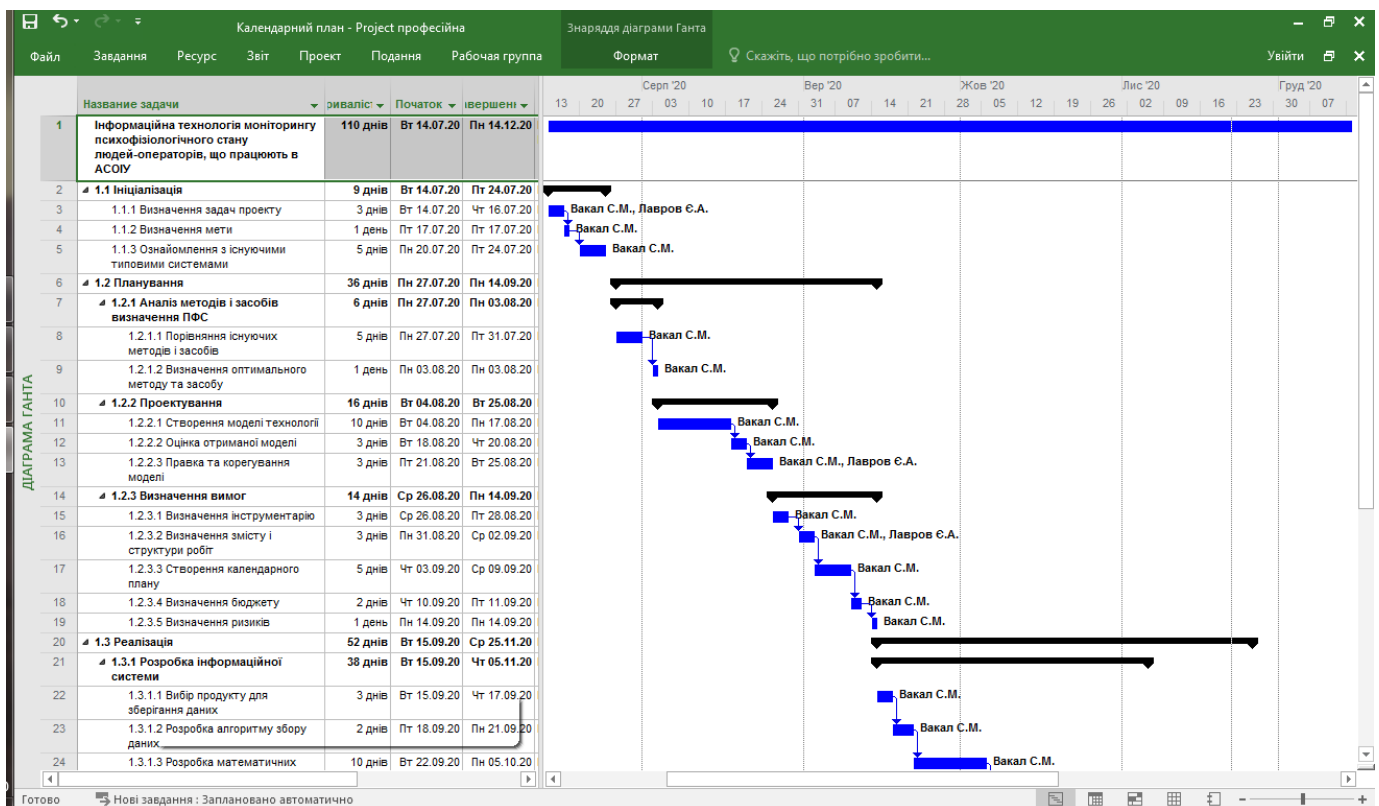


Рисунок А.3 – Діаграма Ганта (частина 1)

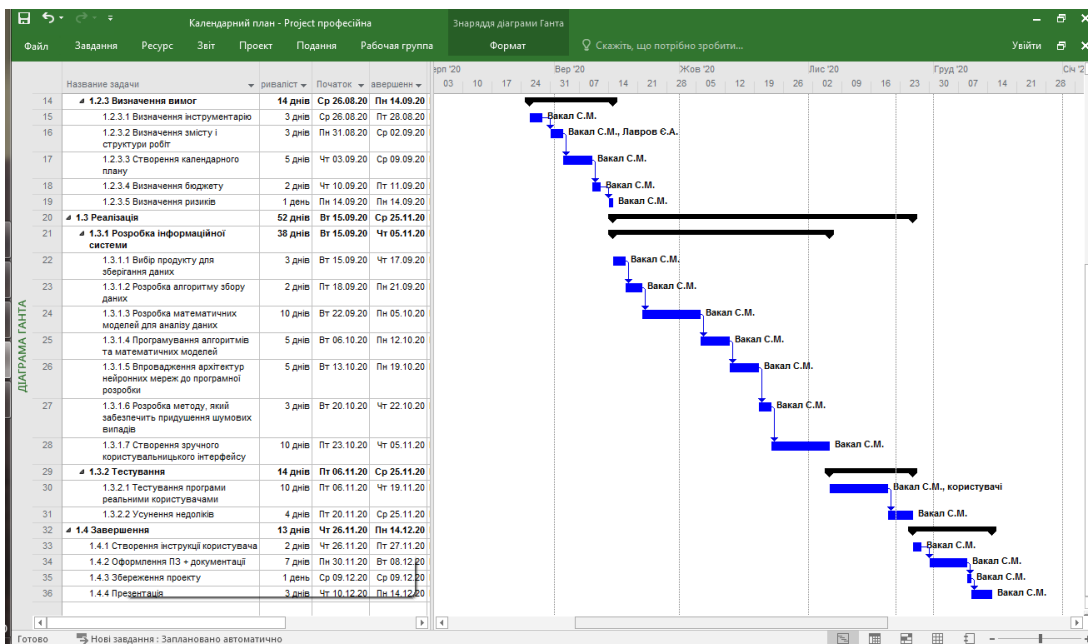


Рисунок А.4 – Діаграма Ганта (частина 2)

За побудованою діаграмою видно, що створення дипломного проекту займає 110 робочих днів (рис. А.5) (без урахувань вихідних та святкових днів). Тривалість виконання робіт зазначена в днях, але фактична тривалість складає приблизно 3-4 години на день.

Інформаційна технологія моніторингу психофізіологічного стану людей-операторів, що працюють в АСОУ	110 днів	Вт 14.07.20	Пн 14.12.20	Вакал С.М., Лавров Є.А., Користувачі
<b>1.1 Ініціалізація</b>	9 днів	Вт 14.07.20	Пт 24.07.20	Вакал С.М., Лавров Є.А.
1.1.1 Визначення задач проекту	3 днів	Вт 14.07.20	Чт 16.07.20	Вакал С.М., Лавров Є.А.
1.1.2 Визначення мети	1 день	Пт 17.07.20	Пт 17.07.20	Вакал С.М.
1.1.3 Ознайомлення з існуючими типовими системами	5 днів	Пн 20.07.20	Пт 24.07.20	Вакал С.М.
<b>1.2 Планування</b>	36 днів	Пн 27.07.20	Пн 14.09.20	Вакал С.М., Лавров Є.А.
<b>1.2.1 Аналіз методів і засобів визначення ПФС</b>	6 днів	Пн 27.07.20	Пн 03.08.20	Вакал С.М.
1.2.1.1 Порівняння існуючих методів і засобів	5 днів	Пн 27.07.20	Пт 31.07.20	Вакал С.М.
1.2.1.2 Визначення оптимального методу та засобу	1 день	Пн 03.08.20	Пн 03.08.20	Вакал С.М.
<b>1.2.2 Проектування</b>	16 днів	Вт 04.08.20	Вт 25.08.20	Вакал С.М., Лавров Є.А.
1.2.2.1 Створення моделі технології	10 днів	Вт 04.08.20	Пн 17.08.20	Вакал С.М.
1.2.2.2 Оцінка отриманої моделі	3 днів	Вт 18.08.20	Чт 20.08.20	Вакал С.М.
1.2.2.3 Правка та корегування моделі	3 днів	Пт 21.08.20	Вт 25.08.20	Вакал С.М., Лавров Є.А.
<b>1.2.3 Визначення вимог</b>	14 днів	Ср 26.08.20	Пн 14.09.20	Вакал С.М., Лавров Є.А.
1.2.3.1 Визначення інструментарію	3 днів	Ср 26.08.20	Пт 28.08.20	Вакал С.М.
1.2.3.2 Визначення змісту і структури робіт	3 днів	Пн 31.08.20	Ср 02.09.20	Вакал С.М., Лавров Є.А.
1.2.3.3 Створення календарного плану	5 днів	Чт 03.09.20	Ср 09.09.20	Вакал С.М.
1.2.3.4 Визначення бюджету	2 днів	Чт 10.09.20	Пт 11.09.20	Вакал С.М.
1.2.3.5 Визначення ризиків	1 день	Пн 14.09.20	Пн 14.09.20	Вакал С.М.
<b>1.3 Реалізація</b>	52 днів	Вт 15.09.20	Ср 25.11.20	Вакал С.М., користувачі
<b>1.3.1 Розробка інформаційної системи</b>	38 днів	Вт 15.09.20	Чт 05.11.20	Вакал С.М.
1.3.1.1 Вибір продукту для зберігання даних	3 днів	Вт 15.09.20	Чт 17.09.20	Вакал С.М.
1.3.1.2 Розробка алгоритму збору даних	2 днів	Пт 18.09.20	Пн 21.09.20	Вакал С.М.
1.3.1.3 Розробка математичних	10 днів	Вт 22.09.20	Пн 05.10.20	Вакал С.М.

Рисунок А.5 – Фрагмент завдань з періодами виконання та виконавцями

#### А.4 Планування ризиків проекту

Одним з основних завдань, які виконують в рамках управління ІТ проектами є управління ризиками проектної діяльності, або управління ризиками проекту. Це завдання не відділяється від інших функцій управління ІТ проектами. При визначенні фінансових потреб, обчислення кошторису і бюджету, підготовка та укладення контрактів, при контролі за реалізацією проекту стоїть завдання захисту учасників проектної діяльності від різних видів ризиків. Саме тому проблеми дослідження та управління ризиками в проектній діяльності є важливими і актуальними як з точки зору теорії, так і щодо практичних застосувань.

Ризик проекту – це невизначена подія або умова, настання якого негативно чи позитивно позначається на цілях проекту, таких як зміст, розклад, вартість і якість [75]. Ризик може бути викликаний однією або декількома причинами і в разі виникнення може вплинути на один або декілька аспектів. Причиною може бути існуюча або потенційна вимога, допущення, обмеження або умова, яку створює ймовірність негативних чи позитивних наслідків. Наприклад, причиною ризику може бути необхідність отримання дозвільної документації в галузі охорони навколишнього середовища або недолік персоналу, залученого для розробки проекту. Ризиком в першому випадку буде затримка з видачею дозволу контролюючим органом, а по-друге, в разі сприятливої можливості, додатковий персонал, який може бути притягнутий до розробки проекту, може стати доступним для призначення на проект. Виникнення будь-якого з цих точно не відомих заздалегідь подій може вплинути на проект, його зміст, вартість, розклад, якість чи виконання. До умов виникнення ризиків можуть також ставитися аспекти середовища організації або проекту, що сприяють збільшенню ризику.

Перший етап в управлінні ризиками є їх ідентифікація (табл. А.3). У результаті аналізу були виявлені ризики, які впливають на виконання проекту, їх причини виникнення та можливі вирішення.

Таблиця А.3 – Ідентифікація ризиків

№ ризику	Назва ризику	Причини виникнення	Шляхи вирішення
1	Вихід з ладу апаратного забезпечення	Вихід із ладу компонентів ПК/ноутбука	Звернення до сервісного центру для ремонту апаратного забезпечення
2	Видалення програми/звіту	1. Людський фактор 2. Зараження вірусами	1. Використовувати засоби для резервного копіювання (зберегти копії на флеш-носії, також збереження копії, наприклад, на Google Диск 2. Своєчасне оновлення/інсталяція антивірусного забезпечення
3	Збій у роботі програми	Некоректне написання коду	Протестувати програму на помилки та виправити їх
4	Хвороба студента-виконавця	1. Захворювання 2. Нещасний випадок	Забезпечити своєчасне звернення до лікаря
5	Поїздка у відрядження студента/керівника проекту	Термінове відрядження до іншого міста/країни	

Другий етап передбачає розрахунок кількісної оцінки виявлених ризиків, що може бути виражена у відносному або абсолютному рівні витрат та вимірюється ймовірністю виникнення та ступеню впливу ризику при його появі.

Ймовірність виникнення ризику буває: слабо ймовірна; малоймовірна; ймовірна; більш ймовірна; майже можлива.

Величина втрат має такі рівні:

– мінімальний;

- низький;
- середній;
- високий;
- максимальний.

Ступінь впливу визначається як добуток імовірності виникнення та величини втрат (табл.А.4 – А.5).

Таблиця А.4 – Матриця «Імовірність – втрати»

Імовірність	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
Втрати		1	2	3	4	5

Прийнятні – виділені зеленим кольором (1-4).

Виправдати – виділені жовтим кольором (5-10).

Неприпустимі – виділені червоним кольором (12-25).

Таблиця А.5 – Класифікація ризиків по величині втрат

Види ризиків	$I_g$ (бали)	Величина втрат
		(% від планової прибутковості втрат)
Мінімальний	1	(0;10]
Низький	2	(10;40]
Середній	3	(40;60]
Високий	4	(60;90]
Максимальний	5	(90;100]



Оцінка ризику розраховується за формулою:

$$R = P_g \cdot I_g, \quad (\text{A.1})$$

де  $R$  – індекс ризику (у балах);

$P_g$  – імовірність виникнення ризику згідно класифікації (бали);

$I_g$  – величина втрат у відповідності до класифікації ризиків.

*Вихід з ладу апаратного забезпечення:  $R = 25 \cdot 0,5 = 12,5$ .*

*Видалення програми/звіту:  $R = 25 \cdot 0,4 = 10$ .*

*Збій у роботі програми:  $R = 25 \cdot 0,5 = 12,5$ .*

*Хвороба студента-виконавця:  $R = 20 \cdot 0,2 = 4$ .*

*Поїздка у відрядження студента/керівника:  $R = 15 \cdot 0,4 = 6$ .*

Із розрахунків випливає, що найбільш небезпечними є ризики, які пов'язані із виходом з ладу робочого ПК чи ноутбука виконавця робіт, збій у роботі програм, та видалення програми чи звіту з пам'яті комп'ютера. Тому основними заходами щодо передбаченню цих небезпек необхідно виконати наступні заходи:

1. Використовувати засоби для резервного копіювання (зберегти копії на флеш-носії, також збереження копії, наприклад, на Google Диск).
2. Своєчасне оновлення/інсталяція антивірусного забезпечення.
3. Тестувати програму на наявність помилок, у разі знаходження виправляти їх.
4. Звернення до сервісного центру для ремонту апаратного забезпечення.

Захворювання виконавця роботи також можна проігнорувати, тому що нещасний випадок малоімовірне, а використання ноутбука дозволяє працювати автономно навіть у лікарні.

Поїздка у відрядження студента/керівника проекту може призвести до затримки написання/здачі проекту або перевірки результатів роботи студента. Даний ризик також може бути критичним, але малоімовірним. Саме тому ним можна знехтувати.

## ДОДАТОК Б. Акт впровадження

Затверджую  
Перший проректор  
Сумського державного університету  
\_\_\_\_\_ Карпуша В.Д.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.

**АКТ**  
**Впровадження в навчальний процес**  
**СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**результатів наукової роботи**  
студентки групи ІТ.м – 91 Сумського державного університету  
Вакал Світлани Миколаївни  
на тему  
«Інформаційна технологія моніторингу психофізіологічного стану людей операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації і управління»

Складений 1 грудня 2020 р. комісією у складі:

**Голова комісії:**

*Доцент кафедри комп'ютерних наук, зав. секції «Інформаційні технології проектування», кандидат технічних наук, доцент Шендрик В.В.*

**Члени комісії:**

1. *Професор кафедри комп'ютерних наук, доктор технічних наук, професор Лавров Є.А.*
2. *Доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук, доцент Чибіряк Я.І.*
3. *Аспірант кафедри комп'ютерних наук, Данілова Л.В.*

В період з 1 грудня 2020 р. по 10 грудня 2020 р. комісія провела роботу з визначення впровадження результатів Вакал С.М. в навчальний процес кафедри комп'ютерних наук.

**Результати роботи комісії**

1. На кафедру комп'ютерних наук передано програмний продукт «Інформаційна технологія моніторингу психофізіологічного стану людей операторів, що працюють в автоматизованих системах обробки інформації і управління».

2. Матеріали використані в дисциплінах:

- «Ергономіка» для слухачів магістратури, що навчаються за спеціальністю «Інформатика», при розробці теми «Оптимізація людино-машинної взаємодії» (лабораторна робота – 2 год).
- «Теорія ризиків» для слухачів бакалавратури, що навчаються за освітньою програмою «Кібербезпека» при розробці теми «Оптимізація людино-машинної взаємодії» (лабораторна робота – 2 год).

Використання результатів дипломної роботи у навчальному процесі Сумського державного університету дозволяє підвищити якість підготовки фахівців.

Голова комісії  
Члени комісії


Шендрик В.В.  
Лавров Є.А.  
Чибіряк Я.І.  
Данілова Л.В.

## ДОДАТОК В. Лістинг коду програми

### Module1.vb

```
Imports System.Data.OleDb
```

```
Module Module1
```

```
Public conn As OleDbConnection 'connection to database
```

```
Public usernameforlabel As String
```

```
Public userloginn As String
```

```
Public userid As Integer
```

```
Public usertype As String
```

```
Public directory As String = "C:\PFSofO"
```

```
Public Sub FillGrid(ByVal Grid1 As DataGridView, ByVal cmd As String, ByVal TableName As String)
```

```
Dim c As New OleDbCommand
```

```
c.Connection = conn
```

```
c.CommandText = cmd
```

```
Dim ds As New DataSet
```

```
Dim da As New OleDbDataAdapter(c)
```

```
da.Fill(ds, TableName) 'same table
```

```
Grid1.DataSource = ds
```

```
Grid1.DataMember = TableName 'same table
```

```
End Sub
```

```
End Module
```

### Form1.vb

```
Imports System.Data.OleDb
```

```
Public Class Form1
```

```
Private Sub CheckBox1_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles  
CheckBox1.CheckedChanged
```

```
If (Me.CheckBox1.Checked = True) Then
```

```
    Password.PasswordChar = ""
```

```
Else
```

```
    Me.Password.PasswordChar = "*"c
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
```

```
conn = New OleDbConnection
```

```
conn.ConnectionString = "Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data Source=D:\User_Result_Database.accdb;Persist
```

```
Security Info=False;"
```

```
conn.Open()
```

```
Username.Text = ""
```

```
Password.Text = ""
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Button1_Click_1(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
```

```
If Username.Text = "" Or Password.Text = "" Then
```

```
    MsgBox("Переконайтеся чи заповнені поля введення!", MsgBoxStyle.Information, "Повідомлення")
```

```
Else
```

```

    Dim command As New OleDbCommand("select * from Table1 where Login = '" & Username.Text & "' and [Password] =
'" & Password.Text & "'", conn)
    Dim sda As New OleDbDataAdapter(command)
    Dim dt As DataTable = New DataTable
    sda.Fill(dt)
    If (dt.Rows.Count > 0) Then
        If dt.Rows(0)(7) = Username.Text And dt.Rows(0)(8) = Password.Text And dt.Rows(0)(6) = "admin" Then
            usernameforlabel = dt.Rows(0)(2)
            usertype = dt.Rows(0)(6)
            userloginn = dt.Rows(0)(7)
            Form2.Show()
            Me.Hide()
        ElseIf dt.Rows(0)(7) = Username.Text And dt.Rows(0)(8) = Password.Text And dt.Rows(0)(6) = "user" Then
            usernameforlabel = dt.Rows(0)(2)
            usertype = dt.Rows(0)(6)
            userloginn = dt.Rows(0)(7)
            Form4.Show()
            Me.Hide()
        End If
    Else
        MessageBox.Show("Даний користувач не зареєстрований в базі!", "Помилка", MessageBoxButtons.OK,
        MessageBoxIcon.Error)
    End If
End If
End Sub

End Class

```

## Form2.vb

```

Imports System.Data.OleDb
Imports System.Drawing

Public Class Form2
    Private strFormat As StringFormat
    Private arrColumnLefts As New ArrayList
    Dim arrColumnWidths As New ArrayList
    Dim iCellHeight As Integer = 0
    Dim iTotalWidth As Integer = 0
    Dim iRow As Integer = 0
    Dim bFirstPage As Boolean = False
    Dim bNewPage As Boolean = False
    Dim iHeaderHeight As Integer = 0

    Private Sub RefreshGrid()
        FillGrid(Grid1, "select * from Table1", "Table1")
        Grid1.Columns("ID").Visible = False
    End Sub

    Private Sub Form2_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        conn = New OleDbConnection
        conn.ConnectionString = "Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data Source=D:\User_Result_Database.accdb;Persist
Security Info=False;"
        conn.Open()
        Dim c As New OleDbCommand("select LastName from [Table1]", conn)
        Dim dr As OleDbDataReader = c.ExecuteReader
        ComboBox1.Items.Clear()
    End Sub

```

```

While dr.Read()
    ComboBox1.Items.Add(dr(0))
End While
dr.Close()
RefreshGrid()

```

```

GroupBox1.Visible = False
Label1.Text = "Вітаю Вас, " + usernameforlabel + " !"
Grid2.Columns("TestingResult").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid2.Columns("Date").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("LastName").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("Name").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("Surname").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("PhoneNumber").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("Email").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("TypeUserAdmin").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("Login").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill
Grid1.Columns("Password").AutoSizeMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill

```

```
End Sub
```

```
Private Sub Button9_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button9.Click
    RefreshGrid()

```

```
End Sub
```

```
Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button2.Click
```

```

    Form3.PictureBox1.Visible = True
    Form3.PictureBox2.Visible = False
    Dim s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7, s8 As String
    Dim r As DialogResult
    Form3.ShowDialog()
    s1 = Form3.TextBox1.Text
    s2 = Form3.TextBox2.Text
    s3 = Form3.TextBox3.Text
    s4 = Form3.Mask1.Text
    s5 = Form3.TextBox8.Text
    s6 = Form3.ComboBox1.SelectedItem
    s7 = Form3.TextBox5.Text
    s8 = Form3.TextBox9.Text
    r = Form3.DialogResult
    Form3.Close()
    MsgBox(s4)
    If r <> DialogResult.OK Then
        Exit Sub
    End If

```

```
Dim c As New OleDbCommand
```

```
c.Connection = conn
```

```

c.CommandText = "insert into [Table1](LastName, Name, Surname, PhoneNumber, Email, TypeUserAdmin, Login,
[Password]) values('" & s1 & "', '" & s2 & "', '" & s3 & "', '" & s4 & "', '" & s5 & "', '" & s6 & "', '" & s7 & "', '" & s8 & "')"
c.ExecuteNonQuery()

```

```
RefreshGrid()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button3.Click
```

```
If Grid1.SelectedRows.Count < 1 Then
```

```
    MsgBox("Виберіть користувача!")
```

```
ElseIf MsgBox("Выхотите удалить строку?", MsgBoxStyle.OkCancel) <> MsgBoxResult.Ok Then
```

```
    Exit Sub
```

```
Else
```

```

Dim k As Integer
Dim c As New OleDbCommand
c.Connection = conn
k = Grid1.CurrentRow.Cells("ID").Value
c.CommandText = "delete from Table1 where ID = " & k
c.ExecuteNonQuery()
RefreshGrid()
End If
End Sub

```

```

Private Sub Grid1_CellClick(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.DataGridViewCellEventArgs)
Handles Grid1.CellClick
RefreshGrid2()
Grid2.Columns("Код").Visible = False
Grid2.Columns("ID_user").Visible = False
End Sub

```

```

Private Sub RefreshGrid2()
Dim k As Integer
k = Grid1.CurrentRow.Cells("ID").Value
FillGrid(Grid2, "select * from Results where ID_user = " & k, "Table1")
End Sub

```

```

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
Form3.PictureBox2.Visible = True
Form3.PictureBox1.Visible = False
If Grid1.SelectedRows.Count < 1 Then
MsgBox("Виберіть користувача!")
Else
Dim s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7, s8 As String
Dim r As DialogResult
Dim k As Integer
k = Grid1.CurrentRow.Cells("ID").Value

Form3.TextBox1.Text = Grid1.CurrentRow.Cells("LastName").Value
Form3.TextBox2.Text = Grid1.CurrentRow.Cells("Name").Value
Form3.TextBox3.Text = Grid1.CurrentRow.Cells("Surname").Value
Form3.Mask1.Text = Grid1.CurrentRow.Cells("PhoneNumber").Value
Form3.TextBox8.Text = Grid1.CurrentRow.Cells("Email").Value
Form3.ComboBox1.SelectedItem = Grid1.CurrentRow.Cells("TypeUserAdmin").Value
Form3.TextBox5.Text = Grid1.CurrentRow.Cells("Login").Value
Form3.TextBox9.Text = Grid1.CurrentRow.Cells("Password").Value

Form3.ShowDialog()

s1 = Form3.TextBox1.Text
s2 = Form3.TextBox2.Text
s3 = Form3.TextBox3.Text
s4 = Form3.Mask1.Text
s5 = Form3.TextBox8.Text
s6 = Form3.ComboBox1.SelectedItem
s7 = Form3.TextBox5.Text
s8 = Form3.TextBox9.Text
r = Form3.DialogResult
Form3.Close()

If r <> DialogResult.OK Then
Exit Sub
End If

```

```

    Dim c As New OleDbCommand
    c.Connection = conn
    c.CommandText = "update [Table1] set LastName=" & s1 & ",Name=" & s2 & ", Surname=" & s3 & ",
PhoneNumber=" & s4 & ", Email=" & s5 & ", TypeUserAdmin=" & s6 & ", Login=" & s7 & ", [Password]=" & s8 & " where
ID=" & k
    c.ExecuteNonQuery()
End If
RefreshGrid()
End Sub

```

```

Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button4.Click
    Dim c As New OleDbCommand("select LastName from [Table1]", conn)
    Dim dr As OleDbDataReader = c.ExecuteReader
    ComboBox1.Items.Clear()

    While dr.Read()
        ComboBox1.Items.Add(dr(0))
        FillGrid(Grid1, "select * from [Table1] where LastName=" & ComboBox1.Text & "", "Table1")
    End While
    dr.Close()
    Grid1.Columns("ID").Visible = False
    ComboBox1.Text = ""
End Sub

```

```

Private Sub Button5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button5.Click
    Dim k As Integer
    k = Grid1.CurrentRow.Cells("ID").Value
    FillGrid(Grid2, "select * from Results where ID_user = " & k, "Table1")
    Dim id_kod As Integer = k

    FillGrid(Grid2, "select * from Results where ID_user =" & id_kod & " and Date between #" & Format(Date1.Value,
"dd/MM/yyyy hh:mm:ss") & "# and #" & Format(Date2.Value, "dd/MM/yyyy hh:mm:ss") & "# ;", "Results")

    Grid2.Columns("Код").Visible = False
    Grid2.Columns("ID_user").Visible = False
End Sub

```

```

Private Sub PrintDocument1_BeginPrint(ByVal sender As Object, ByVal e As Printing.PrintEventArgs) Handles
PrintDocument1.BeginPrint
    Try
        strFormat = New StringFormat()
        strFormat.Alignment = StringAlignment.Near
        strFormat.LineAlignment = StringAlignment.Center
        strFormat.Trimming = StringTrimming.EllipsisCharacter

        arrColumnLefts.Clear()
        arrColumnWidths.Clear()
        iCellHeight = 0
        iRow = 0
        bFirstPage = True
        bNewPage = True

        iTotWidth = 0
        For Each dgvGridCol As DataGridViewColumn In Grid2.Columns
            iTotWidth += dgvGridCol.Width
        Next
    Catch ex As Exception

```

```

    MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.[Error])
End Try
End Sub

Private Sub PrintDocument1_PrintPage(ByVal sender As Object, ByVal e As Printing.PrintPageEventArgs) Handles
PrintDocument1.PrintPage
    Try
        Dim iLeftMargin As Integer = e.MarginBounds.Left
        Dim iTopMargin As Integer = e.MarginBounds.Top
        Dim bMorePagesToPrint As Boolean = False
        Dim iTmpWidth As Integer = 0

        If bFirstPage Then
            For Each GridCol As DataGridViewColumn In Grid2.Columns
                iTmpWidth = CInt(Math.Floor(CDbl(CDbl(GridCol.Width) / CDbl(iTotalWidth) * CDbl(iTotalWidth) *
(CDbl(e.MarginBounds.Width) / CDbl(iTotalWidth))))))

                iHeaderHeight = CInt(e.Graphics.MeasureString(GridCol.HeaderText, GridCol.InheritedStyle.Font,
iTmpWidth).Height) + 11
                arrColumnLefts.Add(iLeftMargin)
                arrColumnWidths.Add(iTmpWidth)
                iLeftMargin += iTmpWidth
            Next
        End If
        While iRow <= Grid2.Rows.Count - 1
            Dim GridRow As DataGridViewRow = Grid2.Rows(iRow)
            iCellHeight = GridRow.Height + 5
            Dim iCount As Integer = 0
            If iTopMargin + iCellHeight >= e.MarginBounds.Height + e.MarginBounds.Top Then
                bNewPage = True
                bFirstPage = False
                bMorePagesToPrint = True
                Exit While
            Else
                If bNewPage Then
                    Dim k As Integer
                    k = Grid1.CurrentRow.Cells("ID").Value
                    Dim c As New OleDbCommand("select LastName, Name, Surname, PhoneNumber from [Table1] where ID=" & k,
conn)
                    Dim dr As OleDbDataReader = c.ExecuteReader
                    While dr.Read()
                        Dim text1 As String = dr(0) + " " + dr(1) + " " + dr(2) + vbCrLf + dr(3)
                        e.Graphics.DrawString(text1, New Font(Grid2.Font, FontStyle.Bold), Brushes.Black, e.MarginBounds.Left,
e.MarginBounds.Top - e.Graphics.MeasureString(text1, New Font(Grid2.Font, FontStyle.Bold), e.MarginBounds.Width).Height -
13)
                    End While
                    dr.Close()
                    Dim strDate As [String] = DateTime.Now.ToShortDateString() + " " + DateTime.Now.ToLongTimeString()
                    e.Graphics.DrawString(strDate, New Font(Grid2.Font, FontStyle.Bold), Brushes.Black, e.MarginBounds.Left +
(e.MarginBounds.Width - e.Graphics.MeasureString(strDate, New Font(Grid2.Font, FontStyle.Bold),
e.MarginBounds.Width).Width), e.MarginBounds.Top - e.Graphics.MeasureString("Customer Summary", New Font(New
Font(Grid2.Font, FontStyle.Bold), FontStyle.Bold), e.MarginBounds.Width).Height - 13)
                    iTopMargin = e.MarginBounds.Top
                    For Each GridCol As DataGridViewColumn In Grid2.Columns
                        If GridCol.Visible Then
                            e.Graphics.FillRectangle(New SolidBrush(Color.LightGray), New Rectangle(CInt(arrColumnLefts(iCount)),
iTopMargin, CInt(arrColumnWidths(iCount)), iHeaderHeight))

```



```

        e.Graphics.DrawRectangle(Pens.Black, New Rectangle(CInt(arrColumnLefts(iCount)), iTopMargin,
CInt(arrColumnWidths(iCount)), iHeaderHeight))

```

```

        e.Graphics.DrawString(GridCol.HeaderText, GridCol.InheritedStyle.Font, New
SolidBrush(GridCol.InheritedStyle.ForeColor), New RectangleF(CInt(arrColumnLefts(iCount)), iTopMargin,
CInt(arrColumnWidths(iCount)), iHeaderHeight), strFormat)

```

```

        iCount += 1

```

```

    End If

```

```

Next

```

```

bNewPage = False

```

```

iTopMargin += iHeaderHeight

```

```

End If

```

```

iCount = 0

```

```

For Each Cel As DataGridViewCell In GridRow.Cells

```

```

    If Cel.Visible Then

```

```

        If Cel.Value IsNot Nothing Then

```

```

            e.Graphics.DrawString(Cel.Value.ToString(), Cel.InheritedStyle.Font, New
SolidBrush(Cel.InheritedStyle.ForeColor), New RectangleF(CInt(arrColumnLefts(iCount)), CSng(iTopMargin),
CInt(arrColumnWidths(iCount)), CSng(iCellHeight)), strFormat)

```

```

        End If

```

```

            e.Graphics.DrawRectangle(Pens.Black, New Rectangle(CInt(arrColumnLefts(iCount)), iTopMargin,
CInt(arrColumnWidths(iCount)), iCellHeight))

```

```

            iCount += 1

```

```

        End If

```

```

    Next

```

```

End If

```

```

iRow += 1

```

```

iTopMargin += iCellHeight

```

```

End While

```

```

If bMorePagesToPrint Then

```

```

    e.HasMorePages = True

```

```

Else

```

```

    e.HasMorePages = False

```

```

End If

```

```

Catch exc As Exception

```

```

    MessageBox.Show(exc.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.[Error])

```

```

End Try

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Button6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button6.Click

```

```

    Dim Print_Preview As New PrintPreviewDialog

```

```

    Print_Preview.Document = PrintDocument1

```

```

    Print_Preview.ShowDialog()

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Button7_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button7.Click

```

```

    GroupBox1.Visible = True

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Button8_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button8.Click

```

```

    Form4.Show()

```

```

    Me.Hide()

```

```

End Sub

```

```

Private Sub ComboBox1_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs)
Handles ComboBox1.KeyPress

```

```

    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[а-я,А-Я,І,і,Ї,ї" + Chr(8) + "]"

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Form2_Closed(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.FormClosed
    Application.Exit()
End Sub
End Class

```

## Form3.vb

```
Imports System.Text.RegularExpressions
```

```
Public Class Form3
```

```

Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
    Me.AcceptButton = Button1
End Sub

```

```

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
    If TextBox1.Text = "" Or TextBox2.Text = "" Or TextBox3.Text = "" Or Mask1.Text = "" Or TextBox8.Text = "" Or
    ComboBox1.SelectedItem = "" Or TextBox5.Text = "" Or TextBox9.Text = "" Then
        MsgBox("Перевірте чи заповнені поля!")
    ElseIf Regex.IsMatch(TextBox8.Text, "[@]") Then
        Me.DialogResult = DialogResult.OK
        Me.Close()
    Else
        MsgBox("Перевірте введений емейл! Відсутній знак @")
    End If
End Sub

```

```

Private Sub TextBox1_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
    TextBox1.KeyPress
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[а-я,А-Я,І,і,Ї,ї,Є,є" + Chr(8) + "]"
End Sub

```

```

Private Sub TextBox2_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
    TextBox2.KeyPress
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[а-я,А-Я,І,і,Ї,ї,Є,є" + Chr(8) + "]"
End Sub

```

```

Private Sub TextBox3_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
    TextBox3.KeyPress
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[а-я,А-Я,І,і,Ї,ї,Є,є" + Chr(8) + "]"
End Sub

```

```

Private Sub TextBox5_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
    TextBox5.KeyPress
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[a-z,A-Z,0-9" + Chr(8) + "]"
End Sub

```

```

Private Sub TextBox9_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
    TextBox9.KeyPress
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[a-z,A-Z,0-9" + Chr(8) + "]"
End Sub

```

```

Private Sub TextBox8_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
    TextBox8.KeyPress
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[a-z,A-Z,0-9,@,." + Chr(8) + "]"
End Sub

```

```

Private Sub Mask1_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
Mask1.KeyPress
    If Not Char.IsDigit(e.KeyChar) And Not Char.IsControl(e.KeyChar) Then
        e.KeyChar = ""
    End If
End Sub
End Class

```

## Form4.vb

```

Imports System.Data.OleDb
Imports System.IO
Imports System.Runtime.InteropServices

```

### Public Class Form4

```

Dim userdirectory As String = directory + "\" + userloginn
Dim directorytrain As String = userdirectory + "\" + userloginn + "_train.txt"
Dim directoryvuch As String = userdirectory + "\targets.txt"
Dim directorynow As String = userdirectory + "\PFS_now.txt"
Dim directoryresult As String = userdirectory + "\PFS_result.txt"
Dim k_for_target As Integer

```

```

Private Sub Form4_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
    conn = New OleDbConnection
    conn.ConnectionString = "Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data Source=D:\User_Result_Database.accdb;Persist
Security Info=False;"

```

```

    conn.Open()
    Label1.Text = "Biraio Bac, " + usernameforlabel + " !"
    GroupBox1.Visible = False
    GroupBox2.Visible = False
    PictureBox2.Visible = False
    PictureBox1.Visible = False
    Button6.Visible = False

```

```

If (Not System.IO.Directory.Exists(directory)) Then
    System.IO.Directory.CreateDirectory(directory)
End If

```

```

If Not System.IO.Directory.Exists(userdirectory) Then
    System.IO.Directory.CreateDirectory(userdirectory)
End If

```

```

If (Not File.Exists(directorytrain)) Then
    Dim g

```

```

        g = File.Create(directorytrain)
        g.Close()
End If

```

```

If (Not File.Exists(directoryvuch)) Then
    Dim g1

```

```

        g1 = File.Create(directoryvuch)
        g1.Close()
End If

```

```

Dim m1String() = IO.File.ReadAllLines(directorytrain, System.Text.Encoding.Default)
Dim b1 = m1String.Length

```

```

If b1 > 5 Then
    Button6.Visible = True
    GroupBox1.Visible = False
    GroupBox2.Visible = False
    PictureBox2.Visible = True

```

```

    PictureBox1.Visible = False
    PictureBox2.Visible = False
End If
End Sub

```

```

Dim kd1, kd2, kd3, kd4, kd5, kd6, kd7, kd8, kd9, kd10, kd11, kd12 As Date 'событие нажатия на кнопку
Dim ku1, ku2, ku3, ku4, ku5, ku6, ku7, ku8, ku9, ku10, ku11, ku12 As Date 'событие отпуска кнопки
Dim tn1, tn2, tn3, tn4, tn5, tn6, tn7, tn8, tn9, tn10, tn11, tn12 As Single 'время между нажатиями кнопок
Dim tu1, tu2, tu3, tu4, tu5, tu6, tu7, tu8, tu9, tu10, tu11, tu12 As Single 'время удержания кнопок
Dim reader As StreamReader

```

```

Private Sub TextBox1_KeyDown(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyEventArgs) Handles TextBox1.KeyDown
    If e.KeyCode = 71 Then
        kd1 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 83 Then
        kd2 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 76 Then
        kd3 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 71 Then
        kd4 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 72 Then
        kd5 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 66 Then
        kd6 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 39 Then
        kd7 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 86 Then
        kd8 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 67 Then
        kd9 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 78 Then
        kd10 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 68 Then
        kd11 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 74 Then
        kd12 = Now()
    End If
End Sub

```

```

Private Sub TextBox1_KeyUp(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyEventArgs) Handles TextBox1.KeyUp
    If e.KeyCode = 71 Then
        ku1 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 83 Then
        ku2 = Now()
    End If

```

```

End If
If e.KeyCode = 76 Then
    ku3 = Now()
End If
If e.KeyCode = 71 Then
    ku4 = Now()
End If
If e.KeyCode = 72 Then
    ku5 = Now()
End If
If e.KeyCode = 66 Then
    ku6 = Now()
End If
If e.KeyCode = 39 Then
    ku7 = Now()
End If
If e.KeyCode = 86 Then
    ku8 = Now()
End If
If e.KeyCode = 67 Then
    ku9 = Now()
End If
If e.KeyCode = 78 Then
    ku10 = Now()
End If
If e.KeyCode = 68 Then
    ku11 = Now()
End If
If e.KeyCode = 74 Then
    ku12 = Now()
End If
End Sub

Private Sub TextBox1_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As KeyPressEventArgs) Handles TextBox1.KeyPress
    If Not Char.IsLetter(e.KeyChar) And Not Char.IsControl(e.KeyChar) Then
        e.KeyChar = ""
    End If
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[а-я,А-Я,І,і,Ї,ї,Є,Є" + Chr(8) + "]"
End Sub

Private Sub Button6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button6.Click
    GroupBox2.Visible = True
    GroupBox1.Visible = False
    PictureBox2.Visible = True
    PictureBox1.Visible = False
End Sub

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
    GroupBox1.Visible = True
    GroupBox2.Visible = False
    PictureBox1.Visible = True
    PictureBox2.Visible = False
    PictureBox1.Visible = True
    Dim m1String() = IO.File.ReadAllLines(directorytrain, System.Text.Encoding.Default)
    Dim b1 = m1String.Length
    Label4.Text = b1
    Label4.Visible = True
End Sub

```

```

Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button2.Click
    Try
        If TextBox1.Text = "підприємство" Then
            tn1 = 0
            tu1 = (ku1 - kd1).Milliseconds / 1000

            tn2 = (kd2 - ku1).Milliseconds / 1000
            tu2 = (ku2 - kd2).Milliseconds / 1000

            tn3 = (kd3 - ku2).Milliseconds / 1000
            tu3 = (ku3 - kd3).Milliseconds / 1000

            tn4 = (kd4 - ku3).Milliseconds / 1000
            tu4 = (ku4 - kd4).Milliseconds / 1000

            tn5 = (kd5 - ku4).Milliseconds / 1000
            tu5 = (ku5 - kd5).Milliseconds / 1000

            tn6 = (kd6 - ku5).Milliseconds / 1000
            tu6 = (ku6 - kd6).Milliseconds / 1000

            tn7 = (kd7 - ku6).Milliseconds / 1000
            tu7 = (ku7 - kd7).Milliseconds / 1000

            tn8 = (kd8 - ku7).Milliseconds / 1000
            tu8 = (ku8 - kd8).Milliseconds / 1000

            tn9 = (kd9 - ku8).Milliseconds / 1000
            tu9 = (ku9 - kd9).Milliseconds / 1000

            tn10 = (kd10 - ku9).Milliseconds / 1000
            tu10 = (ku10 - kd10).Milliseconds / 1000

            tn11 = (kd11 - ku10).Milliseconds / 1000
            tu11 = (ku11 - kd11).Milliseconds / 1000

            tn12 = (kd12 - ku11).Milliseconds / 1000
            tu12 = (ku12 - kd12).Milliseconds / 1000

            Dim writer As New StreamWriter(directorytrain, True, System.Text.Encoding.GetEncoding(1251))
            writer.WriteLine(tn1 & vbTab & tu1 & vbTab & _
                tn2 & vbTab & tu2 & vbTab & _
                tn3 & vbTab & tu3 & vbTab & _
                tn4 & vbTab & tu4 & vbTab & _
                tn5 & vbTab & tu5 & vbTab & _
                tn6 & vbTab & tu6 & vbTab & _
                tn7 & vbTab & tu7 & vbTab & _
                tn8 & vbTab & tu8 & vbTab & _
                tn9 & vbTab & tu9 & vbTab & _
                tn10 & vbTab & tu10 & vbTab & _
                tn11 & vbTab & tu11 & vbTab & _
                tn12 & vbTab & tu12) ' Записуємо в файл текст
            writer.Close() ' Закриваємо файл
            Dim Txt As String = IO.File.ReadAllText(directorytrain, System.Text.Encoding.Default)
            Txt = Txt.Replace(", ", ".")
            IO.File.WriteAllText(directorytrain, Txt, System.Text.Encoding.Default)

            Dim m1String() = IO.File.ReadAllLines(directorytrain, System.Text.Encoding.Default)
            Dim b1 = m1String.Length

```

```

Dim writer1 As New StreamWriter(directoryvuch, True, System.Text.Encoding.GetEncoding(1251))
writer1.WriteLine(b1)
writer1.Close() ' Закриваємо файл
Dim Txt1 As String = IO.File.ReadAllText(directoryvuch, System.Text.Encoding.Default)
Txt1 = Txt1.Replace(", ", ".")
IO.File.WriteAllText(directoryvuch, Txt1, System.Text.Encoding.Default)

Label4.Text = b1
Label4.Visible = True
TextBox1.Text = ""
TextBox1.Select()
If b1 = 5 Then
    Button6.Visible = True
End If
Else : MessageBox.Show("Будь ласка, перевірте правильність введення фрази для навчання НМ", "Помилка!",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Asterisk)
End If
Catch ex As Exception
    If ex.TargetSite.Name = "WinIOError" Then MsgBox("Файл зайнятий іншим додатком!", MessageBoxIcon.Information)
End Try
End Sub

Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button3.Click
    TextBox1.Clear()
End Sub

Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button4.Click
    TextBox2.Clear()
End Sub

Private Sub TextBox2_KeyDown(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyEventArgs)
Handles TextBox2.KeyDown
    If e.KeyCode = 71 Then
        kd1 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 83 Then
        kd2 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 76 Then
        kd3 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 71 Then
        kd4 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 72 Then
        kd5 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 66 Then
        kd6 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 39 Then
        kd7 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 86 Then
        kd8 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 67 Then
        kd9 = Now()
    End If

```

```

End If
If e.KeyCode = 78 Then
    kd10 = Now()
End If
If e.KeyCode = 68 Then
    kd11 = Now()
End If
If e.KeyCode = 74 Then
    kd12 = Now()
End If

```

```
End Sub
```

```
Private Sub TextBox2_KeyUp(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyEventArgs) Handles
    TextBox2.KeyUp
```

```

    If e.KeyCode = 71 Then
        ku1 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 83 Then
        ku2 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 76 Then
        ku3 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 71 Then
        ku4 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 72 Then
        ku5 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 66 Then
        ku6 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 39 Then
        ku7 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 86 Then
        ku8 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 67 Then
        ku9 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 78 Then
        ku10 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 68 Then
        ku11 = Now()
    End If
    If e.KeyCode = 74 Then
        ku12 = Now()
    End If
End Sub

```

```

Private Sub TextBox2_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As KeyPressEventArgs) Handles TextBox2.KeyPress
    If Not Char.IsLetter(e.KeyChar) And Not Char.IsControl(e.KeyChar) Then
        e.KeyChar = ""
    End If
    e.Handled = Not e.KeyChar Like "[а-я,А-Я,І,і,Ї,ї,Є,Є" + Chr(8) + "]"
End Sub

```



Private Sub Button5\_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button5.Click  
Try

If TextBox2.Text = "підприємство" Then

tn1 = 0

tu1 = (ku1 - kd1).Milliseconds / 1000

tn2 = (kd2 - ku1).Milliseconds / 1000

tu2 = (ku2 - kd2).Milliseconds / 1000

tn3 = (kd3 - ku2).Milliseconds / 1000

tu3 = (ku3 - kd3).Milliseconds / 1000

tn4 = (kd4 - ku3).Milliseconds / 1000

tu4 = (ku4 - kd4).Milliseconds / 1000

tn5 = (kd5 - ku4).Milliseconds / 1000

tu5 = (ku5 - kd5).Milliseconds / 1000

tn6 = (kd6 - ku5).Milliseconds / 1000

tu6 = (ku6 - kd6).Milliseconds / 1000

tn7 = (kd7 - ku6).Milliseconds / 1000

tu7 = (ku7 - kd7).Milliseconds / 1000

tn8 = (kd8 - ku7).Milliseconds / 1000

tu8 = (ku8 - kd8).Milliseconds / 1000

tn9 = (kd9 - ku8).Milliseconds / 1000

tu9 = (ku9 - kd9).Milliseconds / 1000

tn10 = (kd10 - ku9).Milliseconds / 1000

tu10 = (ku10 - kd10).Milliseconds / 1000

tn11 = (kd11 - ku10).Milliseconds / 1000

tu11 = (ku11 - kd11).Milliseconds / 1000

tn12 = (kd12 - ku11).Milliseconds / 1000

tu12 = (ku12 - kd12).Milliseconds / 1000

If (Not File.Exists(directorynow)) Then

Dim g

g = File.Create(directorynow)

g.Close()

End If

If (Not File.Exists(directoryresult)) Then

Dim g

g = File.Create(directoryresult)

g.Close()

End If

Dim writer As New StreamWriter(directorynow, False, System.Text.Encoding.GetEncoding(1251))

writer.WriteLine(tn1)

writer.WriteLine(tu1)

writer.WriteLine(tn2)

writer.WriteLine(tu2)

writer.WriteLine(tn3)

```

writer.WriteLine(tu3)

writer.WriteLine(tn4)
writer.WriteLine(tu4)

writer.WriteLine(tn5)
writer.WriteLine(tu5)

writer.WriteLine(tn6)
writer.WriteLine(tu6)

writer.WriteLine(tn7)
writer.WriteLine(tu7)

writer.WriteLine(tn8)
writer.WriteLine(tu8)

writer.WriteLine(tn9)
writer.WriteLine(tu9)

writer.WriteLine(tn10)
writer.WriteLine(tu10)

writer.WriteLine(tn11)
writer.WriteLine(tu11)

writer.WriteLine(tn12)
writer.WriteLine(tu12)
writer.Close()
Dim Txt As String = IO.File.ReadAllText(directorynow, System.Text.Encoding.Default)
Txt = Txt.Replace(", ", ".")
IO.File.WriteAllText(directorynow, Txt, System.Text.Encoding.Default)

Dim matlab = Type.GetTypeFromProgID("Matlab.Application")
Dim creatematlab = Activator.CreateInstance(matlab)
Dim now As String = "data = load (" & directorynow & ");"
Dim result As String = "dlmwrite(" & directoryresult & ",vec)"
Dim targets As String = "tar = load (" & directoryvuch & ");"
creatematlab.visible = False
Dim train As String = "D = load (" & directorytrain & ");"
Dim commandsmatlab = {train + "P = D';" + targets + "T = tar;" + "net = newcfc(minmax(P), [5 1], {'purelin' 'logsig'});"
+ "net.trainParam.epochs = 50;" + "net = train (net, P, T);" + "newp = net.IW{1};" + "h=newc(newp, 5);" + "h.trainParam.epochs
= 500;" + "h=init(h);" + "h=train(h,newp);" + "w=h.IW{1};" + now + "y = sim(h, data);" + "vec = vec2ind(y);" + result}
Dim resultmatlab As String = matlab.InvokeMember("Execute", Reflection.BindingFlags.InvokeMethod, Nothing,
creatematlab, commandsmatlab)

Dim c As New OleDbCommand("select ID from [Table1] where Login='" & userloginn & "'", conn)
Dim dr As OleDbDataReader = c.ExecuteReader
While dr.Read()
    userid = dr(0)
End While
dr.Close()

'Dim thisDate As DateTime = CStr(DateTime.Now)
Dim thisDate As DateTime = DateTime.Now

Dim Txt1 As String = IO.File.ReadAllText(directoryresult, System.Text.Encoding.Default)
Dim res As New OleDbCommand

```

```

Dim textshow As String
res.Connection = conn
If Txt1 = 1 Then
    textshow = "Оптимальна компенсація"
    res.CommandText = "insert into Results([ID_user], [Date], TestingResult) values(" & userid & ",#" &
Format(thisDate, "dd/MM/yyyy hh:mm:ss") & "#," & textshow & ")"
    res.ExecuteNonQuery()
    MsgBox("Оптимальна компенсація, характеризується тим, що в Вашому організмі встановлюється відносна
стабільність або навіть деяке зниження напруженості фізіологічних функцій. Цей стан поєднується з високими трудовими
показниками.")
Elseif Txt1 = 2 Then
    textshow = "Активация процесуальных методов діяльності"
    res.CommandText = "insert into Results([ID_user], [Date], TestingResult) values(" & userid & ",#" &
Format(thisDate, "dd/MM/yyyy hh:mm:ss") & "#," & textshow & ")"
    res.ExecuteNonQuery()
    MsgBox("Активация процесуальных методов діяльності! Іншими словами стадія наростаючої працездатності,
протягом якої відбувається перебудова фізіологічних функцій від попереднього виду діяльності людини до виробничої.")
Elseif Txt1 = 3 Then
    textshow = "Початкова втома"
    res.CommandText = "insert into Results([ID_user], [Date], TestingResult) values(" & userid & ",#" &
Format(thisDate, "dd/MM/yyyy hh:mm:ss") & "#," & textshow & ")"
    res.ExecuteNonQuery()
    MsgBox("Початкова втома! Даний етап вказує на стан, який починає потребувати додаткових ресурсів для
збереження нормативної та високої продуктивності праці. Втома - тимчасове зниження працездатності через виснаження
енергетичних ресурсів організму (можливий подальший позитивний ріст психофізіологічного стану).")
Elseif Txt1 = 4 Then
    textshow = "Компенсуальна втома"
    res.CommandText = "insert into Results([ID_user], [Date], TestingResult) values(" & userid & ",#" &
Format(thisDate, "dd/MM/yyyy hh:mm:ss") & "#," & textshow & ")"
    res.ExecuteNonQuery()
    MsgBox("Компенсуальна втома. Стан у даній фазі характеризується зниженням продуктивності,
уповільненням швидкості реакції, появою помилкових і несвочасних дій, фізіологічної втоми.")
Elseif Txt1 = 5 Then
    textshow = "Повна відмова від роботи"
    res.CommandText = "insert into Results([ID_user], [Date], TestingResult) values(" & userid & ",#" &
Format(thisDate, "dd/MM/yyyy hh:mm:ss") & "#," & textshow & ")"
    res.ExecuteNonQuery()
    MsgBox("Повна відмова від роботи означає повний розпад функціонування систем, що забезпечують
життєдіяльність. Влаштуйте відпочинок!")
End If

Else : MessageBox.Show("Будь ласка, перевірте правильність введення фрази для навчання НМ", "Помилка!",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Asterisk)
End If
Catch ex As Exception
If ex.TargetSite.Name = "WinIOError" Then MsgBox("Файл зайнятий іншим додатком!", MessageBoxIcon.Information)
End Try
End Sub

Private Sub Form4_Closed(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.FormClosed
If usertype = "admin" Then
Form2.Show()
Else : Application.Exit()
End If
End Sub
End Class

```

## ДОДАТОК Д. Інструкція користувача щодо запуску інформаційної технології за розкладом за допомогою планувальника Windows

Для запуску планувальника потрібно зайти в "Панель управління" в розділ "Адміністрування":

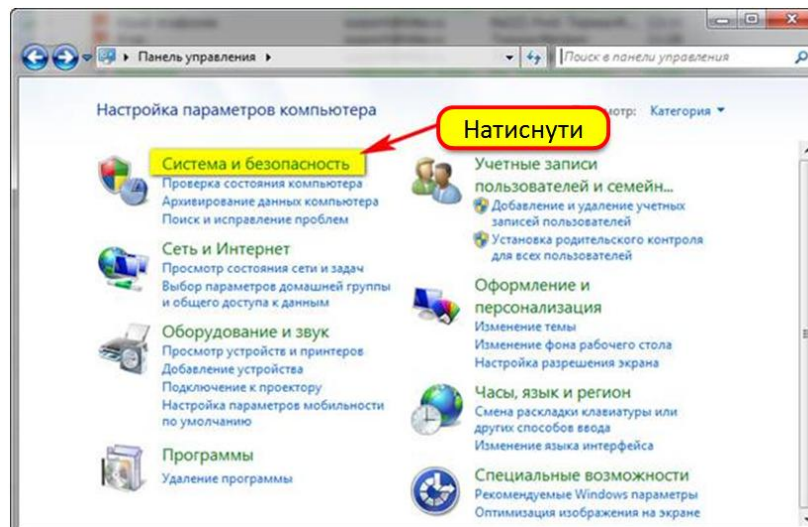


Рисунок Д.1 – Панель керування

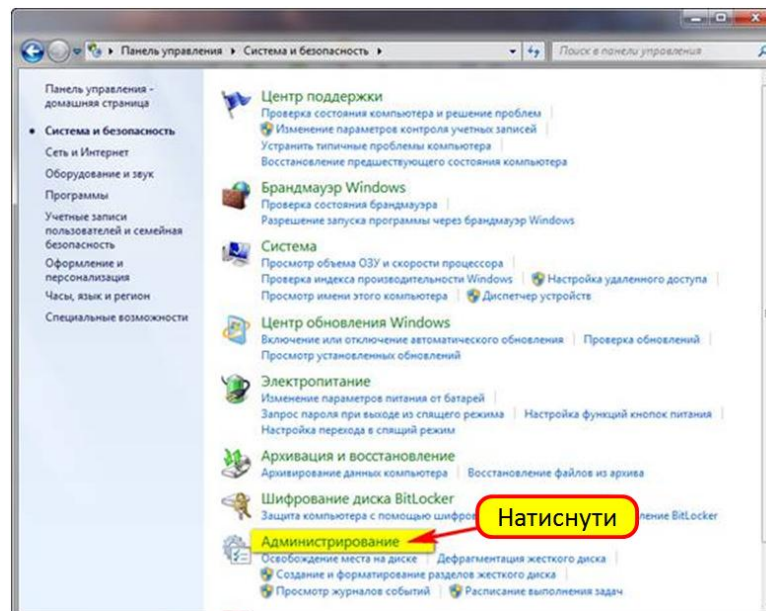


Рисунок Д.2 – Система та безпека

Далі в наступному вікні (рис. Д.3) необхідно знайти пункт "Планувальник завдань" і клацнути по ньому мишкою.

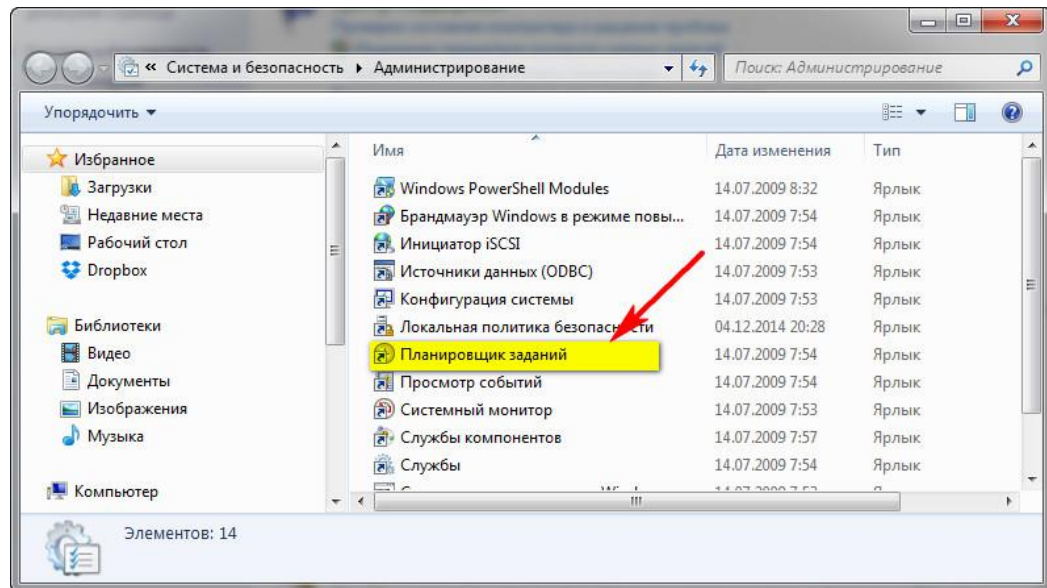


Рисунок Д.3 – Адміністрування

На рисунку Д.4 продемонстроване потрапляння до головного вікна планувальника завдань. У цьому вікні потрібно вибрати пункт "Створити задачу".

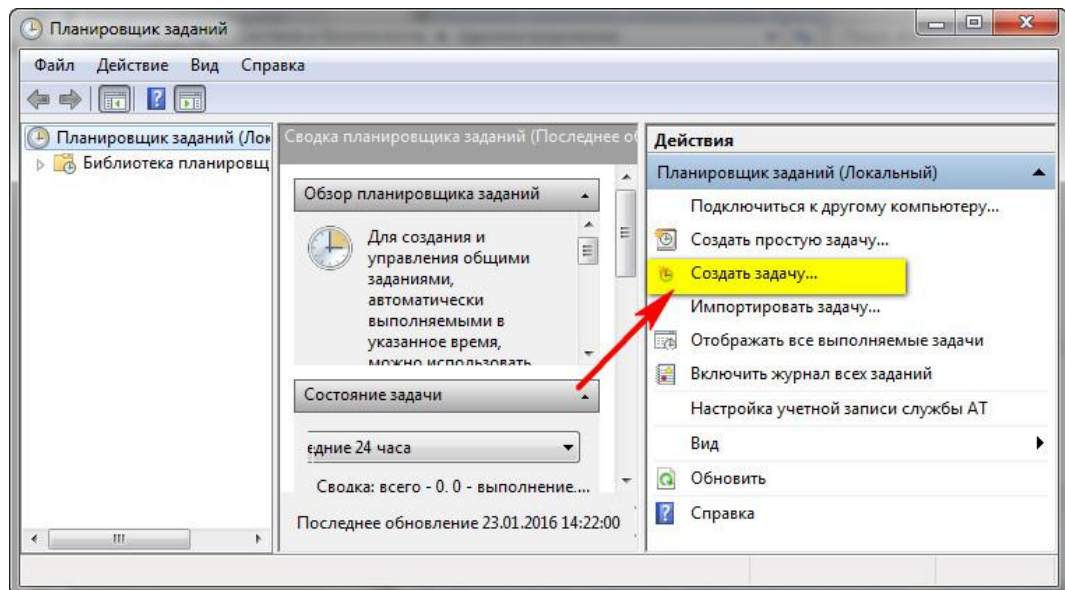


Рисунок Д.4 – Планувальник завдань

У вікні "Створення завдання" (рис. Д.5) на вкладці "Загальні" слід задати ім'я майбутньої завдання, наприклад "Psychophysiological\_State". Інші поля заповнювати не обов'язково.

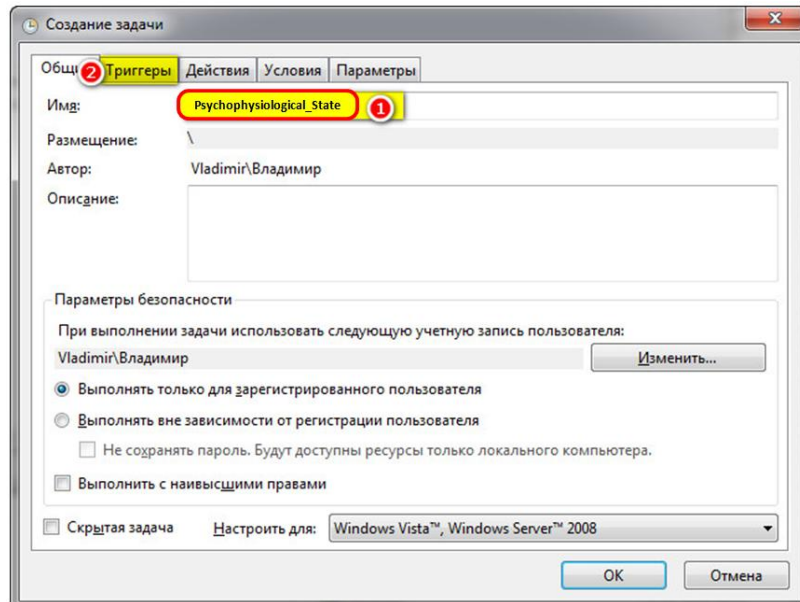


Рисунок Д.5 – Створення імені завдання

Далі в цьому вікні переходимо на вкладку "Тригери" (рис. Д.6), ця вкладка поки порожня. На ній натискаємо кнопку "Створити".

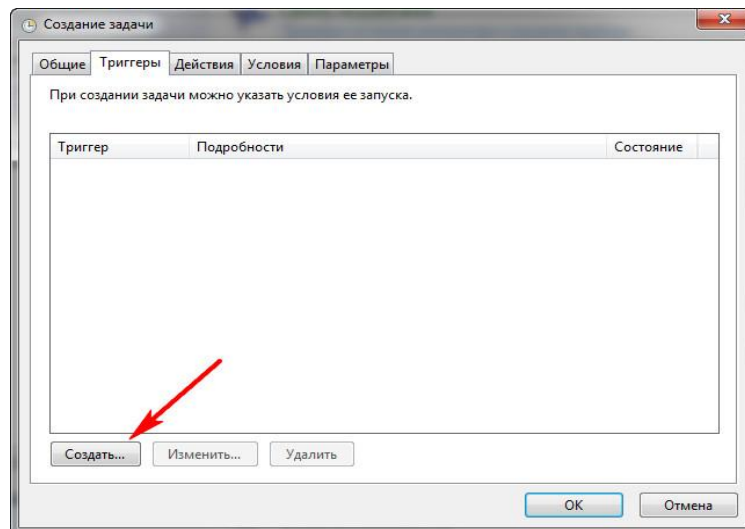


Рисунок Д.6 – Відображення вкладки тригери

У вікні "Створення тригера" (рис. Д.7) відкриваємо спадаюче меню навпроти "Почати завдання" і вибираємо "За розкладом". Вказуємо потрібні параметри розкладу. Натискаємо кнопку "ОК" для збереження створеного тригера.

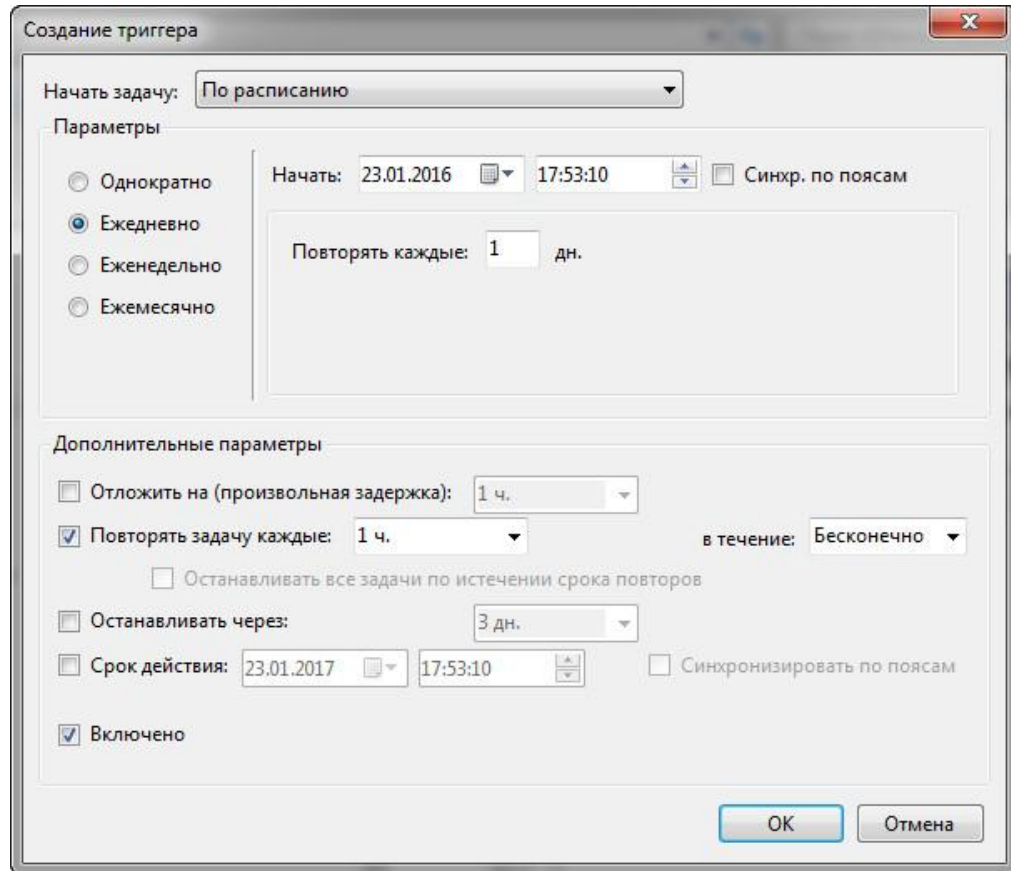


Рисунок Д.7 – Створення тригеру

Далі переходимо на вкладку "Дії" (рис. Д.8), де також потрібно натиснути кнопку "Додати" щоб налаштувати дію.

У вікні "Створення дії" вибираємо запуск програми і натискаємо кнопку "Огляд" для того, щоб вказати шлях до програми (рис. Д.9).

Відкриється провідник, і в ньому вказуємо програму, яку хочемо запускати за розкладом (рис. Д.10).

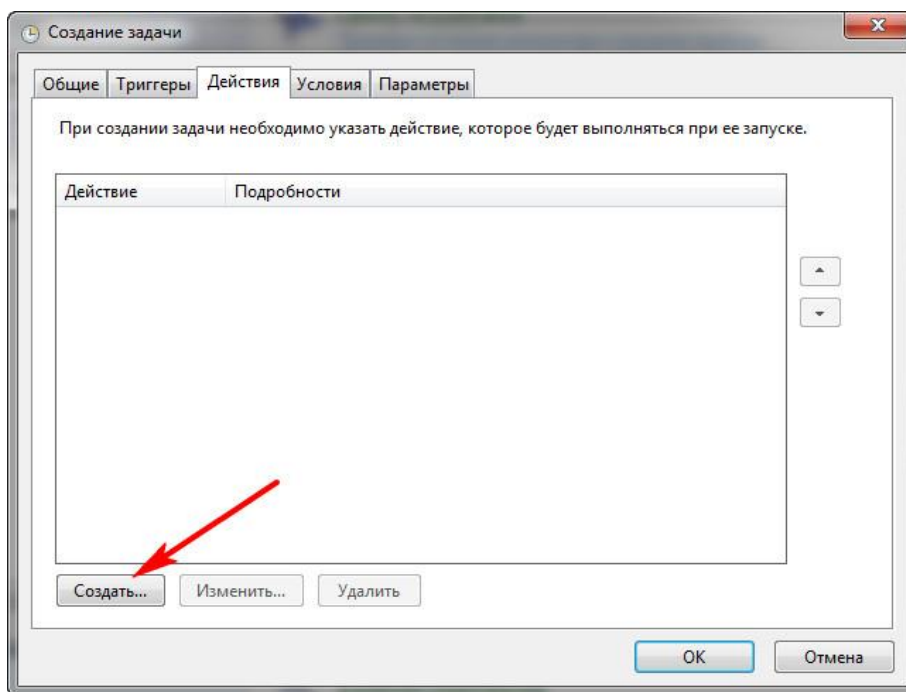


Рисунок Д.8 – Натискання на кнопку створення дії

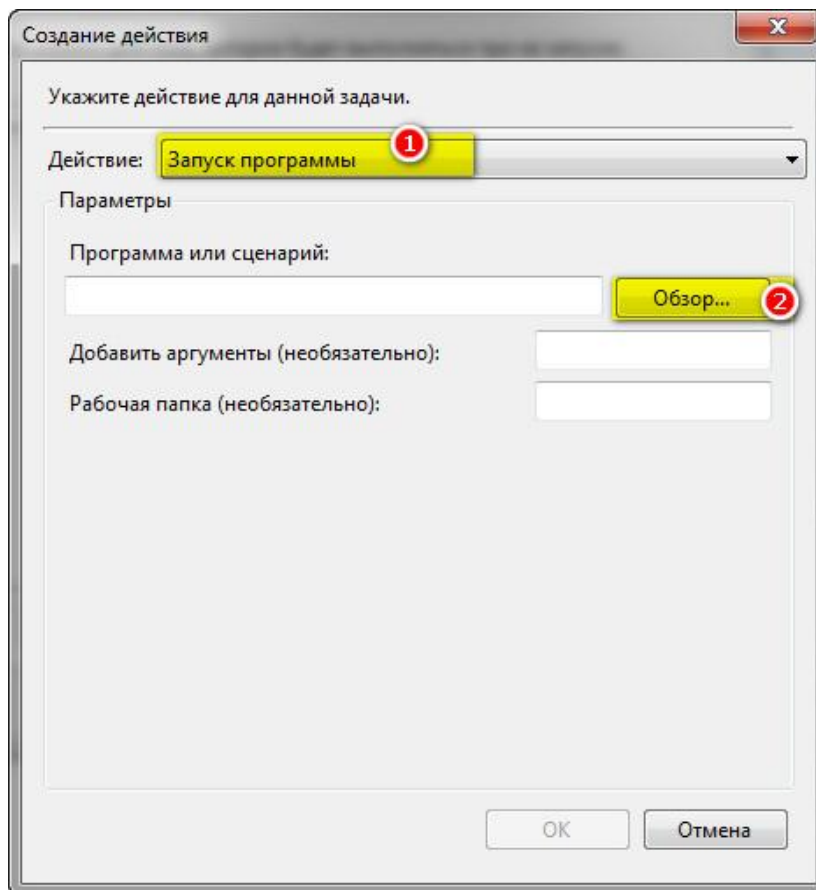


Рисунок Д.9 – Створення дії



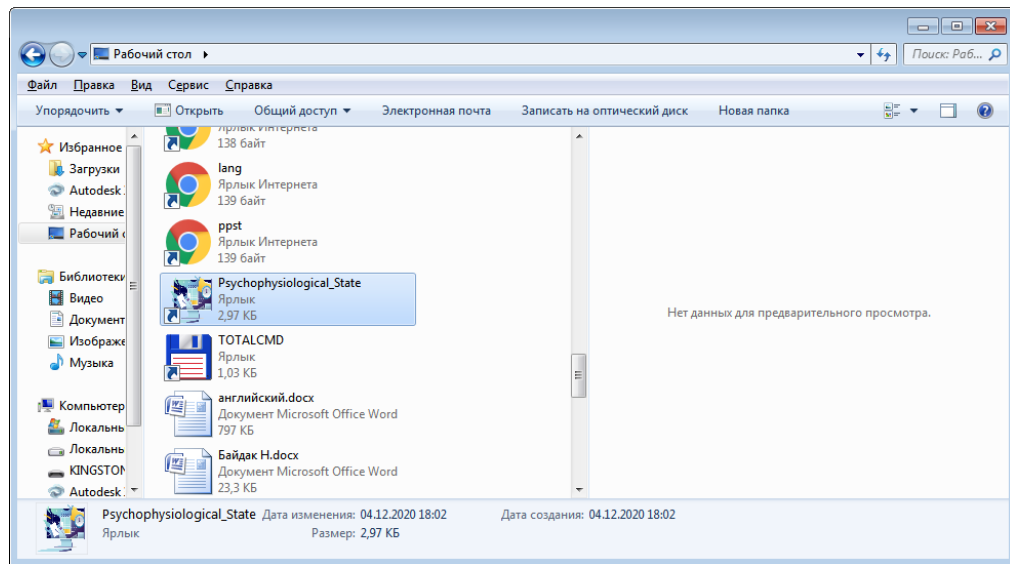


Рисунок Д.10 – Вибір шляху до програми

Після натискання кнопки "Відкрити" ми потрапимо в попереднє вікно (рис. Д.9), де буде вказано шлях до запуску програми. У ньому потрібно натиснути кнопку ОК. Знову потрапимо в вікно "Створення Завдання" (рис. Д.8), в якому відобразиться новостворене завдання.

У вкладці "Умови" (рис. Д.11) можна налаштувати умови.

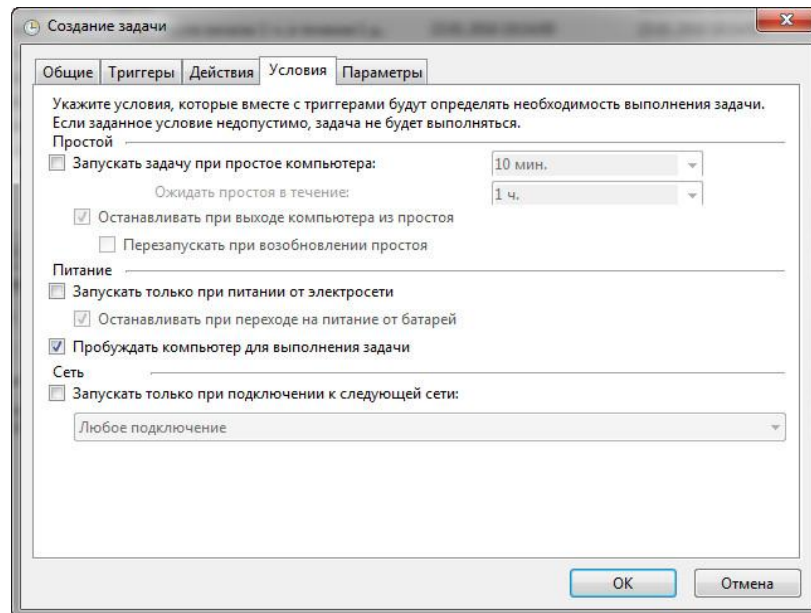


Рисунок Д.11 – Вкладка «Умови»

У вкладці "Параметри" налаштуйте вибір параметрів за прикладом на рисунку Д.12.

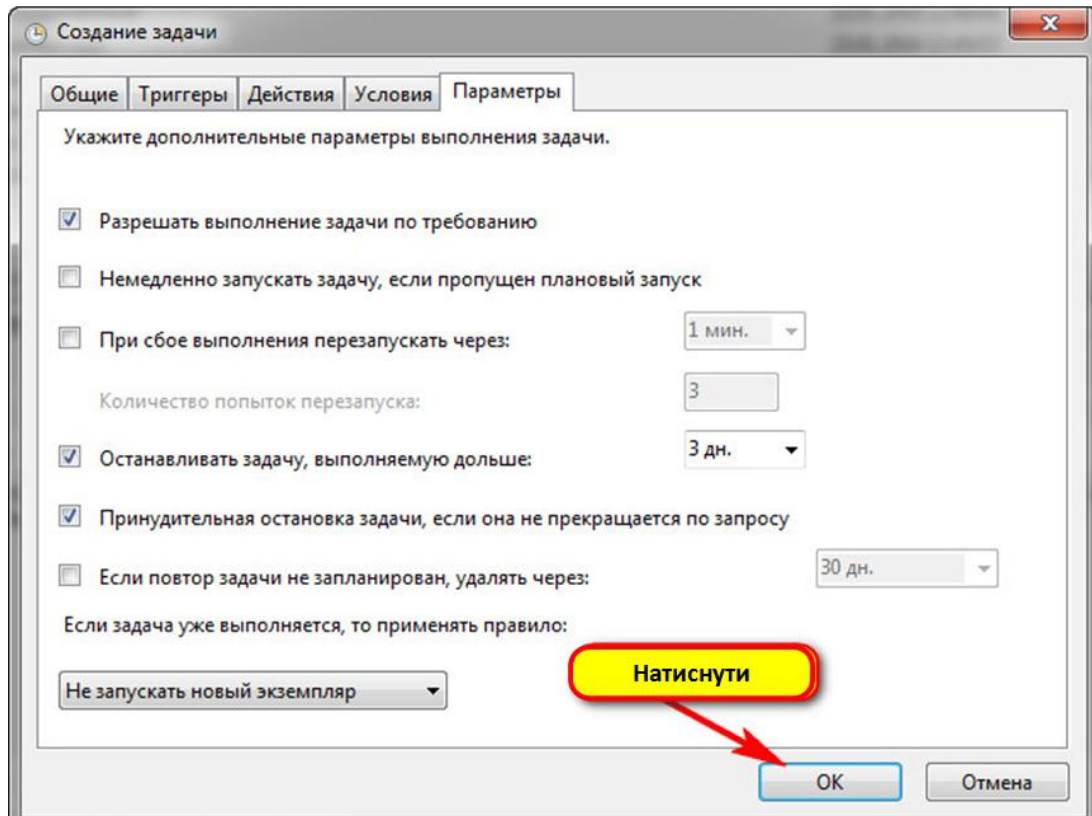


Рисунок Д.12 – Вкладка «Параметры»

Для завершения слід натиснути «ОК». Результатом налаштування є програмний продукт, який буде викликатися операційною системою Windows у налаштований період часу.

## ДОДАТОК Ж. Копії публікацій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНФОРМАТИКА,  
МАТЕМАТИКА,  
АВТОМАТИКА

ІМА :: 2018

МАТЕРІАЛИ  
та програма

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 05-09 лютого 2018)

Суми,  
Сумський державний університет  
2018

ІМА :: 2018

СЕКЦІЯ 3: Інформаційні технології проектування

**Комп'ютерна технологія прогнозування якості навчальної діяльності в модульних системах електронного навчання**

Рудакова Н.О., студент; Вакал С.М., студент; Лавров Е.А., професор  
Сумський державний університет, м. Суми  
Барченко Н.Л., старший викладач  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

**Вступ.** Вимогою до навчальних систем є здатність адаптації до індивідуальних особливостей кожної людини, що навчається, низький рівень якої призводить до відсутності мотивації у студентів та викладачів, що в свою чергу знижує ефективність електронного навчання.

Використання технології інтелектуального агента в навчальному середовищі забезпечить можливість вирішити задачу оптимізації якості людино-машинної взаємодії та дозволить враховувати мотивацію, рівень підготовки та інші особливості студентів. Необхідними є модуль прогнозування вхідних даних для оптимізації та модуль вибору раціональної технології навчання.

**Постановка задачі.** Розробити інформаційну технологію для вибору оптимальної стратегії, яку інтелектуальний агент повинен запропонувати людині-оператору. Цільовою функцією задачі оптимізації є максимально можлива ймовірність безпомилкового виконання, а обмеженнями доцільно вважати час виконання та рівень складності.

Задача оптимізації зведена до задачі лінійного програмування, в якій керованими змінними є бінарні змінні, що описують вибір можливих діалогових процедур.

**Результати.** Розроблена інформаційна технологія прогнозує ймовірність безпомилкового виконання модулю, математичне сподівання часу виконання та наявність відмови від діяльності, враховуючи індивідуальні параметри студента та зовнішнього середовища; вирішує задачу оптимізації, змінюючи функціональну мережу на кожному кроці управління діалогом в залежності від фактичних даних; пропонує користувачу раціональні технології навчання.

**Висновки.** Створені оптимізаційні моделі для визначення оптимальної стратегії людино-машинної взаємодії дозволяють підвищити ефективність навчання в системі "студент-комп'ютер" та забезпечити високий рівень інтерактивності і адаптивності електронного навчання.

Рисунок Ж.1 – Скрін «ІМА::2018»

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ, ОБЩЕСТВЕ

Материалы XII всероссийской  
научно-практической конференции

(4–6 декабря 2018 года)

Петропавловск  
2018

propelled by local industry in Russia // ACM Inroads. 2015. Vol. 6. Issue 4. PP. 41–51.

- Коргуи Д. Ж., Систои Н. Ю., Боговиленский Ю. А., Ворониш А. В. Применение математического образования при подготовке специалистов по разработке программного обеспечения в сфере информационно-коммуникационных технологий // Материалы 16-й Открытой Всероссийской конф. «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации». М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 76–78.
- Ворониш А. В., Боговиленский Ю. А., Коргуи Д. Ж., Шабаев А. И. Обучение технологии разработки программного обеспечения в Петропавловском государственном университете // Сб. докл. 5-й открытой всероссийской конф. «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации». М.: АПМТ, 2007. С. 102–119.
- Боговиленский Ю. А., Ворониш А. В., Коргуи Д. Ж. Организация годового курса «Технология разработки программного обеспечения» // Материалы Всероссийск. науч.-практ. конф. «Информационная среда вуза XXI века». Петропавловск. — 2007. — С. 37–39.
- Боговиленский Ю. А. Подготовка специалистов по информационным и коммуникационным технологиям на базе семейств стандартов «Прикладная математика и информатика» // Материалы международной конференции «Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы». Петропавловск: Изд-во ПетрГУ, 2006. Ч. 1. С. 33–45.
- Боговиленский Ю. А., Систои Н. Ю. Цифровая среда Института математики и информационных технологий: Распределенные информационно-образовательные ресурсы. 2018. В настоящем сборнике.
- Пономарев В. А., Боговиленский Ю. А. Цифровая среда Института математики и информационных технологий: Аппаратно-системная платформа. 2018. В настоящем сборнике.

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОГНИТИВНОГО КОМФОРТА В E-LEARNING

Е. А. Лавров, Н. Л. Барченко, С. М. Вакал

Сургутский государственный университет

Сургут

prof\_lavrov@mail.ru

Рассмотрены проблемы создания адаптивных e-learning. Разработана информационная технология агента-менеджера. Приведены примеры.

Ключевые слова: эргономика, электронное обучение, когнитивный комфорт, адаптация

### SUPPORT FOR COGNITIVE COMFORT IN E-LEARNING

E. A. Lavrov, N. L. Barchenko, S. M. Vakal

Surgut state university

Surgut

The problems of creating adaptive e-learning. Developed information technology for agent-manager. Examples are given.

Key words: ergonomics, e-learning, cognitive comfort, adaptation.

144

**Исходные предпосылки.** Массовое внедрение электронного обучения обострило проблемы адаптации [1,9] системы к студенту и обеспечения когнитивного комфорта. Технологии обучения должны определяться особенностями обучаемого и иметь возможность «приспосабливаться к нему». Очень часто студент бросает обучение т. к. «получает от системы не то, что ожидает» [1]. Это относится и к локальным системам, и, особенно, к системам дистанционного обучения.

**Постановка задачи.** В общем виде задача формулируется следующим образом. Имеется множество электронных учебных модулей. Модули могут различаться по стилю представления информации, сложности учебного материала и др. На первом этапе организации диалогового взаимодействия необходимо предоставить студенту учебный модуль, параметры которого наиболее полно соответствуют предпочтениям и целям студента. На втором этапе необходимо определить оптимальную стратегию человеко-машинного взаимодействия.

#### Результаты

**Принципы построения моделей пользователей и систем e-learning.** Решение задачи приспособления компьютера к студенту становится возможным в условиях АСУ вуза [1–3]. Именно тогда можно вести базу данных студентов и электронных средств обучения. Задача состоит в отношении студента к одной группе. Причем каждой группе соответствует определенное множество значений характеристик обучаемого (психологические характеристики, стили обучения и др.). Кроме того, заранее определяются возможные подходы к подаче учебного материала (с преобладанием текста, с преобладанием графиков, с использованием аудиосредств, «от общего к частному» «от частного к общему» и т. п.). Необходимо найти однозначное соответствие студента характеристикам диалоговой системы. Для этого строится ряд моделей, описывающих предметную область. Модель обучаемого и системы обучения описывают множество разрезов, актуальных для конкретной системы обучения. Такими разрезами могут быть: «Психологическая», «Стили обучения», «Мотивация», «Подготовленность по дисциплине», «Опыт работы с системой», «Функциональное состояние».

Функциональное состояние (ФС) студента может быть оценено с использованием различных аппаратных средств и методов [4], наиболее удобным подходом в наших условиях оказался метод анализа клавиатурного почерка Абашина В.Г. [5–6].

Система и альтернативные электронные модули, имеющиеся в базе данных e-learning должны быть описаны в разрезах типа: Принятые способы адаптации, Формы подачи информации, Технологии навигации, Технологии и характеристики самоконтроля, Формы диалогового взаимодействия.

**Управление процессом диалога и механизмы адаптации.** Реализация интеллектуального адаптивного обучения предусматривается с использованием технологии специального агента-менеджера [7]. Задача состоит в возможности оперативной идентификации студента и подстановки личных (или групповых) данных о надежности и времени выполнения студентом операций взаимодействия с компьютером. Такие данные определяются путем ведения специальной системы статистического анализа успешности учебной деятельности разными студентами в разных условиях среды. Описание учебной деятельности производится с помощью специальной модели типа «функциональная сеть» проф. Губинского А.И. [8]. Существует возможность по-разному построить альтер-

ритме обучения (взаимодействие студента с компьютером). Для оперативного получения актуальных значений параметров модели нами разработан специальный математический аппарат нейронно-функциональных сетей и набор специальных расчетных моделей, а также соответствующее программное обеспечение.

Основные задачи агента-менеджера:

1. Эргономическая экспертиза электронных учебных ресурсов (оценка и паспортизация);
2. Ведение модели студента (определение психофизиологических особенностей и предпочтений);
3. Оптимизация диалогового взаимодействия в системе обучения (выбор наилучшей по показателю когнитивного комфорта базовой платформы обучения (электронного модуля) и последующее построение индивидуального учебного маршрута)[9].

**Программная реализация технологии.** Разработанный комплекс предназначен для работы студента, преподавателя и эксперта-эргономиста. Представленный программный комплекс может работать с любой обучающей системой. В данном случае он интегрирован с системой Moodle (рис. 1).

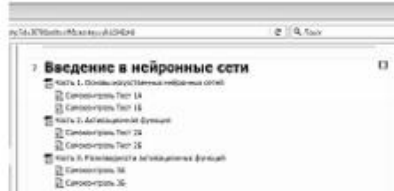


Рис. 1 Разработанный электронный курс в системе Moodle

В разработанном электронном курсе имеются в наличии различные способы самоконтроля (самоконтроль А и самоконтроль с последующим повторением проблемных фрагментов Б). Агент-менеджер позволяет построить оптимальную траекторию обучения с учетом ограничений на уровень сложности учебного материала и времени, которое имеется в наличии.

Пример рекомендаций по индивидуальной траектории обучения представлен на рис. 2.



Рис. 2 Пример индивидуальной траектории обучения

146

Петрозаводск, 04–06 декабря, 2018

**Выводы.** Предложенная оптимизационная модель выбора варианта человеческого-машинного взаимодействия в системе электронного обучения, обеспечивающая максимум когнитивного комфорта и максимум итоговой балльной оценки, позволяет оценить варианты взаимодействия и выбрать оптимальный вариант.

#### Библиографический список

1. Лавров Е. А. Подход к обеспечению эргономического качества информационной среды вуза // Труды Международной научно-практической конференции «Психология труда, инженерная психология и эргономика 2014» (Эрго 2014) Под редакцией А. Н. Аюмова, П. И. Падерно, С. Ф. Сергеева. Санкт-Петербург, 2014. — С. 70–76.
2. Лавров Е.А., Клименко А. В. Компьютеризация управления вузом. — Суми: Издательство «Довкілля», 2005. — 307с.
3. Лавров Е.А., Клименко А.В., Палт М.В., Трубишков Ю. В. Система компьютерного управления университетом. — М: Экономический факультет МГУ им. Ломоносова, ТЕИС, 2005. — 32с.
4. Лавров Е.А., Барченко Н. Л. Измерение параметров оператора для систем эргономического обеспечения обучающих сред // Вестник Сумского национального аграрного ун-ту. Сер. «Механізація та автоматизація виробничих процесів». — Суми, 2011. — Вып.8(23). — С.110–121
5. Абашири В. Г. Адаптивная математическая модель мультиметрической подсистемы определения работоспособности человека-оператора АРМ на основе нечетких множеств // Информационные системы и технологии, 2011 г. — № 5(67). С. 90–96
6. Лавров Е.А., Барченко Н. Л., Демиденко Д. Перспективы оценки функционального состояния оператора в системе «студент-компьютер» // Матеріали Третьої міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 14–16 травня 2014 р. — Суми: СуздУ, 2014. — С. 93–94
7. Лавров Е.А., Барченко Н. Л. Агент-менеджер в системе эргономического обеспечения электронного обучения // Бюлетень інтелекту. — 2013. — № 2 (81). — С. 115–120
8. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания/ Справочник/ Адаменко А. Н., Ашеров А. Т., Лавров Е. А. и др. под общ. ред. Губинского А. И. и Елгарфова Е. Г.- М., Машиностроение, 1993. — 528 с.
9. Лавров Е.А., Барченко Н. Л. Многоуровневая адаптация в университетских обучающих средах // В сборнике: Научно-образовательная информационная среда XXI века. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, Н. С. Рушова (отв. редактор) 2015.- Петрозаводск, 2015.- С. 118–122.

Рисунок Ж.3 – Продовження статті



IMA :: 2019

СЕКЦІЯ 3: Інформаційні технології проектування

#### Інформаційна технологія оцінки функціонального стану операторів інформаційних систем

Вакал С.М., студент; Лавров Є.А., професор  
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

**Вступ.** Серед сьогодишньої комп'ютеризації та інформатизації особлива роль відводиться задачам захисту інформації та необмеженості доступу до управління інформаційних систем та до їх ресурсів, захисту від несанкціонованого доступу.

Методи аутентифікації за біометричними параметрами особистості здатні забезпечити підвищену точність. До таких характеристик, що описує підсвідомі дії звичні для студента, відноситься і клавіатурний почерк. Він характеризує динаміку введення деякої фрази за допомогою клавіатури.

**Постановка задачі.** Створити гібридну систему управління доступом, що поєднує в собі як унікальні знання, так і біометричну характеристику студента (клавіатурний почерк) та дослідити особливості аутентифікації за почерком студента при введенні ним паролівних даних.

**Результати.** Реалізовано програму, яка візуально оцінює вихідні параметри клавіатурного почерку окремого студента (після введення паролю студент може переглянути результати його введення: інтервали між натисканням та утриманням клавіш, їх число рівне кількості символів введеного повідомлення; у полі інтервалу між клавішами значення завжди рівне нулю); розраховує статистику за серією введів (після багаторазового збереження введених даних є можливість обробки даних із застосуванням методів математичної статистики – розрахунок математичного очікування, дисперсії, середньоквадратичного відхилення, матриці кореляції між стовбцями та коваріаційна матриця; дані результати зберігаються в текстових файлах).

Програма функціонує в двох режимах: налагодження та аналіз. У результаті програми перевіряється вектор біометричних параметрів студента з еталонним вектором і виводить повідомлення чи дійсно цей вхід здійснює студент, що пройшов режим налагодження.

**Висновки.** Розроблено програму по аутентифікації студента за клавіатурним почерком при введенні паролівних даних, яка здатна розрізняти людей, за допомогою біометричних параметрів.

Рисунок Ж.4 – Скрін «ІМА::2019»



**Автоматизація визначення функціонального стану операторів автоматизованих технологічних комплексів**

Вакал С.М.  
 Науковий керівник – професор Лавров С.А.  
 Сумський державний університет, Суми, Україна

Основною вимогою сучасних автоматизованих технологічних комплексів (АТК) є необхідність виконання ергономічних вимог до робочих місць людей-операторів. Оператори працюють в умовах несприятливого зовнішнього середовища, черги заявок, напруженості діяльності. Функціональний стан (ФС) оператора суттєво впливає на ефективність діяльності, кількість помилок, аварійність, здоров'я людей. Незважаючи на велику кількість досліджень «людського фактору» задача автоматизованого визначення ФС операторів в інформаційних системах вирішена не до кінця.

У доповіді представлено розробку інформаційної технології визначення ФС операторів АТК. На відміну від апаратних методів контролю ФС, запропонований метод використовує модель, ґрунтовану на використанні апарату нейронних мереж, що забезпечує суттєве зростання точності і характеризується невбагливістю до апаратного забезпечення.

Питання організації робочого дня людини був поставлений Ф.Тейлором з появою перших «невловимих» чинників, які були вивчені та включені в технологію - втома і рух. Це сталося на початку двадцятого століття в період «наукової організації праці». Ф. Тейлор довів, що технологічний процес повинен будуватися з урахуванням фізичної втоми людини. Тим самим у технологічний процес був включений принципово новий елемент - людський фактор, тобто людський фактор став елементом технологічного процесу. Тепер сам технологічний процес став будуватися з урахуванням того, що існує втома людини [1].

Однією з професій, що з'явилися в процесі розвитку автоматизації виробництва, є професія оператора.

Характерною особливістю професії оператора є статичний режим роботи: великий обсяг роботи доводиться виконувати в сидючому положенні, тобто в незмінній статичній позі. При цьому більшість груп м'язів знаходиться в постійній напрузі, що призводить до швидкої стомлюваності, сприяє розвитку професійних захворювань [2].

У якості сигналів ФС людини-оператора використовують показники електроенцефалограми, електроміограма, шкідливо гальванічної реакції, мовної діяльності, а також величини артеріального тиску, тонуус судин, діаметр зіниці і т.п. [3]. Найбільш цінними серед інформативних характеристик будуть в даному випадку показники стану тих функцій організму, які несуть найбільше навантаження. Для оператора це пристрої введення інформації, при використанні яких можливе зчитування клавіатурного почерку і обробка

отриманих даних біометричними методами.

Вхідною інформацією для математичної моделі визначення психофізичного стану (ПФС) є величина, яка вирішується за формулою 1.

$$\Delta t = t_{c-1} - t_c \quad (1)$$

де  $\Delta t$  – час утримання клавіші або час між натисканням;  $t_{c-1}$  – тривалість попереднього утримання клавіші або час між натисканням;  $t_c$  – час останнього утримання клавіші або час між натисканнями, тут  $c$  – поточне значення.

Побудова математичної моделі обробки даних клавіатурного почерку, з метою визначення ПФС оператора зводиться до підготовки даних для нейронної мережі, вибору архітектури нейронної мережі, обробки біометричних даних, її математичному опису, вирішенню інших завдань. Для оцінки ПФС оператора штучна нейронна мережа повинна вирішувати завдання фільтрації, кластеризації та класифікації даних клавіатурного почерку.

Етап отримання вхідних значень для розробленої нейронної мережі представлений на рис. 1.

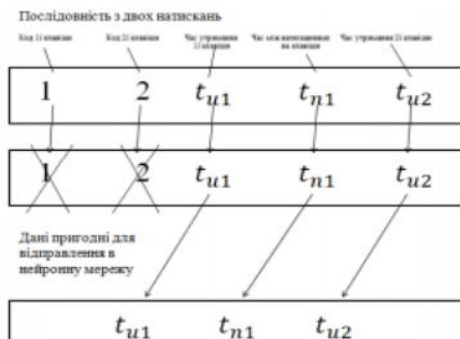


Рисунок 1 – Отримання вхідних значень для нейронної мережі

Основним завданням мережі визначення стану оператора є класифікація. Для цієї мети підходить перцептрон Розенблатта з декількома нейронами вихідного шару. Для мереж цього класу відсутні обмеження на

кількість нейронів. Нейрони кожного шару перцептрон з'єднуються з нейронами попереднього за принципом «кожен з кожним».

Для визначення поточного стану людини-оператора було розроблено модуль для класифікації ФС оператора. У результаті роботи програми користувач отримує повідомлення про припинення або продовження роботи. Дані, які збираються в результаті роботи модуля, підлягають аналізу за допомогою нейронної мережі.

Для моделювання обрано тип нейронної мережі FeedForward BackPropagation (рис.2), що має вхідний шар, вихідний шар і принаймні один прихований шар. Теоретично, обмежень відносно числа прихованих прошарків не існує, але практично застосовують один або два.

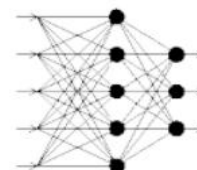


Рисунок 2 – Багатошаровий перцептрон

Алгоритм діє ітеративно, його кроки називаються епохами. На кожній епосі на вхід мережі по черзі подаються всі навчальні приклади, вихідні значення мережі порівнюються з бажаними значеннями і обчислюється похибка. Значення похибки, а також градієнту поверхні станів використовують для корекції ваг, і дії повторюються. Процес навчання припиняється або коли пройдено певну кількість епох, або коли похибка досягає певного рівня малості, або коли похибка перестає зменшуватися.

Таким чином у роботі запропоновано підхід, а також розроблена математична модель та алгоритм визначення ПФС оператора, на їх основі побудовано програмне забезпечення для збору та обробки даних, які характеризують стан людини-оператора.

На основі обробки експериментальних даних доведено, що використання розробленої математичної моделі в складі запропонованого алгоритму дозволяє вирішувати задачу визначення стану оператора в АТК.

Перелік посилань

1. Ключарев В.А., Никишина І.С., Лысков Е.Б., Сандстрем М., Хансон Милд К. Влияние слабых электромагнитных полей на стабильность изображения компьютерного монитора: возможные последствия для



СЕКЦІЯ 2: Інформаційні технології проектування

ІМА :: 2020

### Забезпечення моніторингу функціонального стану операторів інформаційних систем

Вакал С.М., студентка; Лавров Є.А., професор  
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Основною вимогою до сучасних навчальних систем є їх здатність адаптації до індивідуальних параметрів того, кого навчають. Залежно від переваг, цілей і поточного стану необхідно генерування індивідуального навчального впливу. Розвиток втоми та інших станів, що негативно позначаються на якості прийнятих студентом рішень, призводять до загального зрушення психофізичного стану людини, що відбивається на всіх його біологічних функціях. Існує декілька видів оцінки функціонального стану (ФС) людини, з них найбільш переважним для системи електронного навчання є метод аналізу клавіатурного почерку. Класифікація ФС студента здійснюється за допомогою обробки даних та апарату нейронної мережі.



Рисунок 1 – Входи та виходи нейронної мережі

При розробці нейронно-мережевої технології для оцінки ФС студента було використано (рис.1): ключове слово – «алгоритм»; вхідні дані, що подаються до нейронної мережі (час натискання  $t_{n_i}$  та утримання  $t_{u_i}$  клавіши) та вихідні дані нейронної мережі (0 – припинення, або 1 – продовження роботи).

Для визначення поточного стану студента в системі електронного навчання було розроблено модуль, де збираються дані, які підлягають аналізу за допомогою нейронної мережі типу

FeedForward BackPropagation (модель навчання для складних, багатшарових мереж), для класифікації ФС людини, що навчається.

У результаті роботи програми студент отримує повідомлення про припинення або продовження роботи.

Рисунок Ж.6 – Скрін «ІМА::2020»





ІМА :: 2020

СЕКЦІЯ 2: Інформаційні технології проектування

#### Інформаційна технологія автоматичної аутентифікації користувача інформаційної системи

Вакал С.М., студентка; Лавров С.А., професор  
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

У сучасній комп'ютеризації та інформатизації особливу роль відводять задачам захисту інформації та необмеженості доступу до управління інформаційних систем та до їх ресурсів, захисту від несанкціонованого доступу. Методи аутентифікації за біометричними параметрами особистості здатні забезпечити підвищену точність. До таких характеристик, що описує підсвідомі дії звичні для користувача, відноситься і клавіатурний почерк. Він характеризує динаміку введення деякої фрази за допомогою клавіатури. Створено гібридну систему управління доступом, що поєднує в собі як унікальні знання, так і біометричну характеристику користувача (клавіатурний почерк) та досліджено особливості аутентифікації за почерком користувача при введенні ним паролівних даних.

Програма візуально виконує два етапи.

Оцінку вихідних параметрів клавіатурного почерку окремою людиною.

Після введення паролю користувача може переглянути результати його введення: інтервали між натисканням та утриманням клавіш, їх число рівне кількості символів введеного повідомлення; у полі інтервалу між клавішами значення завжди рівне нулю.

Розрахунок статистики за серією введів.

Після багаторазового збереження введених даних є можливість обробки даних із застосуванням методів математичної статистики – розрахунок математичного очікування, дисперсії, середньоквадратичного відхилення, матриці кореляції між стовбцями та коваріаційна матриця; дані результати зберігаються в текстових файлах.

Модуль функціонує в двох режимах: налагодження та аналіз.

У результаті програма порівнює вектор біометричних параметрів користувача з еталонним вектором, який створюється після розрахунку статистики за серією паролівних введів, і виводить повідомлення чи дійсно цей вхід здійснює особа, що пройшла режим налагодження.

Рисунок Ж.7 – Скрін «ІМА::2020»



СЕКЦІЯ 2: Інформаційні  
технології проектування

ІМА :: 2020

#### Software method of monitoring the functional state of operators of automated complexes

Vakal S. M., Student; Lavrov E. A., Professor  
Sumy State University, Sumy, Ukraine

Adaptation to the personal parameters of a person is the main task of modern automated complexes. The most accurate parameters that make it easy to determine a person's functional status (FS) are biometrics. The development of fatigue and other such conditions affect the well-being and work of the person adversely. One of the biometric methods for evaluating the FS of an operator is the analysis of keyboard handwriting.

For the implementation of information technology by biometric indicators used both mathematical models of data processing, read from the keyboard, and the neural network apparatus (using artificial intelligence model) to obtain an accurate assessment of the FS of each individual.

The program correctly informs the user about his current FS and maintains statistics on the tests. Information technology operates in two modes. The first is Debugging, that is, collecting data from the keyboard by a control word and creating a reference vector using a multilayered neural network (Fig. 1). The second mode is Analysis. It is carried out automatically by the Self-organized map and displays the necessary result of the evaluation of the current FS of the operator.

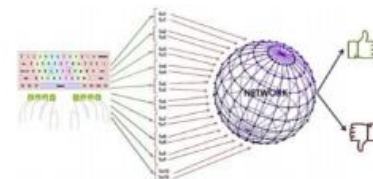


Figure 1 – Model of system operation  
( $t_n$  - time of pressing a key,  $t_u$  - time of holding a key)

Information technology has been developed to evaluate the FS of an operator by analyzing computer handwriting. The program collects and processes the data entered from the keyboard to accurately recognize the current human condition, based on biometric indicators.

Рисунок Ж.8 – Скрін «ІМА::2020»



СЕКЦІЯ 2: Інформаційні технології проектування

ІМА :: 2020

включає велику кількість тулбоксів, серед яких використано Nntool – графічний інтерфейс для роботи з нейронними мережами. Він дозволяє обирати структуру ШНМ з широкого списку і надає велику кількість алгоритмів для навчання для кожного типу мережі.

Для формування навчальної вибірки використовуються статистичні дані, які були отримані в результаті спостереження за великою кількістю студентів з різними рівнями підготовки. Дані збережені в Excel-файлі, тому для перенесення їх в Matlab використовувалась надбудова Excel Link – дозволяє обмінюватися даними між Matlab і Microsoft Excel, забезпечуючи безпрецедентні можливості для аналізу, обробки і представлення даних.

Інформаційна мережа вміщує три однотипні нейронні мережі:

Перша вміщує п'ять параметрів (мотивацію, вхідний контроль, рівень складності, функціональний стан та когнітивний контроль) та два приховані шари. Результат її діяльності виводить ймовірність безпомилкового виконання модулю.

Друга нейронна мережа вміщує шість параметрів (п'ять з них однакові з попередньою ШНМ та шостий – результат, що отримано після виконання симуляції першої нейронної мережі) та шість прихованих шарів. Результатом симуляції цієї ШНМ є математичне сподівання часу виконання модулю.

Третя нейронна мережа однакова вхідними параметрами з першою, але в результаті симуляції надає результат наявності відмови від діяльності.

Для перевірки працездатності модулю вибору раціональної технології навчання проводилися серії комп'ютерних експериментів, які демонстрували адаптацію мережі до студента в залежності від прогнозованих даних.

На відміну від існуючих апаратних моделей дана модель є невибагливою до технічного забезпечення, орієнтована на штучні нейронні мережі, які адаптовані під кожного користувача (студента навчального закладу).

Отже, запропоновано інформаційну технологію, засновану на моделі прогнозування вхідних даних за допомогою штучних нейронних мереж, для оптимізації та реалізації їх перенесення в модель інтелектуального агента.

ІМА :: 2020

СЕКЦІЯ 2: Інформаційні технології проектування

### Інформаційна технологія прогнозування якості діяльності в e-learning

Вакал С.М., студентка; Лавров Є.А., професор  
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

E-learning є перспективною технологією навчання в інформаційному суспільстві. Головна проблема навчальних систем – нездатність адаптації до індивідуальних особливостей кожної людини, що навчається. Впровадження інтелектуальних технологій управління діалоговим процесом в e-learning стримується через відсутність моделей взаємодії людей з машинами.

Існує низка факторів, що впливають на процес отримання знань. Студенти мають різний рівень підготовки, різний рівень мотивації, різні індивідуальні особливості, різний час при виявленні теми, різні можливості вивчати складні модулі.

Таким чином, існує велика кількість параметрів, від яких залежить як саме необхідно побудувати систему діалогової взаємодії.

У зв'язку з низьким рівнем інтерактивності та відсутності механізмів адаптації навчального середовища до особливостей людини, проводяться роботи по створенню інтелектуального агента управління процесом навчання, що дозволить враховувати мотивацію, рівень підготовки та інші особливості кожного студента. Вирішення задачі оптимізації якості людино-машинної взаємодії в навчальному середовищі дозволить підвищити ефективність засвоєння матеріалу курсу та мотивацію студентів і викладачів.

Рішення задачі прогнозування передбачає отримання ймовірнісно-часових показників якості діяльності студента в електронній системі навчання при різних параметрах учня і середовища (рівні мотивації, втоми, когнітивного комфорту).

Основною метою є визначення ймовірності безпомилкового виконання і математичного сподівання часу виконання блоку навчання (модуля). Отримані дані надходять до програмного інтелектуального агента для розрахунку оптимальної траєкторії навчання.

Для прогнозування даних обрано метод штучних нейронних мереж (ШНМ).

Для створення нейронної мережі використовується пакет прикладних програм для числового аналізу – Matlab R2012b. Дана система

123



**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами XII всеукраїнської науково-практичної конфе  
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук А

9-10 листопада 2020

Хмельницький 2020

роботи з нейронними мережами. Він дозволяє обирати структуру ШНМ з ш списку і надає велику кількість алгоритмів для навчання для кожного типу м  
Для формування навчальної вибірки використовуються статистичн  
які були отримані в результаті спостереження за великою кількістю сту  
різними рівнями підготовки. Дані збережені в Excel-файлі, тому для пере  
в Matlab використовувалась надбудова Excel Link – дозволяє обмінюватис  
між Matlab і Microsoft Excel, забезпечуючи безпрецедентні можливості для  
обробки і представлення даних.

Інформаційна мережа вміщує три одиничні нейронні мережі, вміщує п'ять параметрів (мотивацію, вхідний контроль, рівень скл функціональний стан та когнітивний контроль) та два приховані шари (рис Результат її діяльності виводить ймовірність безпомилкового виконання мод

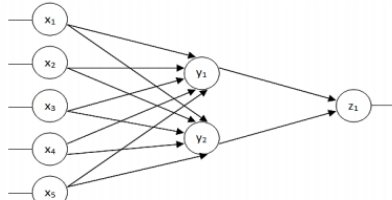


Рисунок 2 – Схема першої нейронної мережі:  
 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  – входи,  $y_1, y_2$  – приховані шари,  $z_1$  – вихід

Друга нейронна мережа вміщує шість параметрів (п'ять з них однакові з попередньою ШНМ та шостий – результат, що отримано після виконання симуляції першої нейронної мережі) та шість прихованих шарів. Результатом симуляції цієї ШНМ є математичне сподівання часу виконання модулю.

Третя нейронна мережа однакова вхідними параметрами з першою, але в результаті симуляції надає результат наявності відмови від діяльності.

Спрогнозувати якість діяльності кожного студента окремо можна обрав прізвище з наявних в базі даних, в результаті чого поля з параметрами автоматично заповняться інформацією (рисунок 3).

Для перевірки працездатності модулю вибору раціональної технології навчання проводилися серії комп'ютерних експериментів, які демонстрували адаптацію мережі до студента в залежності від прогнозованих даних.

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ В E-LEARNING**

*Розглянуто процес електронного навчання, який виявив необхідність впровадження інтелектуального агента для управління даним процесом. Агент дозволяє враховувати декілька параметрів: мотивацію, рівень підготовки та особливості студентів. Запропонована інформаційна технологія, заснована на моделі прогнозування вхідних даних за допомогою штучних нейронних мереж, для оптимізації та реалізації їх перенесення в модель інтелектуального агента.*

*The e-learning process, which identified the need to introduce an intellectual agent to manage the process, is considered. The agent allows to consider several parameters: motivation, level of preparation and characteristics of students. Information technology based on the model of prediction of input data by artificial neural networks is proposed for optimization and realization of their transfer into the model of intellectual agent.*

E-learning є перспективною технологією навчання в інформаційному суспільстві. Головна проблема навчальних систем – нездатність адаптації до індивідуальних особливостей кожної людини, що навчається. Впровадження інтелектуальних технологій управління діалоговим процесом в e-learning стримується через відсутність моделей взаємодії людей з машинами.

Метою роботи є розробка інформаційної технології прогнозування якості діяльності в електронному навчальному середовищі.

Існує низка факторів, що впливають на процес отримання знань. Студенти мають:

- різний рівень підготовки;
- різний рівень мотивації;
- різні індивідуальні особливості;
- різний час при виявленні теми;
- різні можливості вивчати складні модулі.

Таким чином, існує велика кількість параметрів, від яких залежить як саме необхідно побудувати систему діалогової взаємодії.

У зв'язку з низьким рівнем інтерактивності та відсутності механізмів титься роботи по я, що дозволить жного студента.

Вирішення задачі оптимізації якості людино-машинної взаємодії в навчальному середовищі дозволить підвищити ефективність засвоєння матеріалу курсу та мотивацію студентів і викладачів.

Інтелектуальний агент (рисунок 1) може функціонувати в умовах наявності єдиного інформаційного простору вищих навчальних закладів [1].

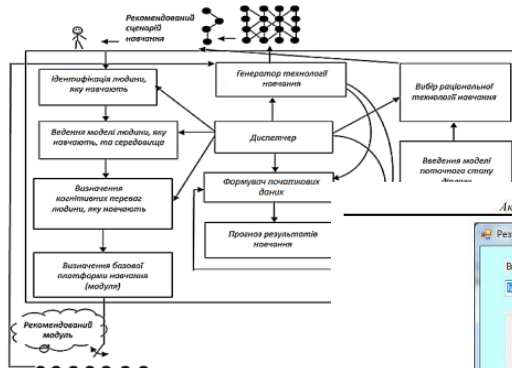


Рисунок 1 – Загальна структура інтелектуального агента

Рішення задачі прогнозування передбачає (показників якості діяльності студента в електронні параметрах учня і середовища (рівні мотивації, вто Основною метою є визначення ймовірності математичного сподівання часу виконання блоку на надходять до програмного інтелектуального агент траєкторії навчання.

Для прогнозування даних обрано метод штучного інтелекту  
Для створення нейронної мережі викро використано програм для числового аналізу – Matlab R2012b. кількість туббоксів, серед яких використано Nnto

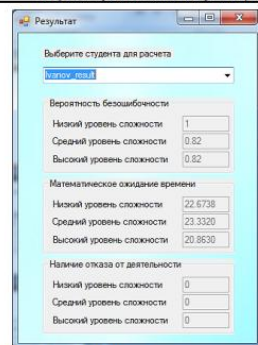


Рисунок 3 – Прогнозована якість діяльності в e-learning

Отже, запропонована інформаційна технологія прогнозування якості діяльності в електронному навчальному середовищі – e-learning. На відміну від існуючих апаратних моделей дана модель є невідчужливою до технічного забезпечення, орієнтована на штучні нейронні мережі, які адаптовані під кожного користувача (студента навчального закладу).

**Перелік посилань**

1. Лавров, Е.А., Клименко, А.В. Компьютеризация управления вузом [Текст] / Е.А.Лавров, А.В.Клименко – Сумы: "Довілля", 2005. – 307с.
2. Соколов, Д.Ю. Сравнительный анализ метода применения искусственной нейронной сети в целях решения задачи инженерно-шторманского расчета полета летательного аппарата [Текст] / Д.Ю. Соколов // Вооружение и экономика. – 2012. - №1 (17). С. 50-57.
3. Абашин В.Г. Адаптивная математическая модель мультибио-метрической подсистемы определения работоспособности человека-оператора АРМ на основе нечетких множеств. Информационные системы и технологии 2011. - №5(67).С. 90-96.
4. Шевчук П. Г. Програмно-технологічні умови використання мови C# для навчання програмування в загальноосвітніх навчальних закладах / П. Г. Шевчук // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: збірник наукових праць. М-во освіти і науки України, НТУУ ім. М. П. Драгоманова; Відп. ред. М. І. Жалдак. – Київ, 2011. – Вип. 17 – С. 80 – 83.

## ДОДАТОК 3. Копії дипломів переможця конкурсів студентських наукових робіт



Рисунок 3.1 – Грамота з конкурсу Комп'ютерна інженерія



Рисунок 3.2 – Диплом другого ступеня з напрямку «Інформатика і кібернетика»




Рисунок 3.3 – Диплом в галузі «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті»



Рисунок 3.4 – Грамота з конкурсу Інформаційних систем і технологій



На час карантину, на жаль, не всі дипломи та грамоти надіслали. Але є затверджений Наказ, де зазначено ще 3 мої роботи 2020 року з призовими місцями (рис. 3.5 – 3.8).



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАКАЗ**


05 10 20 20 р.                      м. Київ                      № 1220

Про підсумки Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2019/2020 навчальному році

Відповідно до Положення про Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 18 квітня 2017 року № 605, зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 15 травня 2017 року за № 620/30488, наказу Міністерства освіти і науки України від 04 жовтня 2019 року № 1271 «Про проведення Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2019/2020 навчальному році» та на підставі рішень галузевих конкурсних комісій з проведення другого туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2019/2020 навчальному році

**НАКАЗУЮ:**

1. Затвердити перелік переможців Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2019/2020 навчальному році (далі – Конкурс), що додається.
2. Рекомендувати керівникам закладів вищої освіти здійснити заходи щодо відзначення студентів-переможців та їх наукових керівників.
3. Державній науковій установі «Інститут модернізації змісту освіти» (Баженков Є.) довести до відома закладів вищої освіти підсумки Конкурсу.
4. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Вітренка А.

Т. в. о. Міністра  Сергій ШКАРЛЕТ

ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ		
ДИПЛОМ І СТУПЕНЯ		
Кульбака Наталя Владиславівна	Федосова Ірина Васильівна, завідувач кафедри	ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
Карнашкий Дмитро Олегович, Мирошников Сергій Олексійович	Бичков Олексій Сергійович, Завідувач кафедри	Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Шелег Михайло Геннадійович, Шипілова Анна Олександрівна	Щеряков Сергій Михайлович, доцент	Державний університет телекомунікацій
Перетятко Марія Вікторівна	Широкопетлева Марія Сергіївна, старший викладач	Харківський національний університет радіоелектроніки
ДИПЛОМ ІІ СТУПЕНЯ		

58

Візер Антон Миколайович, Слободяник Віталій Валерійович	Онищенко Вікторія Валеріївна, завідувач кафедри	Державний університет телекомунікацій
Тарасов Роман Олександрович	Зибіна Катерина Вікторівна, асистент	Харківський національний університет радіоелектроніки
Гордієнко Олексій Михайлович	Комлева Наталя Олегівна, доцент	Одеський національний політехнічний університет
Вакал Світлана Миколаївна, Чмирис Юлія Сергіївна	Лавров Євгеній Анатолійович, професор	Сумський державний університет

Рисунок 3.6 – Фрагменти таблиці (2 місце в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, травень 2020 р.)

КІБЕРБЕЗПЕКА		
ДИПЛОМ І СТУПЕНЯ		
Вакал Світлана Миколаївна	Лавров Євгеній Анатолійович, професор	Сумський державний університет
Шевчук Ольга Сергіївна	Олексійчук Антон Миколайович, професор	Національний технічний університет України «Київський

Рисунок 3.7 – Фрагменти таблиці (1 місце в Національному Технічному Університеті України «Київському Політехнічному Інституті», вересень 2020 р.)

ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА (ОХОРОНА ПРАЦІ)		
ДИПЛОМ ІІІ СТУПЕНЯ		
Петренко Владислав Вікторович	Мандіна Євгенія Анатоліївна, доцент	Запорізький національний університет
Бредіхіна Наталя Сергіївна	Біла Неля Степанівна, старший викладач	ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Доленко Влада Сергіївна, Овчинникова Аліна Юріївна	Стрільць Віктор Маркович, старший науковий співробітник	Національний університет цивільного захисту України
Вакал Світлана Миколаївна, Потебенко Анна Юріївна	Лавров Євгеній Анатолійович, професор	Сумський державний університет
Ковальова Анастасія	Левашова Юлія Станіславівна,	Харківський національний

Рисунок 3.8 – Фрагменти таблиці (3 місце в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті, квітень 2020 р.)