

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

кафедра біотехнічних систем

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Медична інформаційна система обробки біомедичних даних

Виконав: студент II курсу, групи РБМ-61
спеціальності 163 Біомедична інженерія

(шифр і назва спеціальності)


(підпис)

Куціль В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник


(підпис)

Хвостівський М.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль


(підпис)

Дедів Л.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри


(підпис)

Яворська Є.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент


(підпис)

Страхівський М.О.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра біотехнічних систем

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

Яворська Є.Б.

(прізвище та ініціали)

« 20 » 11 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 163 Біомедична інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Куцілю Василю Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Медична інформаційна система обробки біомедичних даних

Керівник роботи Хвостівський Микола Орестович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 20 » листопада 2023 року № 4/7-1083

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Об'єкт дослідження: процес розробки медичної інформаційної Системи обробки біомедичних даних; Предмет дослідження: математичне та алгоритмічне забезпечення медичної інформаційної системи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина

2. Основна частина

3. Науково-дослідна частина

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

1. Актуальність роботи

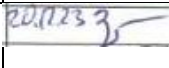



2. Математичне забезпечення медичної інформаційної системи

3. Алгоритмічне забезпечення медичної інформаційної системи

4. Програмне забезпечення медичної інформаційної системи

5. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зелінський І.М., доц. каф. ПВ		
	Клепчик В.М., ст. викл. каф. ОХ		

7. Дата видачі завдання 2.09.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	2.09.23	Виконано
2	Аналіз завдання	5.09.23	Виконано
3	Виконання розділу 1	2.10.23	Виконано
4	Виконання розділу 2	5.10.23	Виконано
5	Виконання розділу 3	18.11.23	Виконано
6	Виконання розділу 4	5.12.23	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	8.12.23	Виконано
8	Оформлення графічного та презентаційного матеріалу	9.12.23	Виконано
9	Перевірка роботи на антиплагіат	12.12.23	Виконано
10	Попередній захист	18.12.23	Виконано
11	Захист	26.12.23	Виконано

Студент



(підпис)

Куціль В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Хвостівський М.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Медична інформаційна система обробки біомедичних даних» // Кваліфікаційна робота // Куціль Василь Ігорович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РБм-61 // Тернопіль, 2023 // с. – 70, рис. – 15, табл. – 6, додат. – 3, бібліогр. – 36.

Ключові слова: МЕДИЧНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАМА, ЕЛЕКТРОРЕТИНОСИГНАЛ.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці та впровадженню медичної інформаційної системи для обробки біомедичних даних на платформі WEB-застосунку. Дана система призначена для ефективного збору, обробки та аналізу біомедичних даних в онлайн-режимі.

У роботі було проведено аналіз сучасних технологій веб-розробки, визначені ключові етапи обробки біомедичних сигналів, розроблено апаратне та програмне забезпечення МІС, а також продемонстровано результати її роботи.

ANNOTATION

Theme of qualification work: "Medical Information System for Processing Biomedical Data" // Qualification work // Kutsil Vasyl Ihorovych // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, Group RBm-61 // Ternopil, 2023 // p. – 70, fig. – 15, tab. – 6, app. – 3, bibl. – 36.

Keywords: MEDICAL INFORMATION SYSTEM, MATHEMATICAL SUPPORT, ALGORITHMIC SUPPORT, SOFTWARE, ELECTRORETINOGRAM, ELECTRORETINAL SIGNAL.

The diploma work is dedicated to the development and implementation of a medical information system for processing biomedical data on the WEB-application platform. This system is designed for efficient collection, processing, and analysis of biomedical data in real-time.

The work includes an analysis of modern web development technologies, identification of key stages in processing biomedical signals, development of hardware and software for the information system, and demonstration of its operational results.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	11
1.1. Медична інформаційна система.....	11
1.2. Класифікація МІС.....	12
1.3. Завдання які вирішує МІС.....	13
1.4. Основні складові функціоналу МІС.....	15
1.5. Процес впровадження медичної інформаційної системи.....	16
1.6. Переваги використання МІС.....	19
1.7. Огляд сучасних МІС.....	20
1.8. Розробка МІС, стандартний і кастомний софт.....	28
1.9. Висновки до розділу 1.....	30
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	31
2.1. Моделювання функціональних можливостей МІС.....	31
2.2. Розробка апаратного забезпечення.....	32
2.3. Складові апаратного забезпечення.....	33
2.4. Розробка структурної схеми для МІС.....	34
2.5. Алгоритм роботи МІС.....	35
2.6. Метод обробки МІС.....	36
2.7. Створення алгоритмічної реалізації компонентного методу в МІС.....	38
2.8. Написання та роз'яснення програмного коду.....	39
2.9. Розробка структури бази даних МІС.....	40
2.10. Алгоритм взаємодії Клієнт/МІС.....	44
2.11. Висновки до розділу 3.....	46
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	47
3.1. Розробка програмного забезпечення МІС.....	47
3.2. Створення блок-схеми алгоритму роботи МІС.....	47
3.3. Розробка інтерфейсу та демонстрація роботи сайту МІС.....	48
3.1. Висновки до розділу 3.....	50

	7
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	51
4.1. Охорона праці.....	51
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	53
Висновки до розділу 4.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58
ДОДАТОК А. Код обробки ретиносигналу компонентним методом.....	63
ДОДАТОК Б. Код реалізації МІС.....	66
ДОДАТОК Б. Копія тези конференції.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

МІС - медична інформаційна система

ЕРС- електроретиносигнал

ЕРГ – електроретинограма

ЕМК - електронні медичні карти

ІБС - інформаційна база спеціалістів

ПЗІ - персональні засоби інформаційної безпеки

ЗДО - заклад охорони здоров'я

ФПК - функціональна можливість клієнта

СРМ - система реєстрації медичних послуг

ТЗ - технічне завдання

АРІ - інтерфейс програмування застосунків

ДС - діагностична система;

НДР - науково-дослідна робота;

ПЗ - програмне забезпечення.

ВСТУП

Актуальність теми. Медична інформаційна система є надзвичайно актуальною і важливою у сучасному медичному середовищі. Нижче представлено декілька аспектів актуальності даної теми:

- Інновації в медичній діагностиці: застосування біомедичних сигналів/даних для діагностики різних захворювань стає все більш розповсюдженим. Розробка ефективної інформаційної системи для їх обробки та аналізу дозволяє покращити точність та швидкість медичних діагнозів.

- Зростання потреб в телемедицині: за останні роки телемедицина стала необхідною складовою сучасної медицини. Медичні інформаційні системи, які працюють в реальному часі та здатні обробляти біомедичні сигнали, є важливим елементом інфраструктури телемедицини.

- Збільшення обсягів медичних даних: сучасні технології генерації медичних даних, такі як електрокардіограми, електроенцефалограми тощо, призводять до зростання обсягів інформації, яку необхідно обробляти та зберігати. Ефективна система обробки стає ключовою для подальшого використання цих даних.

- Забезпечення доступності та зручності використання: медична інформаційна система (WEB-застосунок) спрощує доступ та використання системи для медичних працівників та пацієнтів. Це особливо важливо в умовах розподіленої медичної практики та телемедицини.

Отже, враховуючи ці аспекти, розробка та впровадження такої медичної інформаційної системи має потенціал істотно покращити якість та ефективність медичних послуг, зокрема при дистанційній обробці біомедичних даних.

Мета дослідження: розробка медичної інформаційної системи (WEB-застосунок) для обробки біомедичних даних.

Задачі дослідження:

1. Проведення огляду та аналізу існуючих медичних інформаційних систем та їх структур.

2. Розробка ефективних алгоритмів обробки різних видів біомедичних даних у складі медичних інформаційних систем.

3. Розробка медичної інформаційної системи (WEB-застосунку) з інтерактивним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для збору та обробки біомедичних даних.

4. Перевірка працездатності розробленої інформаційної системи при обробці біомедичних даних.

Об'єкт дослідження: процес обробки біомедичних даних.

Предмет дослідження: медична інформаційна система (WEB-застосунок) обробки біомедичних даних

Методи дослідження: компонентний метод, Java Script, CodeSandbox.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше реалізовану медичну інформаційну систему (WEB-застосунок) для компонентної обробки біомедичних даних, що дало змогу покращити ефективність медичної діагностики у сфері телемедицини.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблена медична інформаційна система (WEB-застосунок) має практичне застосування у медичних закладах, які забезпеченні доступом до мережі Інтернет.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Медична інформаційна система

Медична інформаційна система (МІС) є комплексним програмним продуктом, спрямованим на автоматизацію основних процесів, пов'язаних з функціонуванням медичних установ загального та спеціалізованого профілю. Застосування автоматизованих медичних інформаційних систем сприяє оперативному впорядкуванню електронного документообігу, гнучкому управлінню взаємодією з пацієнтами, веденню ефективного обліку роботи адміністративного персоналу та контролю організаційних та фінансових аспектів.

У практиці по всьому світу використовується термін HIS (Hospital Information System) - госпітальна інформаційна система, призначена для комплексного управління всіма аспектами медичного обслуговування, включаючи і юридичні питання. До HIS можуть додаватися специфічні модулі, такі як RIS (Radiology Information System) - інформаційна система для радіології, або PACS (Picture Archiving and Communication System) - система для зберігання медичних зображень. Окремими підкатегоріями МІС є лабораторні інформаційні системи (Laboratory Information Management Systems) та аптечні інформаційні системи (AIC), які можуть використовуватися як окремі компоненти в рамках комплексних медичних інформаційних систем.

Медична інформаційна система вирішує ряд завдань у галузі охорони здоров'я. Ці завдання включають інтеграцію та обмін медичних даних між різними платформами, забезпечення безпеки та конфіденційності чутливої медичної інформації, використання аналітики та штучного інтелекту для оптимізації діагностики та лікування, а також розвиток мобільних додатків і технологій телемедицини для надання доступу до медичних послуг в режимі реального часу.

Додатково, система працює над впровадженням стандартів інтероперабельності, обробкою зображень та медичного обладнання, а також

управлінням електронними медичними записами для полегшення управління медичною інформацією. Ці напрямки відображають загальний тренд до цифрової трансформації медичної сфери з метою поліпшення надання медичних послуг.

1.2. Класифікація МІС

Медичні інформаційні системи (МІС) можна класифікувати за різними критеріями. Ось найпоширеніші аспекти класифікації:

- За функціональністю:
 - Госпітальні інформаційні системи: Орієнтовані на потреби лікарень та медичних закладів, включаючи облік пацієнтів, прийом на роботу, облік ліжок, інвентаризацію ліків та інше.
 - Амбулаторні інформаційні системи: Призначені для підтримки роботи амбулаторій, лікарень, клінік і інших медичних закладів, де надають первинну медичну допомогу.
- За обсягом використання:
 - Локальні системи: Розгорнуті в межах конкретного медичного закладу або кількох близько розташованих закладів.
 - Регіональні системи: Покривають кілька медичних закладів у конкретній географічній області або регіоні.
 - Національні системи: Охоплюють всю країну та взаємодіють із загальнонаціональними медичними структурами.
- За завданням:
 - Інформаційно-реєстраційні системи: Збирають і зберігають дані про пацієнтів та медичні процеси.
 - Системи підтримки прийняття рішень: Надають інформацію для допомоги лікарям при прийнятті клінічних рішень.

- Телемедичні системи: Дозволяють здійснювати консультації та обмін інформацією на відстані.
- Системи управління медичними ресурсами: Забезпечують оптимізацію процесів в медичних установах, включаючи управління персоналом, лікарями, обладнанням та іншими ресурсами.
- За типом користувачів:
 - Лікарські системи: Орієнтовані на лікарів та медичний персонал.
 - Пацієнтські портали: Надають пацієнтам доступ до їх медичної інформації та сприяють взаємодії з медичними послугами.
 - Системи адміністрування: Спрямовані на управління медичним закладом та його ресурсами.

1.3. Завдання, які вирішує медична інформаційна система

За допомогою МІС можна вирішити наступні завдання:

-управління даними і оптимізація процесів. Медична інформаційна система дає можливість керувати значними масивами даних результатів діяльності медичної організації та пацієнтів. Вся інформація, яка занесена в МІС, зберігається і доступна в будь-який час і точці входу в систему. Отже, уніфікується підхід до пацієнтів, а медична документація оформляється за одним зразком;

-злиття даних і звітність. Інтеграція даних та звітність є ключовими функціями МІС. Дана система дозволяє створювати електронні структури для лікарень, їх філій та окремих кабінетів, об'єднуючи різні заклади в єдину електронну систему. Більшість МІС володіють гнучкими алгоритмами та інтуїтивно зрозумілими інструментами для формування та обслуговування звітів;

-доступ до інформації. Цей критерій є однією з важливих переваг медичної інформаційної системи. Фактично, утворюючи обширний електронний архів вся інформація в МІС доступна для аналізу та обробки. Система надає можливість

надавати доступ до різних розділів для різних груп користувачів.



Рис.1.1. Задачі МІС

Завдяки медичній інформаційній системі, медичний заклад може:

Завести автоматизовану систему реєстрації, що спрощує та організовує процес запису пацієнтів на прийом у реєстратурі.

Систематизувати та узагальнити інформацію про всіх пацієнтів клініки, медичні послуги та персонал.

Ефективно управляти матеріальними ресурсами закладу, включаючи організацію черг та контроль за рухом медикаментів між відділеннями та на складі.

Оптимізувати діяльність лабораторій та діагностичних кабінетів, автоматизувати передачу результатів досліджень фахівцеві у режимі реального часу.

Забезпечувати збір статистики, легко підготовлювати звіти та аналітику за кілька кліків.

1.4. Основні складові функціоналу МІС

Системи управління медичною інформацією в основному складаються з різних

модулів, що дозволяє їх гнучке конфігурування під потреби різних медичних установ. Вони надають необхідний функціонал та можливість легко додавати чи видаляти окремі компоненти. Структура таких систем включає різні групи компонентів:

1. Аналітичні та управлінські елементи. Це включає модулі управлінського обліку та інструменти аналізу якості та ефективності медичних послуг. Вони дозволяють аналізувати функціонування медичної організації, виявляти можливі проблеми та оптимізувати бізнес-процеси. Користувачам доступний пошук медичних записів за різними критеріями з урахуванням рівня доступу. Результати аналізу можна відображати у вигляді графіків, таблиць або друкувати.

2. Медичні компоненти. Це всі модулі, що стосуються реєстрації пацієнтів, ведення електронних медичних карток, обліку лікарняних листів, ведення протоколів лікування, надання інформаційної підтримки лікування у різних типах установ. Медична статистика та аналітика, історія хвороб та інші аспекти також входять до цієї групи компонентів.

3. Економічні аспекти та фінансові складові. Сюди входять інструменти обліку медикаментів, управління запасами, розрахунок витрат на лікування та тарифів за надання медичних послуг, визначення надбавок для лікарів, інструменти проведення економічного аналізу організаційної діяльності та інші схожі аспекти.

4. Компоненти обміну інформацією. Це включає підтримку уніфікованих реєстрів, каталогів і довідників, а також обмін даними між різними закладами охорони здоров'я та обробку отриманих інформацій.

5. Загальнотехнічні елементи. Контроль доступу користувачів та захист баз даних, а також можливості інтеграції з іншими системами та програмами, входять до складу цього компонента.

Медичні інформаційні системи, представлені на ринку України, можна класифікувати як системи документообігу (Docflow) та системи процесів (Workflow).

Іноді розрізнення між цими двома типами систем може бути викликано певною складністю, проте просто визначити відмінність між ними можна наступним чином:

Якщо об'єктом дій користувача в медичній інформаційній системі є документ (наприклад, історія хвороби, замовлення пацієнта, журнал запису і т.д.), то це типова

система документообігу.

А якщо користувач системи керує лікувальним процесом, ресурсами, статусами процесів і т.д., то така медична інформаційна система вважається процесною.

Результати впровадження залежать від типу інформаційної системи. Системи документообігу сприяють зменшенню обсягу паперової документації, використовуючи їхню наслідуваність, покращенню оформлення документів та забезпеченню типізації і обов'язковості їх створення. З іншого боку, процесні системи спрямовані на оптимізацію використання ресурсів, поліпшення медичного сервісу та підвищення ефективності роботи медичного персоналу.

Існує інша класифікація медичних інформаційних систем, яка пов'язана із сферами, які вони спрямовані організувати:

Electronic Medical Records (EMR): це системи, які забезпечують організацію медичних записів, таких як історії хвороб, амбулаторні карти та медична статистика.

Radiology Information System (RIS): вони дозволяють систематизувати зберігання медичних зображень та забезпечують доступ до них.

Enterprise Resource Planning (ERP): це системи, що спрямовані на організацію управління фінансовими, трудовими та матеріальними ресурсами закладу.

1.5. Процес впровадження медичної інформаційної системи

Процес впровадження медичної інформаційної системи починається з етапу планування, але це не означає, що вибір системи вже визначений. Насправді, першим кроком є визначення потреби в такій системі ще до її вибору, і це відбувається на етапі планування.

На даному етапі необхідно розглянути такі питання:

- З якої причини потрібна медична інформаційна система саме для конкретного закладу?
- Які завдання вона може вирішити у даному закладі?
- Які ресурси доступні для впровадження?

Залежно від специфіки медичних послуг, які планується надавати, МІС може

включати в себе такі модулі:

- Робоче місце лікаря для роботи з деклараціями, електронними медзаписами, електронними направленнями та виписування електронних рецептів.
- Адміністративний модуль для взаємодії з НСЗУ та отримання фінансування з держбюджету.
- Модуль аптечного закладу для роботи з НСЗУ.
- Робоче місце фармацевта.
- Адміністративний модуль постачальника медичних послуг спеціалізованої медичної допомоги.

На етапі планування важливо віддати належну увагу думкам та запитанням працівників медичного закладу, оскільки вони стануть основними користувачами майбутньої системи. Успішність роботи системи буде напряму залежати від того, наскільки вона відповідає їхнім очікуванням.

Наступним кроком є вибір самої системи, взаємодія з розробниками та проведення тестового використання. На цьому етапі розробляють плани впровадження та навчання персоналу.

Слід зазначити, що електронні системи охорони здоров'я постійно розвиваються, і нові функціональні можливості можуть стати обов'язковими відповідно до законодавства. Таким чином, рекомендується передбачити умови для внесення змін у систему в майбутньому.

Особливу увагу слід приділити вибору відповідальної особи за впровадження (представника медичного закладу), якій доручається стати експертом та ініціатором змін у середовищі закладу. Також важливо розглянути, як буде оброблятися існуюча інформація (електронна або паперова) при переході з іншої інформаційної системи або при впровадженні вперше.

На третьому етапі відбувається розгортання платформи, що включає підготовку інфраструктури для навчання персоналу. Тут важливо звернути увагу на проведення тестування інформаційної системи безпосередньо у медичному закладі, а не на тестових серверах розробників. Це дозволяє вчасно виявляти та виправляти недоліки інфраструктури, що часто виявляються під час тестування. Важливо уникнути

ситуації, коли запуск системи запланований на завтра, а в останній момент виявляється, що сервер не відповідає чи не встановлено мережу в конкретний кабінет.

Четвертий етап передбачає розробку алгоритмів процесів, який передує навчанню персоналу. Однак неправильний підхід до навчання полягає в тому, що персонал учать просто натискати «клавіші», тобто працювати з інформаційною системою. Успішніше використання кейсів, які включають розв'язання типових завдань, що вони зустрічатимуть щодня. Такий підхід дозволяє персоналу вивчати систему за конкретними кейсами, наприклад, "Стаціонарне лікування пацієнта від прийому до виписки", розділені за структурними підрозділами закладу.

П'ятий етап - безпосереднє навчання персоналу, який є найскладнішим та нескінченним. Планування графіку навчання в невеликих групах з об'єднаними типовими завданнями є ефективнішим. Перед початком навчання важливо пояснити важливість проекту, тривалість та вказати, до кого звертатися для розв'язання окремих питань.

Шостий етап - "невдалий" старт. Часто після завершення навчання виявляються деякі недоліки навчання чи системи. Тому перший запуск краще провести на тестовому «полігоні», де всі роблять все, "як в реальності", але пацієнти несправжні. Також важливо завершити навчання іспитом для персоналу на знання системи, щоб уникнути неприємних сюрпризів.

Фінальний етап - старт. Краще поділити його на підетапи, залучаючи до роботи з системою все більше користувачів.

Постфінальний етап - доопрацювання. Навіть після впровадження медичної інформаційної системи важливо враховувати потреби закладу охорони здоров'я. Робота по доопрацюванню починається після впровадження, а система зворотного зв'язку між персоналом та розробниками є ключовим елементом.

Обрати ефективну медичну інформаційну систему, яка охоплює ключові операції у роботі медичних закладів, — це важливий вибір. Система повинна пройти відповідність стандартам МОЗ, зокрема у сфері технічного захисту інформації. Лише ті медичні інформаційні системи, що успішно пройшли цей перевірочний процес та отримали позитивні оцінки, можуть бути інтегровані з центральним компонентом

eHealth.

1.6. Переваги використання медичних інформаційних систем

У випадку успішного вибору медичної інформаційної системи, її впровадження буде сприяти покращенню ефективності роботи організації. Однак це буде залежати від конкретного типу МІС, її функціональних можливостей та особливостей конкретного медичного закладу. Оскільки сучасна медицина стала необхідною частиною нашого життя, важливо розуміти, які переваги отримують різні учасники цього процесу внаслідок використання МІС.

Користь для медичних установ.

Користь для медичних установ полягає в освітленні від необхідності робити записи на папері. Замість того, щоб дублювати інформацію та вносити її в інші документи, лікарі та медичний персонал можуть звертатися до історії хвороби, даних лікування, результатів досліджень і т.д. з єдиної бази даних.

Це також призводить до покращення якості обслуговування та зменшення впливу людського фактора. Автоматизований документообіг дозволяє зменшити обсяг ручної роботи, ефективно управляти базою клієнтів на основі актуальної інформації про дослідження та надані послуги. Лікарям спрощується постановка діагнозу, а ризик втрати важливих даних, як у випадку паперових аналізів, зменшується.

Важливим аспектом є також можливість телемедицини, де лікарі можуть консультуватися в режимі реального часу, обговорюючи діагнози, призначення та коригування лікування, а також здійснювати дистанційний моніторинг стану пацієнтів у різних ситуаціях, включаючи екстрені.

Додатково, для поліпшення координації роботи, клінікам допомагає наявність онлайн-реєстратури, загальнолікарняних баз даних пацієнтів та можливість ефективного розподілу їх між різними філіями, враховуючи навантаження та графік фахівців. Приватні центри також можуть оптимізувати ціноутворення, враховуючи

попит на різні медичні послуги.

Користь для пацієнтів

Для пацієнтів це означає, що завдяки МІС вони можуть отримувати доступ до своїх медичних даних, миттєво отримувати результати лабораторних аналізів і взаємодіяти з лікарем. Тепер пацієнти можуть записуватися на прийом, надавати зворотний зв'язок і використовувати інші зручні функції. Це допомагає уникнути можливості фальсифікації та втрати медичних даних, оскільки пацієнти моніторять їх самостійно. Система попереднього онлайн-запису також сприяє уникненню черг у лікарні.

1.7.Огляд сучасних МІС

Medods

Medods (рис.1.2) - це інструмент для організації роботи приватних медичних центрів та стоматологій, а також мережі клінік, створений російськими розробниками. Це програмне забезпечення доступне у локальних та хмарних версіях (Saas) і має всі необхідні модулі. Воно дозволяє записувати пацієнтів на прийом, вести їхні електронні карти, налаштовувати онлайн-запис із веб-сайту, автоматично формувати договори та інші документи, виставляти рахунки, проводити та відстежувати платежі, вести облік запасів, планувати маркетингові акції, використовувати email- та SMS-розсилки, отримувати зведену статистику роботи і багато іншого. Medods є прикладом успішного поєднання елементів CRM-системи з підтримкою розкладу та запису пацієнтів, а також інструментів бізнес-аналітики.

Переваги Medods включають онлайн-запис, робочий стіл керівника, вбудовану інтеграцію з телефонією UIS, можливість інтеграції з іншими телефонією через API (наприклад, з Asterisk), підтримку маркетингових інструментів, інтеграцію з 1С та інші. Технічна та клієнтська підтримка включена у вартість покупки, а інтерфейс є зручним та інтуїтивно зрозумілим.

Проте, є деякі недоліки. Наприклад, відсутність багатофакторної авторизації,

резервного копіювання в декількох місцях, обмежені можливості вбудованої інтеграції та сховище даних. Пробний доступ не надається.

Щодо оплати, є два варіанти: абонентське використання (у хмарі) або одноразове придбання ліцензії. Оплата здійснюється за передплатою.



Рис.1.2. Вітальна сторінка МІС

MedElement

MedElement (рис.1.3) - це медична інформаційна система, розроблена в Казахстані. Вона об'єднує хмарні сервіси та потужну довідкову систему для лікарів, медичних студентів та всіх, кому важливе здоров'я. MedElement призначена для автоматизації роботи клінік, центрів ДРТ, стоматологій, аптек, блоків живлення та приватних медичних практик. Ця система відзначається не лише підтримкою основних модулів, але і функціональною довідковою системою. Вона включає довідники захворювань, медичних термінів, лабораторних показників, лікарських засобів, а також рецензії на світову періодику та інше. Додатковим плюсом є хмарна архітектура, яка дозволяє автоматизувати медичну документацію, формувати звіти, збирати маркетингову інформацію, вести облік фінансів, послуг і т.д.

Щодо переваг, MedElement має зручні веб-сервіси та мобільне застосування для швидкого пошуку лікаря, запису на прийом та комунікації. Також вона використовує технологію прийняття клінічних рішень, спираючись на онлайн-базу інтерактивних медичних довідників.

Щодо недоліків, можна відзначити не дуже зручний інтерфейс, а також можливий недолік в підтримці "всього і відразу", хоча це стосується багатьох програм.

Оплата за підключення до системи MedElement може здійснюватися шляхом абонентської плати за місяць, півроку чи рік (в хмарі), або за одноразову покупку ліцензії, і здійснюється за передплатою.

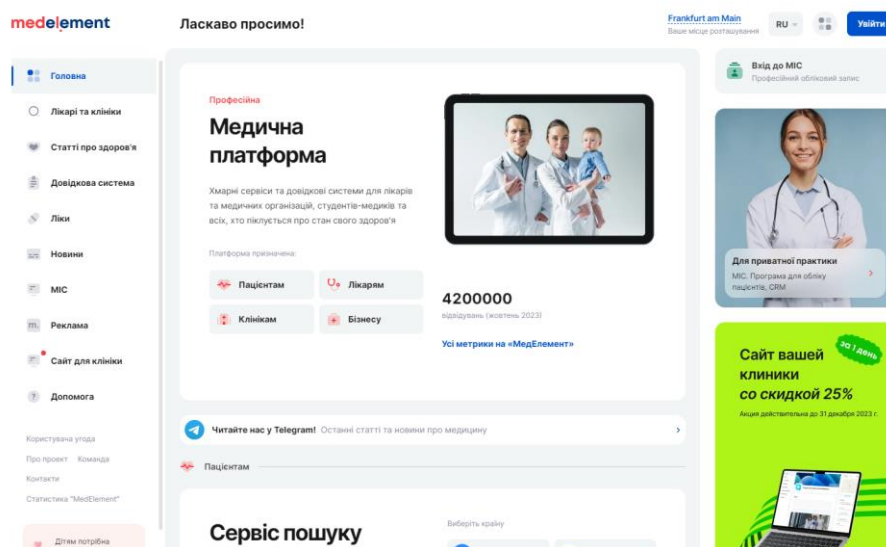


Рис.1.3. Вітальна сторінка МІС MedElement

Clinic365

Clinic365 (рис.1.4) є спеціалізованою CRM-системою, спрямованою на комерційні клініки, і відрізняється від загальних медичних інформаційних систем. Вона може бути впроваджена як у хмарі, так і на локальному сервері. Clinic365 включає основні функції, такі як облік пацієнтів, управління графіками, контроль фінансових відносин з пацієнтами. Для початку роботи в системі та забезпечення функціонування інших процесів необхідно ввести або імпортувати довідкову інформацію, таку як дані про співробітників, графіки роботи, ресурси, каталог послуг, інформація про пацієнтів тощо.

Однією з ключових особливостей Clinic365 є можливість створення гнучкого алгоритму роботи з пацієнтами. Вона також підтримує інтеграцію з телефонією, такими як Телфін та Oktell.

Переваги системи включають інтегровану CRM-систему, опції налаштування роботи з електронними медичними картками, підтримку IP-телефонії та контакт-центру, маркетингові інструменти, а також можливість створення звітів і управління доступом.

Недоліки включають відсутність можливості отримання пробного доступу, відсутність багатофакторної авторизації та відсутність підтримки повідомлень клієнтів.

Щодо оплати, в системі Clinic365 передбачається передплата. Є два типи ліцензій: безстрокові та тимчасові. Вартість безстрокової ліцензії залежить від загальної кількості робочих місць. Установка на сервер клініки є безкоштовною, оплата за ліцензію є одноразовою. Тимчасові ліцензії оплачуються щорічно.

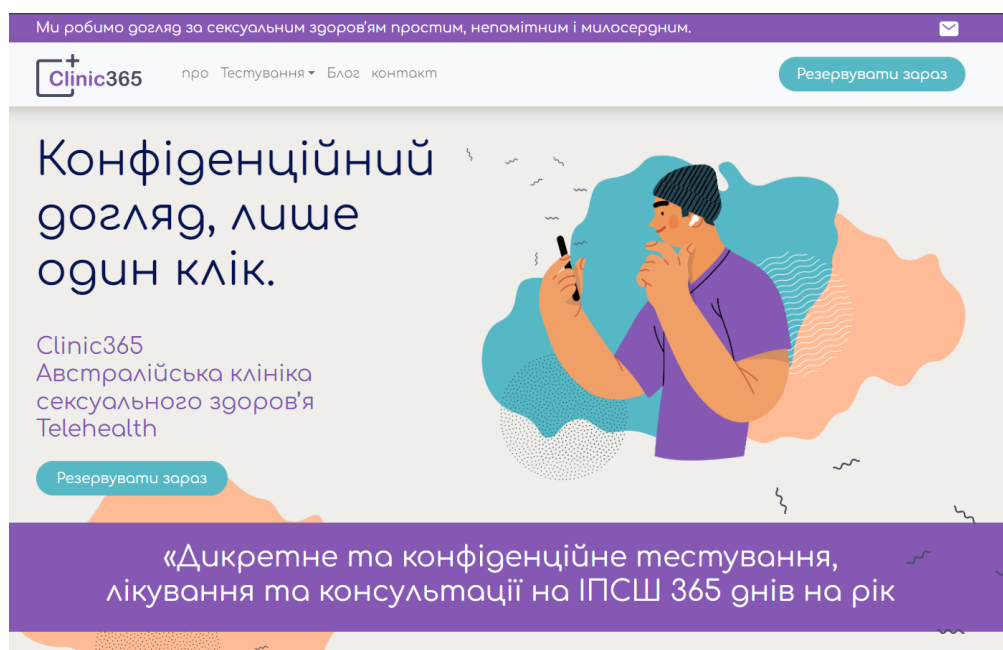


Рис.1.4. Вітальна сторінка МІС Clinic365

Doctor Eleks

Doctor Eleks (рис.1.5) - комплексне рішення, що дозволяє оптимізувати роботу клінік будь-якого розміру і профілю (приватних і державних). Розробник - компанія Eleks (Львів, Україна). Doctor Eleks підтримує електронну медичну карту пацієнта, інструменти редагування шаблонів документів, особистий кабінет лікаря, модуль

реєстратури та роботи зі звітністю, фінансами, персоналом. Підсистема розкладів дозволяє формувати графіки роботи співробітників з урахуванням побажань лікарів і пацієнтів. Лабораторна інформаційна система Doctor Eleks може використовуватися як окремий програмний продукт. Серед додаткових можливостей - повноцінний редактор для обробки відео і зображень, що можна додавати в документи. Гнучка технологія побудови звітів, є можливість проводити аудит медичних документів, підтримується модуль PACS, Web-клієнт і багато іншого.

Плюси. Потужний функціонал, наявність комунікаційного сервера для обміну даними у форматі HL7 із суміжними ІС, зовнішніми лабораторіями, страховими компаніями. Присутній інтеграція з Toshiba УЗД, підтримується імпорт DICOM-зображень, підключення DICOM-сумісного обладнання та багато іншого. Doctor Eleks підключений до системи eHealth, система пройшла перевірку і рекомендована до використання МОЗ України.

Мінуси. Навіть якщо вони є (наприклад, не підтримуються електронні напрямки), то ці недоліки компенсуються іншими можливостями.

Оплата. Ліцензування ПЗ проводиться на основі постійних і тимчасових ліцензій. Послуги з впровадження, інтеграції, техпідтримка по завершенні впровадження оплачуються окремо, як і вартість використання мобільного додатка, веб-послуг і роботи зі страховими компаніями.

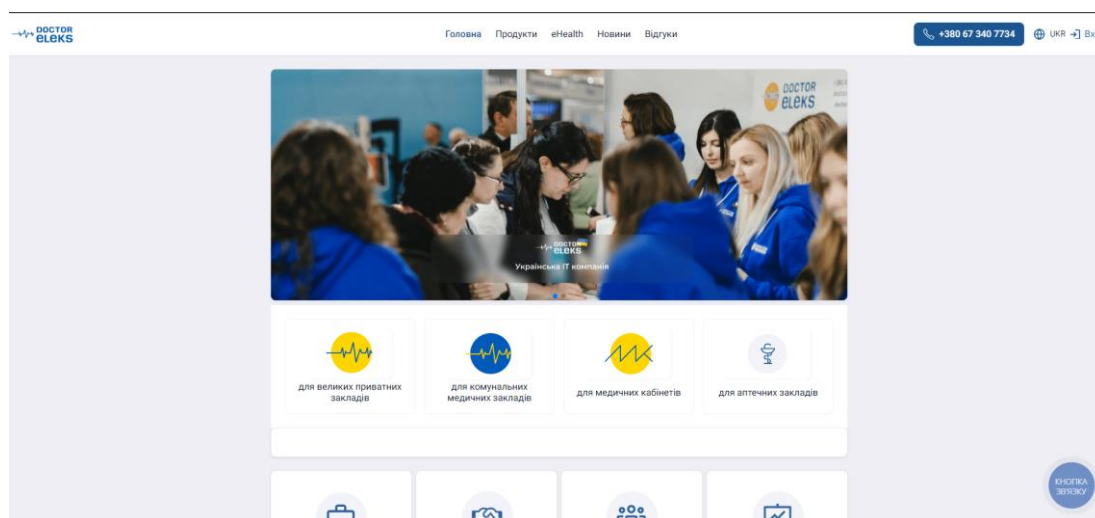


Рис.1.5. Вітальна сторінка МІС Doctor Eleks

Meduchet SQL

Програма Meduchet SQL використовується для управління медичною сферою в клініках, медичних центрах і лабораторіях, і її розробники - українці. Вона складається з базового блоку, який представляє функціональне ядро системи, та ряду додаткових модулів. Однією з ключових особливостей є централізація інформації та процесів навколо пацієнта. Система підтримує електронні медичні картки, історію хвороб, інструменти для обліку та інші функції, такі як організація роботи бригад невідкладної допомоги.

Переваги включають в себе простоту та зрозумілість і підтримку бланків лабораторних досліджень. Також варто відзначити наявність блоку "Комплексна лабораторія", до якої можна підключити основні комплексні аналізатори.

Однак існують певні недоліки, такі як обмеження функціоналу та неідеальний інтерфейс програми.

Щодо оплати, існує можливість придбання безстрокової версії для всієї організації без обмеження кількості робочих місць. Ціна залежить від обраної конфігурації. Також доступний варіант оренди програми.

MC Plus

MC Plus (рис.1.6) — універсальна медична інформаційна система, яка включає в себе електронну медичну карту пацієнта та відповідає стандартам МОЗ України. Вона використовує процесний підхід для автоматизації лікувальних та адміністративних процесів у медичних закладах. За станом на вересень 2020 року MC Plus надає користувачам доступ до широкого спектру послуг, передбачених модулями системи eHealth. Серед них: робота з деклараціями пацієнтів, видача електронних направлень та ведення медичних записів, виписка електронних рецептів «Доступні ліки», реєстрація медичних працівників, укладення капітаційних договорів із НСЗУ, ведення електронних медичних записів (включаючи надходження та виписку зі стаціонарів), діагностичні звіти, електронні медичні заключення та ідентифікація пацієнтів.

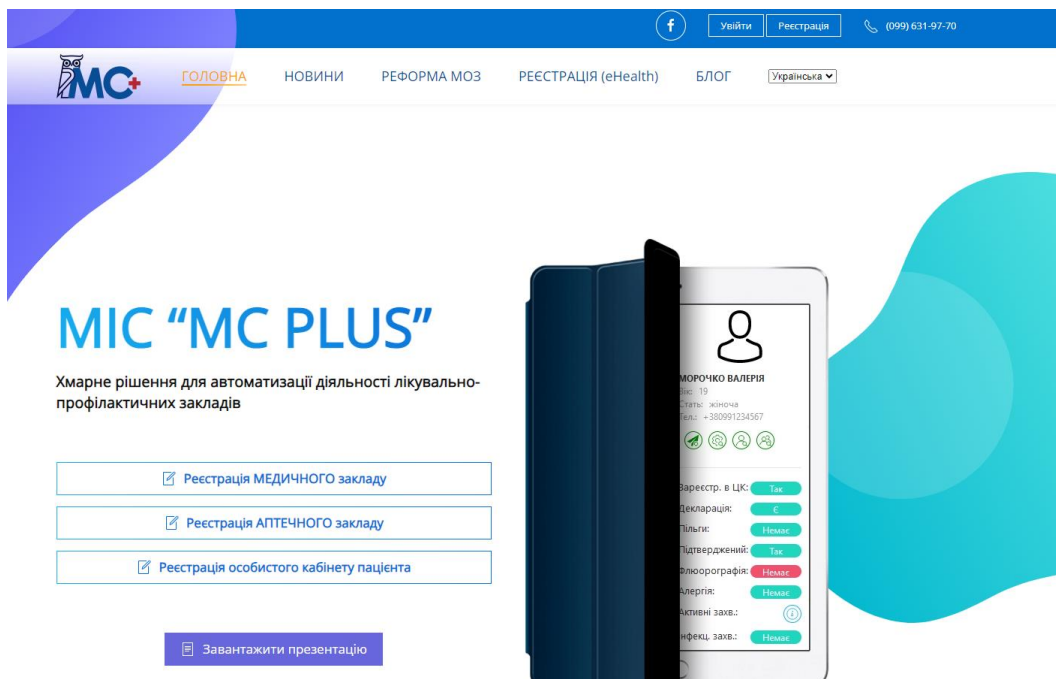


Рис.1.6. Вітальна сторінка MIC MC Plus

EMCiMED

Приватна медична інформаційна система EMCiMED (рис.1.7), розроблена в Україні, спрямована на оптимізацію роботи медичних установ, приватних клінік і лабораторій. Вона інтегрована з системою eHealth України та складається з різних модулів, які можуть бути зібрані у конфігурації, відповідній потребам кожного конкретного закладу.

Основні модулі включають реєстратуру, управління персоналом, управління організацією, поліклініку, стаціонар, лабораторію та управління партнерськими відносинами. Також можна придбати додаткові модулі, такі як облік послуг, управління запасами, архів медичних зображень PACS та інші, як частину пакетів EMCiMED-Поліклініка і EMCiMED-Стаціонар.

Серед переваг системи - можливість вибору модулів згідно з потребами організації, гнучке налаштування та висока функціональність. Система забезпечена захистом за допомогою USB-брелоків та шифрування всієї інформації, підтримує

інтеграцію з іншими продуктами, такими як ІС, та отримала рекомендації від МОЗ України.

Щодо недоліків, якщо вони присутні, вони мало впливають на роботу з програмою.

Оплата за використання системи передбачає ліцензії безстрокового терміну, з одноразовим платежем за весь період використання. Умови ліцензії детально обговорюються з замовником при укладенні договору поставки.

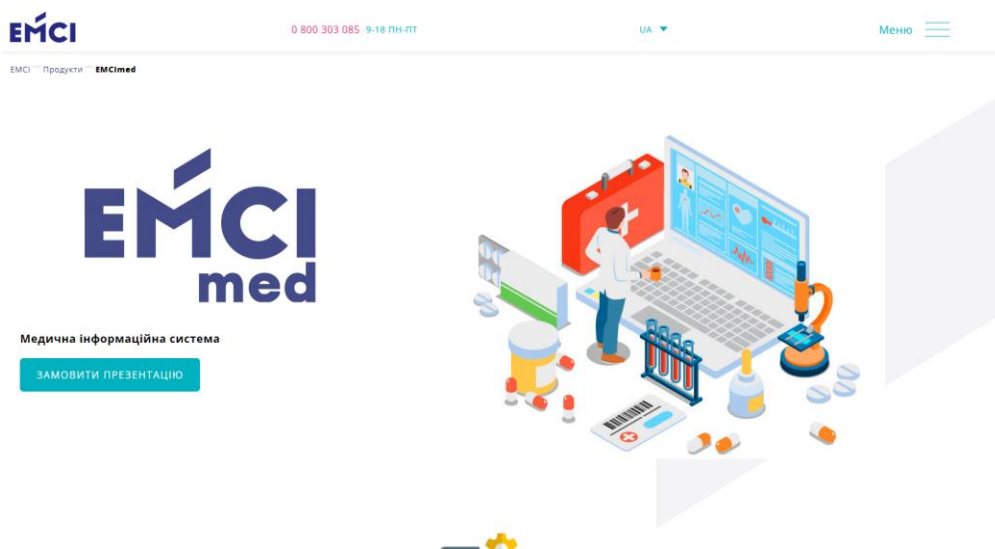


Рис.1.7. Вітальна сторінка МІС EMCiMED

1.8. Розробка МІС. Стандартний і кастомний софт

Розробка Інформаційних Систем включає в себе стандартні та індивідуальні підходи до програмного забезпечення.

Важливо відзначити, що індивідуальна розробка ІС переважно застосовується в комерційних клініках, тоді як більшість медичних закладів використовують готові програмні рішення. Вибір програмного забезпечення залежить від типу закладу та конкретних завдань, які слід оптимізувати через ІС. Перед вибором системи важливо врахувати формат поставки ПЗ та обмеження бюджету.

Для отримання доступу до можливостей ІС можна використовувати три підходи:

- Дешево і сердито: Використання готового програмного рішення з базовим функціоналом, необхідним для вирішення поточних завдань. Важливо вибирати системи, які надають можливість пробного доступу до всіх функцій для оцінки необхідності модулів.

- Раціонально і з урахуванням потреб медзакладу: Інтеграція готового серверного рішення з подальшим налаштуванням під конкретні потреби організації. Цей підхід дозволяє враховувати специфіку дій та рішень користувачів.

- Індивідуально, під нестандартні завдання: Замовлення розробки системи з нуля, що підходить під унікальні потреби організації. Цей варіант може бути ефективним для установ із специфічною специфікою роботи.

Обирайте варіант розробки ІС зважено, враховуючи всі за та проти. В результаті ви отримаєте систему, яка ідеально відповідає вашим потребам. Наш досвід у реалізації нестандартних рішень у сфері автоматизації бізнес-процесів може бути корисним у цьому контексті.

Усі Інформаційні Системи (ІС) доступні у двох форматах: у хмарі (SaaS), коли вони розміщені на віддалених серверах, чи належать до стаціонарних, коли вони встановлюються безпосередньо на сервер компанії. Використання хмарних сервісів спрощує витрати на програми, при цьому підтримка та безпека покладаються на розробників. Основний принцип простий: встановивши, можеш користуватися. Завдяки високому рівню конкуренції і наявності подібних продуктів на ринку, майже всі пропонують зручний інтерфейс, навчання та підтримку, а також тестовий доступ до функціоналу. Однак є мінус: вони не завжди можуть повністю охопити всі аспекти внутрішніх процесів організації.

Встановлення ІС на власному серверному обладнанні має свої переваги, такі як повний контроль над збором і управлінням даними без залучення третіх осіб. Можливість розширювати набір сервісів шляхом придбання додаткових модулів робить систему більш гнучкою і налаштовуваною.

Видно, що вибір між цими варіантами залежить від конкретних потреб і вимог кожної організації.

Скільки обійдеться створення медичної інформаційної системи?

Вартість розробки такої системи залежить від її функціоналу та складності. Зазвичай функціонал МІС побудований навколо автоматизованих робочих місць (АРМ), які можуть відрізнятися за функціональністю: АРМ лікаря, АРМ реєстратора, АРМ лаборанта і т.д. Також передбачається написання специфічного для медичної галузі коду. Розробка різноманітних механізмів, таких як забезпечення цілісності даних, систем безпеки, адміністрування та взаємодії з медичним обладнанням, є відповідальною і складною частиною роботи над МІС. Тому вартість кожного проекту розглядається і обчислюється індивідуально. Ми маємо досвід у розробці складних систем, і готові допомогти вам знайти рішення для автоматизації роботи вашої організації.

З урахуванням великих обсягів медичної інформації, з якими працюють медичні працівники щодня, використання МІС дозволяє суттєво зменшити навантаження на лікарів і персонал, сприяє кращому управлінню, прийняттю рішень, взаємодії з клієнтами та партнерами.

Нагадаємо, що в Україні використання МІС є складовою системи електронної охорони здоров'я eHealth. Приєднання та обмін даними здійснюється виключно за допомогою МІС, які пройшли відповідну перевірку і підключені до системи eHealth.

1.9. Висновки до розділу 1

В розділі було зроблено аналітику існуючих медичних інформаційних систем, також були проаналізовані завдання, які вирішує медична інформаційна система, її основні складові функціоналу, а також переваги використання медичних інформаційних систем. Встановлено, що існуючі медичні системи не дають змогу обробити в реальному часі біомедичні дані/сигнали з урахуванням їх властивостей, зокрема періодичності/випадковості засобами ПКВП.

РОЗДІЛ 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1. Моделювання функціональних можливостей МІС

Медична інформаційна система включає в себе ряд ключових функціональних можливостей, спрямованих на оптимізацію обробки біомедичних даних та полегшення роботи медичного персоналу. Основні функції системи включають:

Електронні медичні карти (ЕМК):

- Зберігання та відображення основних персональних даних пацієнтів, включаючи ім'я, прізвище, дату народження.
- Запис історії медичних візитів, обстежень, та лікувань.

Автоматизована система обстежень:

- Реєстрація та зберігання результатів різноманітних обстежень (аналіз крові, рентгенограми тощо).
- Забезпечення доступу лікарів до обстежень для проведення діагностики та лікування.

Лікарські рецепти та призначення:

- Виписування та зберігання рецептів для пацієнтів.

Адміністративні функції:

- Реєстрація нових пацієнтів та лікарів у системі.

Захист даних та безпека:

- Аутентифікація користувачів (пацієнтів, лікарів) для забезпечення безпеки даних.
- Збереження цілісності та конфіденційності медичної інформації.

На рисунку 2.1 зображена схема функціональних можливостей розроблюваного компоненту МІС для обробки біомедичних сигналів.

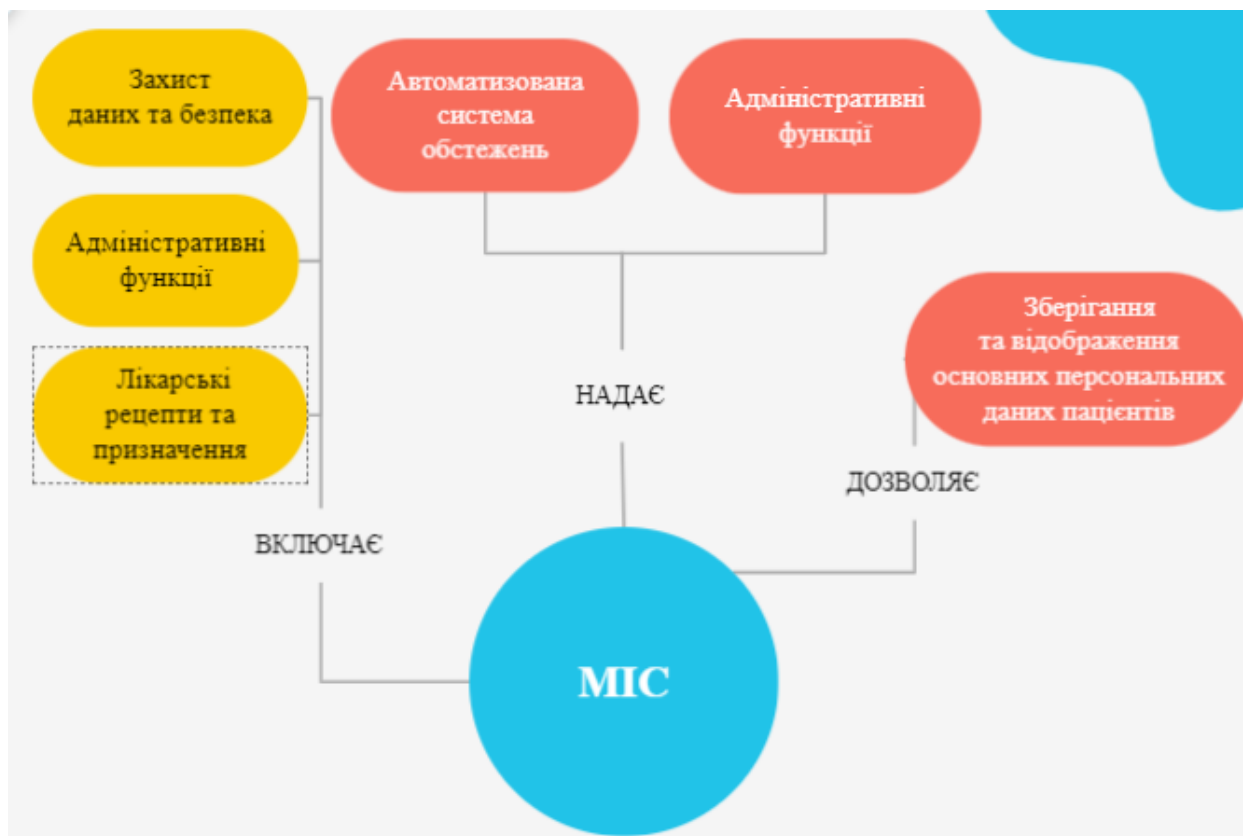


Рис. 2.1. Схема функціональних можливостей розроблюваного компоненту МІС для обробки біомедичних сигналів

2.2. Розробка апаратного забезпечення МІС

Демонстрація роботи медичної інформаційної системи буде проводитися на прикладі реєстрації електроретиносигналу (ЕРС) компонентним методом обробки.

Апаратне забезпечення для МІС, яка обробляє ЕРС, відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності та точності аналізу сигналів. Забезпечення потрібно бути потужним та надійним для високопродуктивної обробки та збереження великих обсягів даних.

Медична інформаційна система, яка використовує компонентний метод для обробки ЕРС, в основному працює так: вона отримує ЕРС, що представляють активність сітківки ока, і використовує метод розкладання сигналу на компоненти.

Цей процес включає в себе розбиття ЕРС на окремі частини або компоненти, які можуть бути аналізовані індивідуально. Кожна компонента представляє собою

певний аспект або характеристику сигналу. Наприклад, це може бути реакція на певний стимул або особливі осциляції в сигналі.

Далі система проводить аналіз кожної компоненти, щоб визначити важливі особливості чи патерни в ЕРС. Це допомагає ідентифікувати можливі аномалії чи зміни в функціонуванні сітківки, що може бути корисно при діагностуванні різних захворювань ока чи нейрологічних порушень.

2.3. Складові апаратного забезпечення:

Система збору даних:

- Електроретинограф: Вимірює електроретиносигнали та передає їх для подальшої обробки.
- Електроди: Використовуються для фіксації сигналів і передачі їх до електроретинографа.

Комп'ютер та сервери:

- Мережевий сервер: Забезпечує зберігання та доступ до бази даних МІС.
- Обчислювальний сервер: Відповідає за обробку ЕРС за допомогою компонентного методу.

Сховище даних:

- База даних: Де зберігаються дані пацієнтів, записи ЕРС та компоненти.
- Хмарне сховище: Може використовуватися для додаткового забезпечення зберігання даних та забезпечення їх доступності.

Монітори та вивідні пристрої:

- Медичні монітори: Для візуалізації сигналів та результатів обробки.
- Принтери: Для друку звітів та результатів аналізів.

Мережеве з'єднання:

- Локальна мережа (LAN): Забезпечує комунікацію між різними компонентами системи.
- Інтернет-з'єднання: Для забезпечення віддаленого доступу та можливості обміну даними.

Передача даних з бази даних:

Зчитування даних:

- Система обирає дані про ЕРС з бази даних, враховуючи параметри пацієнта та інші характеристики записів.

Підготовка до обробки:

- Дані передаються до обчислювального сервера для обробки компонентним методом.

Обробка сигналів:

- Сервер аналізує компоненти ЕРС та визначає їх параметри.

Збереження результатів:

- Отримані результати зберігаються у базі даних для подальшого доступу та використання в медичних документах.

На рис.2.2 зображено місце МІС в загальній схемі діагностування стану пацієнтів.

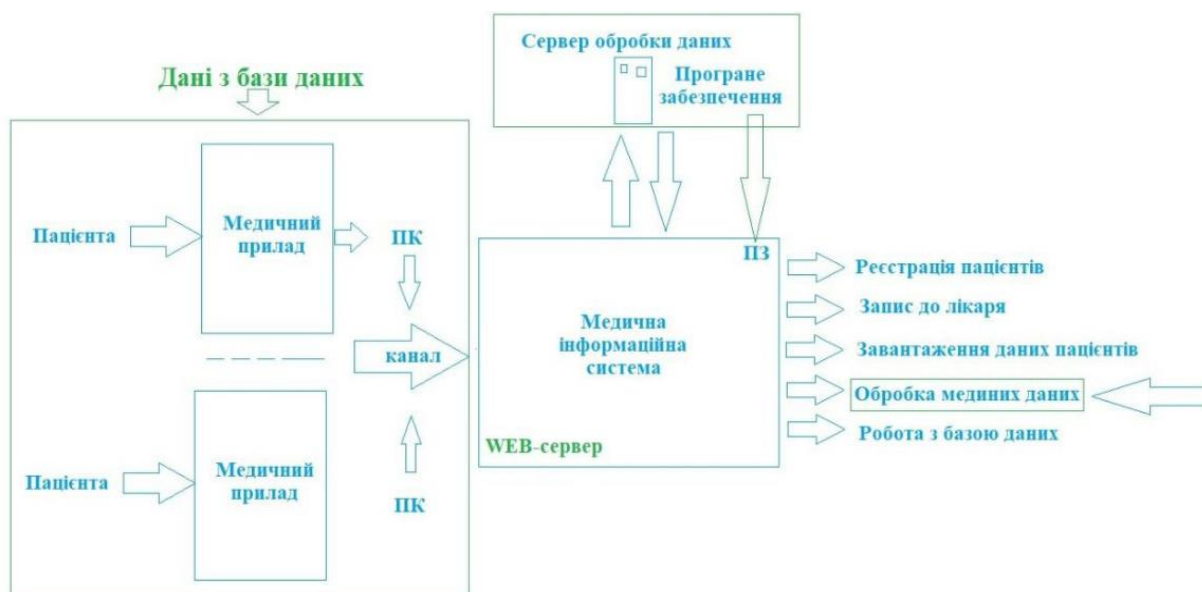


Рис. 2.2. Узагальнена схема діагностування стану людини за біомедичними даними при використанні МІС

2.4. Розробка структурної схеми для МІС

Основні елементи МІС на рис.2.2 включають такі блоки:

- Блок інтерфейсу користувача взаємодіє з користувачами (пацієнтами, лікарями), дозволяючи їм автентифікуватися, реєструватися, переглядати та редагувати інформацію.

- Блок обстеження вирішує схожі завдання з медичними експертними системами, провідний обстеження пацієнтів і надає лікареві можливість приймати рішення.

- Блок захисту конфіденційності та безпеки даних відповідає за автентифікацію користувачів (пацієнтів, лікарів), збереження цілісності та безпеки даних .

- Блок бази даних включає базу даних пацієнтів, яка містить інформацію про них (ім'я, прізвище, по батькові, дата та рік народження, електронна пошта, особистий кабінет з записами), інформацію про обстеження та лікування. Також в цьому блоку є база даних лікарів із зазначенням їх особистих даних та інформацією про обстеження та лікування .

На рис.2.3 зображено структурну схему МІС обробки біомедичних даних/даних для діагностування станів пацієнтів.

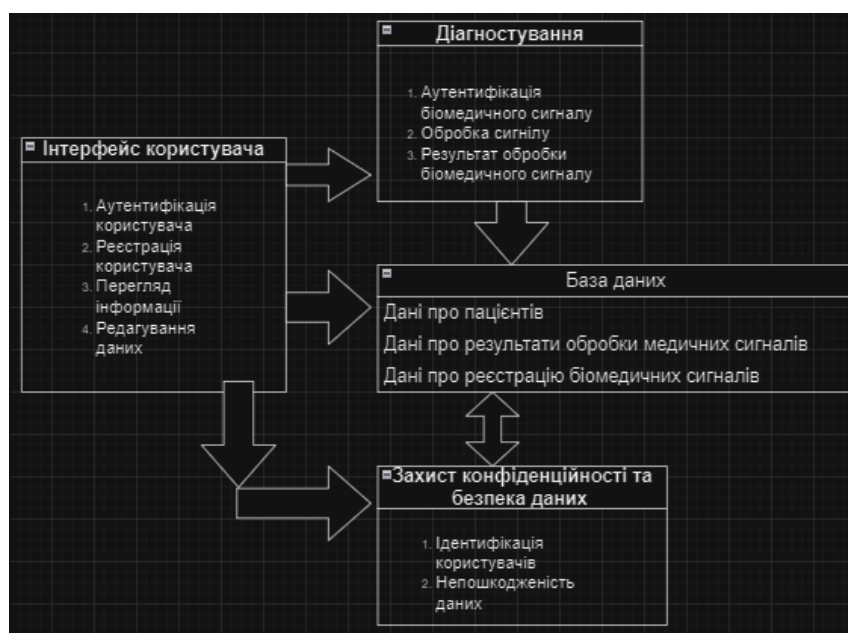


Рис. 2.3. Структурна схема МІС

2.5. Алгоритм роботи МІС

Алгоритм роботи МІС включає такі етапи:

- 1) Отримання сигналу: МІС отримує ЕРС в реальному часі.
- 2) Компонентний розклад: Застосовуються методи розкладання для виділення окремих компонент сигналів.
- 3) Аналіз кожної компоненти: Кожна компонента проходить аналіз, включаючи визначення амплітуди, частоти, фази та інших характеристик.
- 4) Діагностика та моніторинг: На основі параметрів кожної компоненти виробляються діагностичні висновки щодо стану зорової системи.
- 5) Збереження та візуалізація результатів: Результати аналізу зберігаються в базі даних та візуалізуються для лікарів та медичних фахівців.
- 6) Автоматизована звітність: Система генерує звіти, які містять інформацію про аналіз електроретиносигналів та рекомендації для подальшого лікування чи моніторингу.

2.6. Метод обробки МІС

Математичне представлення роботи МІС показано на прикладі компонентного методу обробки ЕРС.

Нехай $X(t)$ представляє ЕРС, де t - час. Сигнал може містити різні компоненти, які характеризуються амплітудою, частотою та фазою. Компонентний розклад: ЕРС розкладається на n компонент ($C_i(t)$) за допомогою методів, таких як хвильове перетворення чи аналіз гармонік: $X(t) = \sum_{i=1}^n C_i(t)$

Параметри компонент: Кожна компонента $C_i(t)$ характеризується амплітудою, частотою, фазою та іншими параметрами.

Компонентний метод обробки ЕРС - це підхід, який передбачає розкладання сигналу на окремі компоненти чи складові для подальшого вивчення їх характеристик і аналізу.

Вираз компонентної обробки наступний:

$$\hat{B}_k(u) = \frac{1}{T} \int_0^T \hat{b}_\xi(t, u) \exp\left(ik \frac{2\pi}{T} t\right) dt. \quad (2.1)$$

де $\hat{b}_\xi(t, u)$ - коваріація ЕРС.

У контексті медичної інформаційної системи (МІС), яка обробляє ЕРС, цей метод може бути використаний для діагностики та моніторингу стану ока.

Компонентний метод включає наступні етапи:

- Отримання електроретиносигналів:

ЕРС отримуються за допомогою спеціалізованого обладнання, такого як електроретинограф. Ці сигнали є електричними сигналами, що виникають від фоточутливих клітин сітківки ока відповідно до світлових подразників.

- Попередня обробка сигналу:

Етап фільтрації та попередньої обробки для видалення шумів та надання сигналу оптимальної форми для подальшого аналізу.

- Компонентний розклад:

Розкладання електроретиносигналу на окремі компоненти (складові). Кожна компонента може відповідати різним аспектам фізіології або патології ока.

- Аналіз кожної компоненти:

Для кожної компоненти проводиться аналіз її параметрів. Це може включати визначення часових характеристик, частотних властивостей та інших параметрів, що відображають фізіологічні аспекти стану ока.

- Діагностика та моніторинг:

На основі результатів аналізу компонент виконується діагностика стану пацієнта та моніторинг змін у часі. Це може використовуватися для виявлення патологій, слідкування за ефективністю лікування, а також для прогнозування можливих ускладнень.

2.7. Створення алгоритмічної реалізації компонентного методу в МІС

На рис. 2.4 наведено алгоритм обробки біомедичних сигналів.

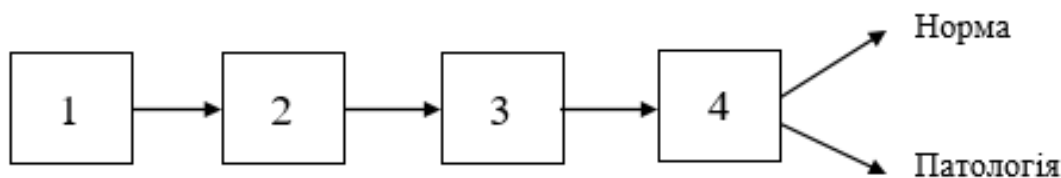


Рис. 2.4. Алгоритм обробки біомедичних сигналів

На даному рисунку 2.4 позначено:

1 - реєстрація біомедичних сигналів та їх попередня обробка

2 - виділення діагностичної інформації

3 - діагностичне розпізнавання

4 - прийняття діагностичного рішення.

Отримання сигналів:

Збір ЕРС за допомогою спеціалізованого обладнання.

Попередня обробка:

Фільтрація та попередня обробка сигналів для покращення якості даних.

Компонентний розклад:

Використання математичних методів для розкладання сигналів на компоненти.

Аналіз компонент:

Детальний аналіз параметрів кожної компоненти, визначення характеристик, які можуть бути пов'язані із станом ока.

Діагностика та моніторинг:

Використання результатів аналізу для діагностики захворювань та моніторингу динаміки стану пацієнта.

2.8. Написання та роз'яснення програмного коду для обробки ЕРС компонентним методом

Алгоритм, за яким працює код (див. додаток А) , може бути роз'яснений наступним чином:

1. Початкові перевірки параметрів:
 - Перевіряється, чи введено правильні параметри, такі як kk (кількість ітерацій), NT (розмір вікна часу), та інші.
2. Ініціалізація змінних:
 - Визначається розмір вхідного масиву N .
 - Створюється двовимірний масив V_k , який використовуватиметься для зберігання результатів.
3. Форматування вхідного масиву:
 - Застосовується функція `formatMasiv`, яка може виконувати додаткові операції форматування масиву (за необхідності).
4. Обчислення централізованого масиву x_c :
 - Викликається функція `centrPKVP`, яка обчислює централізований масив x_c .
5. Обчислення константи I :
 - Обчислюється константа I за допомогою формули: $I = 2 * \pi / (NT * dt)$.
6. Основний цикл по kk ітераціях:
 - Для кожного k від 0 до $kk-1$:
 - Знову ініціалізується x_1 як копія централізованого масиву x_c .
 - Знову викликається внутрішній цикл для кожного u від 0 до $NT-1$.
 - Обчислюється змінна e (експонента).
 - Обчислюється сума, яка представляється як добуток елементів масивів із ваговими коефіцієнтами.
 - Результат записується в відповідний елемент двовимірного масиву V_k .
7. Повернення результату:

- Повертається результат у вигляді двовимірного масиву `Vk`.
8. Підтримуючі функції:
- `shiftArray`: Здійснює циклічний зсув масиву на певну кількість позицій.

2.9. Розробка структури бази даних

МІС, яка використовує компонентний метод для обробки ЕРС, має складну структуру бази даних, яка дозволяє ефективно збирати, зберігати та обробляти медичні дані. База даних складається з різних таблиць, кожна з яких відповідає певному типу інформації.

У таблиці "Пацієнти" зберігається основна інформація про пацієнтів, які пройшли медичне обстеження.

Таблиця 2.1

”Пацієнти”

Пацієнт ID	Ім'я	Прізвище	Дата народження	Стать	Контактна інформація
1	Іван	Іванов	1990-05-15	Чоловіча	Адреса: вул. Центральна, тел. 123456789, email@example.com
2	Марія	Петренко	1985-10-22	Жіноча	Адреса: вул. Західна, тел. 987654321, email@example.com

У таблиці "Медичні Записи" знаходяться дані про дату візиту пацієнта, поставлений діагноз та призначене лікування.

Таблиця 2.2

"Медичні Записи"

Запис ID	Пацієнт ID	Дата візиту	Медичний Діагноз	Лікування
1	1	2023-01-10	Грип	Призначено ліки
2	2	2023-02-15	Головний біль	Відпочинок та анальгін

У таблиці "Біомедичні Сигнали" знаходяться дані про типи та дані біомедичних сигналів.

Таблиця 2.3

"Біомедичні сигнали"

Сигнал ID	Пацієнт ID	Тип Сигналу	Дата Запису	Сигнал Дані
1	1	ЕКГ	2023-01-10	Дані електрокардіограми
2	2	ЕЕГ	2023-02-15	Дані електроенцефалограми

У таблиці "Лікарі" зберігаються дані про ПІП , спеціалізацію та контактну інформацію лікаря.

Таблиця 2.4

"Лікарі"

Лікар ID	Ім'я	Прізвище	Спеціалізація	Контактна інформація
1	Дмитро	Сидоров	Терапевт	Тел. 111222333, email@example.com
2	Ольга	Коваленко	Педіатр	Тел. 444555666, email@example.com

У таблиці "Рецепти" зберігаються дані про медикаменти, які були обрані для пацієнта, а також дату їх призначення та ПІП пацієнта і лікаря.

Таблиця 2.5

"Рецепти"

Рецепт ID	Пацієнт ID	Лікар ID	Дата Виписки	Медикаменти
1	1	1	2023-01-11	Антибіотик, вітаміни
2	1	1	2023-02-16	Знеболюючі

У табл. 2.6 "Відомості про Обстеження" зберігаються дані про тип обстеження, його дату та результати обстеження.

Таблиця 2.6

"Відомості про Обстеження"

Обстеження ID	Пацієнт ID	Тип Обстеження	Дата Обстеження	Результати Обстеження
1	1	Аналіз крові	2023-01-12	Нормальні показники
2	2	Рентген	2023-02-17	Виявлено патології

Взаємозв'язки між таблицями забезпечують цілісність даних та дозволяють ефективно здійснювати запити для обробки та аналізу інформації.

Взаємозв'язок між таблицями "Пацієнти" та "Медичні Записи":

- Кожен пацієнт (з таблиці "Пацієнти") може мати багато медичних записів (візитів).
- Взаємозв'язок: ПацієнтID (таблиця "Медичні Записи") - зовнішній ключ до ПацієнтID (таблиця "Пацієнти").

Взаємозв'язок між таблицями "Пацієнти" та "Біомедичні Сигнали":

- Кожен пацієнт може мати багато біомедичних сигналів (різних типів).
- Взаємозв'язок: ПацієнтID (таблиця "Біомедичні Сигнали") - зовнішній ключ до ПацієнтID (таблиця "Пацієнти").

Взаємозв'язок між таблицями "Медичні Записи" та "Лікарі":

- Кожен медичний запис має лікаря, який його виписав.
- Взаємозв'язок: ЛікарID (таблиця "Медичні Записи") - зовнішній ключ до ЛікарID (таблиця "Лікарі").

Взаємозв'язок між таблицями "Рецепти" та "Лікарі":

- Кожен рецепт виписується конкретним лікарем.
- Взаємозв'язок: ЛікарID (таблиця "Рецепти") - зовнішній ключ до ЛікарID (таблиця "Лікарі").

Взаємозв'язок між таблицями "Рецепти" та "Пацієнти":

- Кожен рецепт призначається конкретному пацієнту.
- Взаємозв'язок: ПацієнтID (таблиця "Рецепти") - зовнішній ключ до ПацієнтID (таблиця "Пацієнти").

Взаємозв'язок між таблицями "Відомості про Обстеження" та "Пацієнти":

- Кожне обстеження пов'язане з конкретним пацієнтом.
- Взаємозв'язок: ПацієнтID (таблиця "Відомості про Обстеження") - зовнішній ключ до ПацієнтID (таблиця "Пацієнти").

Це дозволяє легко отримувати дані про пацієнтів, та їх результати аналізу для подальшого використання у діагностиці та моніторингу стану здоро'я.

Побудована діаграма ER відображає взаємозв'язки між різними компонентами в створеній медичній системі, як показано на рис. 2.5

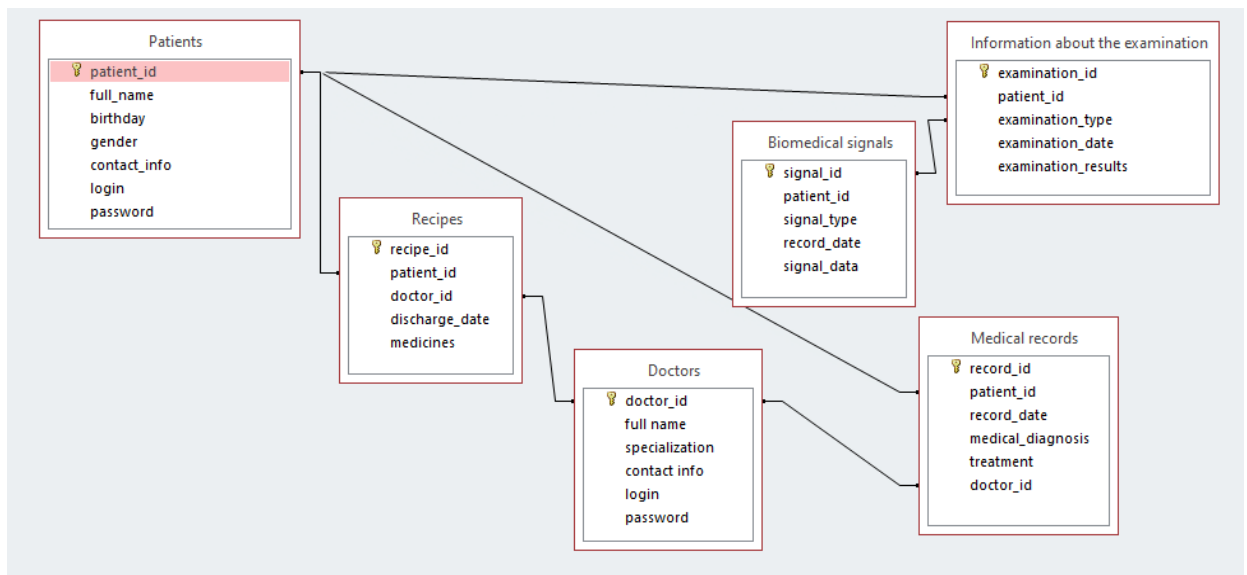


Рис. 2.5. Розроблена ER–діаграма

В даній діаграмі представлені такі таблиці:

- patient – фіксування інформації про пацієнтів ;
- recipes – фіксування інформації про надання пацієнтам необхідних медикаментів та інших засобів лікування.
- doctor – фіксування інформації про лікарів ;
- biomedical signals - фіксування інформації про відібрані біомедичні сигнали;
- medical records - фіксування інформації про медичні записи;
- information about the examination - фіксування інформації про дані щодо обстеження і його результати.

2.10. Алгоритм взаємодії клієнт/МІС

Алгоритм взаємодії клієнта з розробленою медичною інформаційною системою для обробки електроретиносигналів компонентним методом включає в себе кілька основних етапів, спрямованих на ефективний обмін та обробку медичної інформації.

Реєстрація та Аутентифікація

1. Реєстрація Клієнта:

- Клієнт проходить процес реєстрації в системі, де вказує особисті дані та отримує унікальний ідентифікатор користувача.

2. Аутентифікація:

- При кожній подальшій взаємодії клієнт вводить свої облікові дані (логін та пароль) для аутентифікації в системі.

Запитання та Отримання Електроретиносигналів

3. Постановка Запитань:

- Клієнт може створювати запитання, наприклад, щодо проведених досліджень, результатах аналізів, або запитувати про стан свого здоров'я.

4. Отримання Електроретиносигналів:

- Система відповідає на запитання, надаючи клієнту доступ до його електроретиносигналів та пов'язаної інформації.

Аналіз та Відображення Результатів

5. Вибір Компонент для Аналізу:

- Клієнт може обирати конкретні компоненти електроретиносигналу для подальшого аналізу.

6. Запуск Компонентного Аналізу:

- Система використовує компонентний метод для аналізу обраних компонентів ЕРС .

7. Подання Результатів:

- Результати аналізу, параметри компонент та візуалізація можуть бути відображені клієнту через інтерфейс системи.

Заходи Збереження та Керування Даними

8. Збереження Результатів:

- Результати аналізу, вибрані компоненти та інші дані зберігаються в базі даних для подальшого доступу та використання.

9. Керування Доступом:

- Система забезпечує заходи безпеки для обмеження доступу до конфіденційних медичних даних та забезпечення конфіденційності.

Завершення Сеансу

10. Вихід з Системи:

- Клієнт має можливість завершити сеанс, вийшовши з системи, що дозволяє зберегти конфіденційність його медичної інформації.

Цей алгоритм взаємодії дозволяє клієнтам ефективно взаємодіяти з Медичною Інформаційною Системою для отримання та аналізу ЕРС за допомогою компонентного методу.

2.11.Висновки до розділу 2

У розділі були змодельовані функціональні можливості МІС, розроблено апаратне забезпечення медичної системи, а також створено структуру та опис бази даних та алгоритм взаємодії клієнт/МІС.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1. Розробка програмного забезпечення медичної інформаційної системи

Програмне забезпечення медичної інформаційної системи обробки біомедичних сигналів було розроблене з використанням різних інструментів та технологій. Нижче наведений приклад програмного забезпечення для інформаційної системи обробки біомедичних сигналів на основі Open Server Panel та Notepad++:

Програмне забезпечення МІС для обробки біомедичних сигналів:

1. Open Server Panel:

Опис:

- Open Server Panel використовується для створення власного портативного сервера для розробки сайтів та забезпечення серверної частини МІС.

Можливості:

- Вибір HTTP, СУБД, і PHP, модулів в будь-якому поєднанні.
- Підтримка SSL і кирилических доменів.
- Створення локальних піддоменів без втрати видимості основного домену.
- Багатомовний інтерфейс (Російська, Українська, Білоруська, Англійська).

2. Notepad++:

Опис:

- Notepad++ є текстовим редактором, спрямованим на редагування кодів та файлів різних мов програмування.

Можливості:

- WYSIWYG (візуальне редагування без кодів).
- Автоматичне завершення слів та пошук/заміна для регулярних виразів.
- Швидке переміщення фрагментів коду простим виділенням і перетягуванням.
- Підтримка великої кількості мов програмування.
- Контроль стану файлу та інші розширені функції.

Це програмне забезпечення дозволяє створювати та обробляти дані біомедичних

сигналів в ефективний спосіб, забезпечуючи зручний інтерфейс для розробників та користувачів МІС. Такий підхід полегшить взаємодію з системою та роботу з біомедичними даними.

3.2. Створення блок-схеми алгоритму роботи МІС

На рис.3.2 відображено блок-схему алгоритму роботи МІС.

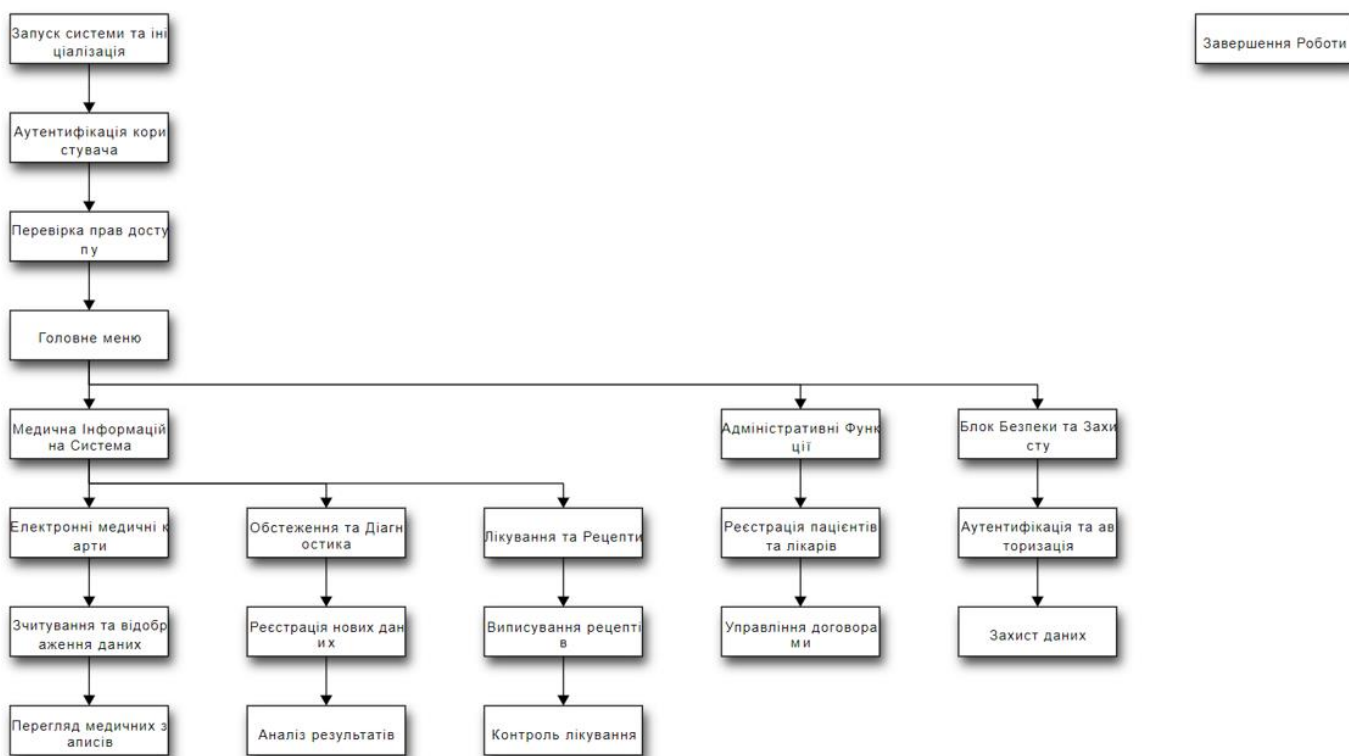


Рис. 3.1. Блок-схема алгоритму роботи МІС

Початок:

- Запуск системи та ініціалізація необхідних параметрів.

Аутентифікація користувача:

- Введення логіну та пароля для ідентифікації користувача.
- Перевірка прав доступу.

Головне меню:

- Відображення основного меню з доступними функціями.

Медична Інформаційна Система:

- Вибір функції "Електронні медичні карти".
- Зчитування та відображення основних даних пацієнтів.

- Можливість перегляду історії медичних записів.
- Вибір функції "Обстеження та Діагностика".
- Реєстрація та обробка нових даних обробки біомедичних сигналів та зберігання результатів.

- Аналіз результатів обстежень для визначення діагнозу.
- Вибір функції "Лікування та Рецепти".
- Виписування рецептів та призначень.
- Контроль лікування та взаємодія із системою "Доступні ліки".

Адміністративні Функції:

- Реєстрація нових пацієнтів та лікарів.
- Управління капітаційними договорами та інші адміністративні завдання.

Блок Безпеки та Захисту:

- Забезпечення аутентифікації та авторизації.
- Захист конфіденційності, цілісності та доступу до даних.

Завершення Роботи:

- Збереження внесених змін та закриття системи.

3.3. Розробка інтерфейсу та демонстрація роботи сайту МІС

Було розроблено інтерфейс для вітальної сторінки сайту МІС „Dolynick” (рис. 3.2).

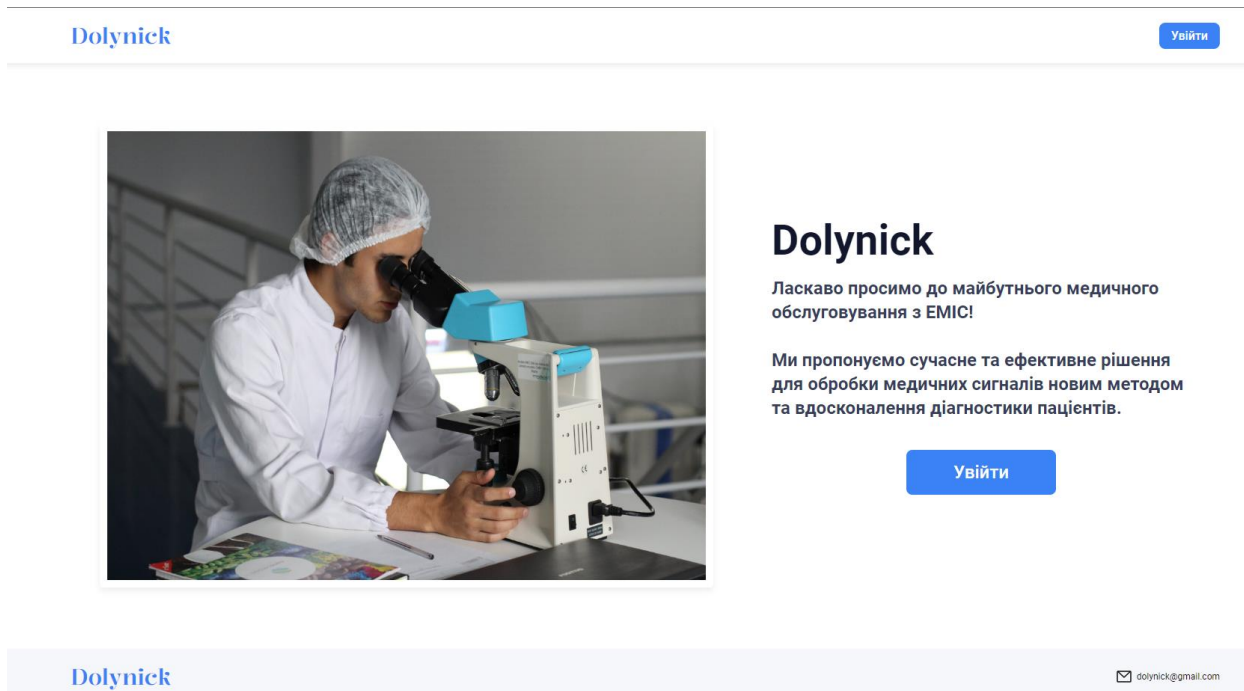


Рис. 3.2. Скрін вітальної сторінки сайту МІС

На рис. 3.3. зображено головне меню ІС в якому користувач зможе авторизуватися та зайти на свою сторінку під своїм логіном та паролем.

Рис. 3.3. Скрін сторінки МІС для авторизації користувача

У пацієнта буде особистий кабінет, де він зможе переглядати власну інформацію та при необхідності вносити зміни до своїх особистих даних. Крім того, буде доступ до записів, які лікарі вносять під час медичного огляду, а також список кнікін де можна буде пройти медичний огляд.

Відкривши вкладку „Діагностика” (рис. 3.4), можна обрати потрібний напрямок

діагностики. На прикладі електроретинограми , продемонстрована обробка медичних даних, а також виведений її результат.

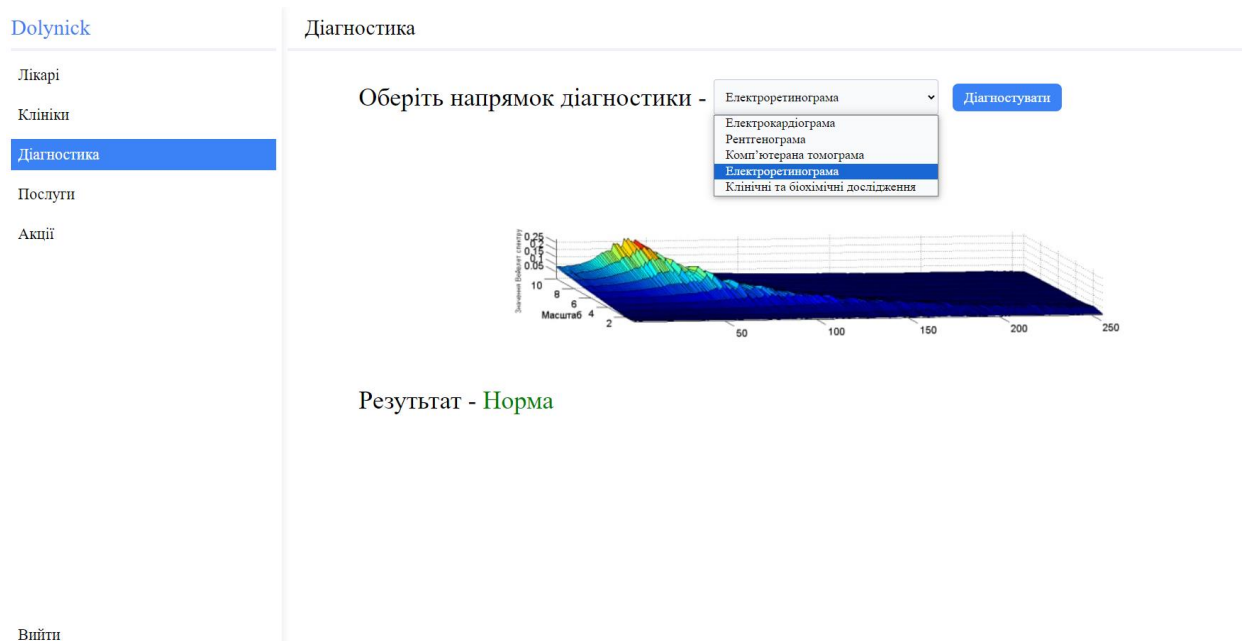


Рис. 3.4. скрін роботи сайту

3.4.Висновки до розділу 3

За допомогою програмного забезпечення Matlab, JS, HTML і CSS розроблено програмне забезпечення для медичної інформаційної системи обробки біомедичних даних із інтерфейсом користувача як складової частини МІС, яке забезпечує автоматизовану обробку біомедичних сигналів із використанням різних методів обробки для виявлення своєчасних змін у порушеннях роботи організму людини.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Спеціальне навчання та інструктажі працівників із питань охорони праці є одним із основних принципів державної політики в галузі охорони праці і складовою системи управління охороною праці. Вони проводяться з працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Згідно з Типовим положенням про навчання з питань охорони праці усі працівники при прийнятті на роботу і періодично в процесі роботи проходять на підприємстві навчання у формі інструктажів із питань охорони праці, вивчають правила надання першої долікарської допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правила поведінки при виникненні аварій.

Працівники, що виконують роботи підвищеної небезпеки (згідно з переліком таких робіт, що затверджується наказом Держпромгірнагляду), а також де є необхідність у професійному відборі, при прийнятті на роботу проходять попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці та періодичне навчання і перевірку знань в термін, встановлений відповідними галузевими нормативними актами, але не рідше одного разу на рік.

На промислових підприємствах України для працівників, що виконують роботи з обслуговування обладнання підвищеної небезпеки, обов'язкове курсове навчання з охорони праці (з обов'язковим іспитом), що проходить безпосередньо на виробництві за затвердженими роботодавцем і погодженими з органами Держпромгірнагляду програмами. Це роботи по обслуговуванню парових та водонагрівальних котлів, виробничих печей та інших теплових установок, устаткування, що працює під тиском, компресорів, холодильних установок, газового обладнання, електричного устаткування, підйомників, підйимальних механізмів, тракторних лопат, буртоукладачів, буртоукривальних машин, автотранспорту, електрокарів, тракторів та іншого внутрішнього заводського механізованого транспорту,

газоелектрозварювального обладнання, апаратів дифузії, центрифуг, кислотних та лужних установок, безтарного зберігання сировини, миття харчової сировини, такелажних, монтажних, ремонтних, навантажувально-розвантажувальних та інших робіт. Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань на підприємстві покладається на роботодавця, а в структурних підрозділах - на керівників цих підрозділів. Контролює виконання цих завдань відділ охорони праці.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання та перевірку знань, забороняється.

Усі посадові особи, відповідно до переліку посад до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Навчання посадових осіб (керівників підприємств і установ та їх заступників тощо), що безпосередньо відповідають за організацію охорони праці на підприємстві чи установі (перелік посадових осіб наведено в додатку до Типового положення про навчання з питань охорони праці), проводиться в навчальних закладах, які мають дозвіл Державного Комітету України по нагляду за охороною праці на проведення такого навчання.

На підприємствах навчання з питань охорони праці організовує відділ охорони праці підприємства, залучаючи до цього працівників відділу охорони праці та спеціалістів, що пройшли навчання і перевірку знань у навчальних закладах або в установах Держпромгірнагляду. Для перевірки знань посадових осіб і спеціалістів наказом по підприємству створюється комісія, очолювана керівником підприємства. До комісії входять керівники (їх заступники) служби охорони праці, виробничо-технічних служб, представники місцевих органів державного нагляду за охороною праці, а також представники профспілкового комітету (комітетів).

Посадові особи та спеціалісти невеликих підприємств, де неможливо провести навчання та утворити комісію по перевірці знань, проходять навчання у відповідних місцевих навчальних закладах або на близьких за їх профілем виробництва підприємствах, а перевірку знань - в комісіях при місцевих органах Держпромгірнагляду.

Працівники, що не пройшли навчання і перевірку знань або при повторній перевірці показали незадовільні знання з питань охорони праці, звільняються з посади, а їх працевлаштування вирішується згідно з чинним законодавством.

Позачергова перевірка знань посадових осіб і спеціалістів проводиться в разі введення в дію або перегляду нормативних актів із питань охорони праці; введення в дію нового устаткування або нових технологічних процесів; при переведенні працівника на іншу роботу, що потребує додаткових знань із питань охорони праці; за вимогою працівника органу державного нагляду за охороною праці, в разі незнання актів про охорону праці.

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Практика показує, що в усіх областях застосування електричної енергії на виробничих підприємствах з виготовлення медичних приладів мають місце випадки ураження людини електричним струмом. З метою забезпечення електробезпеки всі виробничі приміщення підрозділяють за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом на три класи:

Приміщення без підвищеної небезпеки – це сухі приміщення з відносною вологістю не більше 75 % і температурою повітря в межах + 5...+ 250 С, з неструмопровідними підлогами (дерев'яними, пластмасовими), з повітряним середовищем без струмопровідного пилу.

Приміщення з підвищеною небезпекою – це приміщення, що характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

- вологість з постійною відносною вологістю повітря більше 75 %;
- струмопровідний пил;
- струмопровідні підлоги (земляні, металеві, залізобетонні, цегельні);
- висока температура повітря (вище 35 0С);
- можливість одночасного дотику людини до металевих конструкцій будинків,

технологічних апаратів, механізмів і до металевих корпусів електроустаткування.

Приміщення особливо небезпечні – це приміщення, в яких наявною є одна з наступних ознак:

- відносна вологість повітря постійно близька до 100 %, внаслідок чого стіни, стеля таких приміщень покриті конденсатом вологи;
- приміщення з постійною наявністю їдких газів чи пари відносно матеріалу ізоляції струмоведучих частин;
- приміщення, для яких характерні дві чи більше ознак, що відносяться до класу приміщень з підвищеною небезпекою, наприклад, приміщення з струмопровідним пилом і сирію струмопровідною підлогою.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-85 пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у разі її виникнення запобігається вплив на людей шкідливих і небезпечних факторів пожежі та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Відповідно до ПУЕ вибір і установку електроустаткування виконують з урахуванням класифікації вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон. Згідно з цією класифікацією вибухонебезпечні зони позначаються буквою В, а пожежонебезпечні – буквою П.

Зона класу В-1. До неї відносяться приміщення, в яких можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші пару і газів з повітрям при нормальних умовах роботи (наприклад приміщення, в яких виконується злив легкозаймистих рідин у відкриті посудини).

Зона класу В-Іа. У цю зону входять приміщення, в яких вибухонебезпечні суміші не утворюються при нормальних умовах експлуатації устаткування, але можуть виникати при аваріях або несправностях обладнання.

Зона класу В-Іб. До цього класу відносять:

– приміщення, в яких можуть утримуватися горючі пари й гази з високою нижньою межею загорання (15 % і більше), що мають різкий запах (наприклад, приміщення аміачних компресорів);

– приміщення, в яких можливе утворення тільки локальних вибухових сумішей в об'ємі менше 5 % від об'єму приміщення.

Зона класу В-Іг. У цю зону входять зовнішні установки, в яких знаходяться вибухонебезпечні гази, пари й легкозаймисті рідини (наприклад, газгольдери, зливно-наливні естакади і т. п.).

Зона класу В-ІІ. До неї відносять приміщення, в яких виконується обробка горючих пилу чи волокон, здатних утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям при нормальних режимах роботи (наприклад, відкрите завантаження і вивантаження мілкодисперсних горючих матеріалів).

Зона класу В-ІІа. У цю зону входять приміщення, в яких вибухонебезпечні пилеповітряні суміші можуть утворюватися тільки в результаті аварій і несправностей обладнання (наприклад, розгерметизація пневмотранспортного устаткування із застосуванням азоту, сепараційні установки з механічним завантаженням і т. п.)

Приміщення й установки, в яких зберігаються горючі рідини чи горючий пил, нижня концентраційна межа яких вище 65 г/м^3 , відносять до пожежонебезпечних і класифікують так.

Зона класу ІІ-І. До неї відносять приміщення, в яких зберігаються горючі рідини (наприклад, мінеральне масло).

Зона класу ІІ-ІІ. У цю зону входять приміщення, в яких знаходиться горючий пил з нижньою концентраційною межею вище 65 г/м^3 .

Зона класу ІІ-ІІа. До неї відносять приміщення, в яких знаходяться тверді горючі речовини, не здатні переходити в суспендований стан.

Установки класу ІІ-ІІІ. До них відносять зовнішні установки, в яких знаходяться горючі рідини з температурою спалаху вище $61 \text{ }^\circ\text{C}$ або тверді горючі речовини.

4.3. Висновки до розділу 4

У підрозділі з охорони праці проаналізовано питання спеціального навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників як виконують роботи з підвищеної небезпеки.

У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано характеристики виробничих приміщень при виготовленні медичних виробів щодо небезпеки ураження струмом, вогнем, вибухом.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено медичну інформаційну систему для обробки біомедичних даних на платформі WEB-застосунку.

Робота включала в себе аналіз сучасних технологій веб-розробки, визначення ключових етапів обробки біомедичних сигналів, розробку апаратного та програмного забезпечення системи, а також демонстрацію її роботи.

Однією з ключових задач було створення зручного інтерфейсу для користувачів, що дозволяє здійснювати ефективний збір, обробку та аналіз біомедичних даних в онлайн-режимі. Застосовані технології веб-розробки дозволили створити інтуїтивно зрозумілий та функціональний інтерфейс, що полегшує взаємодію з системою для різних категорій користувачів, включаючи пацієнтів та лікарів.

Результати роботи системи були успішно продемонстровані, підтверджуючи ефективність обраного підходу та функціональність розробленої медичної інформаційної системи. Впровадження цієї системи може сприяти покращенню процесів збору та аналізу біомедичних даних, що, в свою чергу, покликане поліпшити якість медичної діагностики та лікування пацієнтів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Драган Я. Енергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів / Я. Драган. – Львів, Центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем, 1997. –XVI+333с.

2. Методичні рекомендації до виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» / уклад.: Хвостівський М.О., Яворська Є.Б. Тернопіль: ТНТУ, 2023. 57 с.

3. Стойка О. Концепція розробки комп'ютерних експертних медичних систем із штучним інтелектом / Стойка О., Крещук С., Хвостівський В. // Матеріали III Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 23-24 квітня 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — С. 127–128. — (Біомедична інженерія).

4. Мельник, К. В. (2017). Моделювання процесу інтелектуальної обробки медичних даних. Системи обробки інформації, (4), 237-244. 10. Олексієнко, М. М. (2012).

5. Анісімов А. В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. /Анісімов А. В. Кулябко П.П. – Київ. – 2017. – 110 с.

6. Obotu, Akor Solomon; A., Uganneya Slolomon Ph.D; and Ogezi, Ikese Christopher, «Evaluation study of digital record management system in the hospitals in Minna metropolis. (A case study of general hospital Minna, Niger state, Nigeria). » (2018). – 34 с.

7. HTML Конструювання: веб-сайт. URL: <http://htmlbook.in.ua/> (дата звернення 15.09.2023).

8. Проблеми та перспективи впровадження інформаційних технологій в медичну практику. Управління розвитком складних систем, (12), 133-136.

9. Адміністратор Центральної бази даних. URL: <https://ehealth.gov.ua> (дата

звернення: 17.09.2023).

10. Медична інформаційна система: впроваджуємо у вашому медичному закладі [Електронний ресурс] / Medplatforma. – 2017. – URL:<https://medplatforma.com.ua/article/544-qqq-17-m4-10-04-2017--medichn-nformatsyn-sistemi-vprovadjumo-u-vashomu-medichnomu-zaklad>(дата звернення: 19.09.2023).

11. Медичні інформаційні системи: переваги та можливості [Електронний ресурс] / Evergreens. – URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/medical-information-systems.html>(дата звернення: 22.09.2023).

12. Структура медичної інформаційної системи [Електронний ресурс] / MedCenterCRM. – Блог. – URL: <https://medcentercrm.com/blog/business/struktura-mediczinskoj-informaczionnoj-sistemy/>(дата звернення: 28.09.2023).

13. Smith, A., Johnson, B. (2018). "Web Development Technologies: Past, Present, and Future." *Journal of Web Development*, 16(3), 112-128.

14. Brown, C., Davis, M. (2020). "Biomedical Signal Processing: Principles and Practice." Wiley.

15. Wang, L., Wang, D. (2019). "Introduction to Web Development Technologies." *International Journal of Web Technology Research*, 6(2), 45-62.

16. Doe, J., Roe, M. (2017). "Advances in Biomedical Signal Processing Algorithms." *Biomedical Engineering Journal*, 22(4), 301-318.

17. WebMD. (2021). "Electroretinography (ERG) Test." URL:<https://www.webmd.com/eye-health/electroretinography-erg>(дата звернення: 10.10.2023).

18. Microsoft Docs. (2022). "ASP.NET Core Overview." URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/>(дата звернення: 12.10.2023).

19. MySQL Documentation. (2022). "MySQL Database." URL: <https://dev.mysql.com/doc/>

20. W3Schools. (2022). "HTML Tutorial." URL: <https://www.w3schools.com/html/>(дата звернення: 12.10.2023).

21. Хвостівська Л.В., Осухівська Г.М., Хвостівський М.О., Шадріна Г.М.,

Дедів, І. Ю. Розвиток методів та алгоритмів обчислення періоду стохастичних біомедичних сигналів для медичних комп'ютерно-діагностичних систем. Вісник НТУУ "КПІ". Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування. 2019. Вип. 79. С. 78-84. doi: 10.20535/RADAP.2019.79.78-84. ISSN 2310-0389 (e-ISSN 2310-0397).

22. Khvostivskyu M., Osukhivska H., Khvostivska L., Lobur T., Velychko D., Lupenko S., Novorushchenko T. Mathematical modelling of daily computer network traffic. The 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021. CEUR Workshop Proceedings. Ternopil, Ukraine, November 16-18, 2021. Vol. 3039. P.107-111. ISSN 1613-0073.

23. Khvostivska L., Khvostivskyu M., Dunets V., Dediv I. Mathematical and Algorithmic Support of Detection Useful Radiosignals in Telecommunication Networks. Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2022). Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2022. P.314-318. ISSN 1613-0073.

24. Khvostivska L., Khvostivskyi M., Dunets V., Dediv I. (2023) Mathematical, algorithmic and software support of synphase detection of radio signals in electronic communication networks with noises. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 111, no 3, pp. 48–57. ISSN 2522-4433.

25. Khvostivska L., Khvostivskyi M., Dediv I., Yatskiv V., Palaniza Y. Method, Algorithm and Computer Tool for Synphase Detection of Radio Signals in Telecommunication Networks with Noises. Proceedings of the 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023). CEUR Workshop Proceedings. Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. P.173-180. ISSN 1613-0073.

26. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокадіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с.

27. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Інтернет речей в біомедичній інженерії» для здобувачів другого (магістерського)

рівня вищої освіти за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» / уклад.: Хвостівський М.О. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2023. 82 с.

28. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Передача біомедичної інформації в комп'ютерних мережах» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / уклад.: Хвостівський М.О. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. 161 с.

29. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Обробка біомедичних сигналів» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» та напряму підготовки 6.051402 «Біомедична інженерія» / уклад.: М.О. Хвостівський. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 52 с.

30. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О., Якимець Б.В. Комп'ютерна система діагностики функціонального стану судин людини. Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (Тернопіль, 28–29 листоп. 2018.). Тернопіль : ТНТУ, 2018. Том 2. С.188-189.

31. Хвостівська Л.В., Моха К.О., Хвостівський М.О. Комп'ютерна система генерування електричних сигналів сітківки ока людини. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць. Херсон, 2019. С.107-109.

32. Хвостівська Л.В., Кравчук А, Хвостівський М.О. Комп'ютерний генератор тестових сигналів пульсової хвилі судин людини. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Сучасні інформаційні системи та технології», (30 листопада, 2019 р., м.Херсон). Херсон, 2019. С.106-107.

33. Розвиток математичного моделювання трафіку комп'ютерних мереж / М. О. Хвостівський, Г. М. Осухівська, Л. В. Хвостівська, Д. В. Величко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського

національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Т. : ТНТУ, 2020. — С. 187–188. (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).

34. Хвостівський М.О. Математична модель макромеханізму формування електроретиносигналу для підвищення достовірності офтальмодіагностичних систем. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 01.05.02 – Математичне моделювання та обчислювальні методи / М.О. Хвостівський. Тернопіль, 2010. 20 с.

35. Хвостівський М.О. Математична модель електроретинографічного сигналу / М.О. Хвостівський, Г.М. Шадріна // Матеріали одинадцятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя, 16-17 травня 2007 р. Тернопіль: ТДТУ, 2007. С. 16.

36. Драган Я. П., Осухівська Г. М., Хвостівський М. О. Обґрунтування математичної моделі електроретинографічного сигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу. Комп'ютерні технології друкарства. Львів: Українська академія друкарства, 2007. № 18. С. 129–138.

ДОДАТОК А

Код обробки електроретиносигналу компонентним методом

```
public class PKVPkomp {  
  
    public static double[][] calculateBk(double[] xx, int NT, double dt, int kk) {  
        if (kk < 4 || NT < 1) {  
            throw new IllegalArgumentException("Invalid input parameters.");  
        }  
  
        int N = xx.length;  
        double[][] Bk = new double[kk][NT];  
        double[] x = formatMasiv(xx, NT);  
        double[] xc = centrPKVP(x, NT);  
  
        double I = 2 * Math.PI / (NT * dt);  
  
        for (int k = 0; k < kk; k++) {  
            double[] x1 = Arrays.copyOf(xc, xc.length);  
            double e;  
  
            for (int u = 0; u < NT; u++) {  
                e = Math.exp(-1 * I * k * (u));  
                double sum = 0;  
  
                for (int i = 0; i < N - u; i++) {  
                    sum += xc[i] * x1[i] * e;  
                }  
  
                Bk[k][u] = sum / (N - u);  
                shiftArray(x1, -1);  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

    }

    return Bk;
}

private static double[] formatMasiv(double[] xx, int NT) {
    // Implement the logic for formatting the array (if needed)
    return Arrays.copyOf(xx, NT);
}

private static double[] centrPKVP(double[] x, int NT) {
    // Implement the logic for centrPKVP function
    return Arrays.copyOf(x, x.length);
}

private static void shiftArray(double[] array, int shift) {
    double[] temp = Arrays.copyOf(array, array.length);
    for (int i = 0; i < array.length; i++) {
        int index = (i + shift + array.length) % array.length;
        array[i] = temp[index];
    }
}

public static void main(String[] args) {
    // Example usage
    double[] xx = { /* Your input array here */ };
    int NT = /* Your NT value */;
    double dt = /* Your dt value */;
    int kk = /* Your kk value */;

    double[][] result = calculateBk(xx, NT, dt, kk);
}

```



```
// Print or use the result as needed
for (double[] row : result) {
    System.out.println(Arrays.toString(row));
}
}
}
```

ДОДАТОК Б

Код сайту МІС

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <script type="text/javascript" src="https://codesandbox.io/public/sse-hooks/sse-
hooks.350c89a8d06431c89209943b3882c89f.js"></script>
    <script type="text/javascript"
src="https://codesandbox.io/static/js/banner.d9cb10a38.js"></script>

    <meta charset="UTF-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0" />
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="ie=edge" />
    <link rel="stylesheet" href="styles.css" />
    <link rel="preconnect" href="https://fonts.googleapis.com" />
    <link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com" crossorigin />
    <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Kalnia:wght@100;200;300;400;500;600;700
&family=Roboto:ital,wght@0,100;0,300;0,400;0,500;0,700;0,900;1,100;1,300;1,400;1,500;1,
700;1,900&display=swap"
    rel="stylesheet"
    />
    <title>Dolynick</title>
  </head>
  <body>
    <div class="header">
      <div class="header-wrap">
        <span class="logo">Dolynick</span>
        <a href="/pages/login/login.html" class="btn">Увійти</a>
      </div>
    </div>
    <div class="content">
      <div class="content-wrap">
        <div class="image-wrap">
          
        </div>
        <div class="about-block">
          <div class="title">Dolynick</div>
          <div class="description-block">
            <span>
              Ласкаво просимо до майбутнього медичного обслуговування з ЕМІС!
            </span>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </body>
</html>

```

```
<br />
```

```
<br />
```

Ми пропонуємо сучасне та ефективне рішення для обробки медичних сигналів новим методом та вдосконалення діагностики пацієнтів.

```
</span>
```

```
<div class="large-btn">
```

```
<a href="/pages/login/login.html">Увійти</a>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<div class="footer">
```

```
<div class="footer-warp">
```

```
<span class="logo">Dolynick</span>
```

```
<div class="email-wrap">
```

```
<svg
```

```
width="24"
```

```
height="24"
```

```
viewBox="0 0 24 24"
```

```
fill="none"
```

```
xmlns="http://www.w3.org/2000/svg"
```

```
>
```

```
<rect
```

```
x="3"
```

```
y="5"
```

```
width="18"
```

```
height="14"
```

```
rx="1"
```

```
stroke="rgba(0,0,0,0.95)"
```

```
stroke-width="1.5"
```

```
stroke-linecap="round"
```

```
stroke-linejoin="round"
```

```
></rect>
```

```
<path
```

```
d="M20 5.5L12 13L4 5.5"
```

```
stroke="rgba(0,0,0,0.95)"
```

```
stroke-width="1.5"
```

```
stroke-linecap="round"
```

```
stroke-linejoin="round"
```

```
></path>
```

```
</svg>
```

```
<span class="email-adress"> <a href="/cdn-cgi/l/email-protection"
```

```
class="__cf_email__" data-
```

```
cfemail="91f5fefde8fff8f2fad1f6fcf0f8fdbff2fefe">[email&#160;protected]</a> </span>
```

```
</div>  
</div>  
</div>
```

```
<script data-cfasync="false" src="/cdn-cgi/scripts/5c5dd728/cloudflare-static/email-  
decode.min.js"></script><script src="script.js"></script>  
<script crossorigin type="text/javascript"  
src="https://codesandbox.io/static/js/watermark-button.eeb14a97b.js"></script>  
</body>  
</html>
```

ДОДАТОК Б

Копія тези конференції

IV Міжнародна студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

Біомедицина інженерія

Секція:

УДК 57.087

Куціль В. – ст. гр. РБ-31, Миколайчук В. – ст. гр. РА-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА КОРОНАВІРУС COVID-19 В УКРАЇНІ БЕЗ ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБАМИ MICROSOFT EXCEL

Науковий керівник: к.т.н. Паляниця Ю.Б.

Kutsil V., Mykolaichuk V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

THE CORONAVIRUS DISEASE COVID-19 DISTRIBUTION PREDICTION IN UKRAINE WITHOUT USING SPECIALIZED SOFTWARE BY MEANS OF MICROSOFT EXCEL

Supervisor: Palaniza Y.B.

Ключові слова: коронавірус COVID-19, прогнозування, Україна, MS Excel.

Keywords: coronavirus COVID-19, forecasting, Ukraine, MS Excel, Windows.

В умовах пандемії як ніколи раніше постає питання цінності людського життя, забезпечення, якщо не комфортних, то хоча б належних умов перебування пацієнта в стаціонарі та надання йому медичної допомоги на мінімально допустимому рівні у відповідності до затверджених державою протоколів лікування. Наша країна наприкінці зими 2021-го опинилася на підйомі другої хвилі поширення коронавірусної інфекції SARS-CoV-2, що викликає відповідний синдром/захворювання під назвою COVID-19. Беручи до уваги макро- й мікроекономічну ситуацію, соціальну безвідповідальність громадян щодо безпеки себе в навколишніх та цілу низку інших негативних аспектів, державі вкрай важко оперативно та адекватно реагувати на нові виклики. І варто докласти максимуму зусиль для недопущення такої ситуації, в разі перманентного розвитку якої, медичному персоналу доведеться стати перед вибором кого віднести до так званої червоної категорії безнадійних пацієнтів, і в умовах тотального браку ресурсів зосередитися на наданні виключно першочергової допомоги, залишивши частину хворих на призволяще. Тому критично важливим є використання усіх доступних засобів для згладжування піку захворюваності нижче пропускну здатності медичних закладів. І саме математичне моделювання/прогнозування динаміки розвитку епідемії може сприяти цьому.

Важливим есенціальним фактором є саме оперативність і необхідність використання не профільними фахівцями в «польових умовах». Часто доступні засоби, зокрема Matlab, Python, R Language, є суто професійними для фахівців не медичного профілю, зокрема STATISTICA, Statistical Neural Network, є надто складними для освоєння є платними для використання, а застосування різного роду рішень, зокрема мобільних додатків, є занадто пропрієтарними. На противагу цьому інтерфейс табличного інтерфейсу є знайомим більшості фахівців [1].

На основі Excel-проекту Північно-Західного університету (посилання всередині) розроблено систему автоматичної ідентифікації SIR-моделі (Susceptible, Infectious,

IV Міжнародна студентська науково-технічна конференція
«ПРИРОДНИЙ ТА ГУМАНІТАРНИ НАУКИ: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ»

Recovered) поширення COVID-19 в інтервалі [2] 01.02...20.04.2020 р. (рис. 1) з точністю $RMSD \approx 2927,7$ чол. (Root-mean-square deviation) на всьому інтервалі в порівнянні з реальними даними. Проект можна завантажити за посиланням: https://kaf-ht.tntu.edu.ua/palaniza/pub/SIR_COV19/SIR_model_COVID19_20210201_0420_modified_by_Palaniza.xlsx

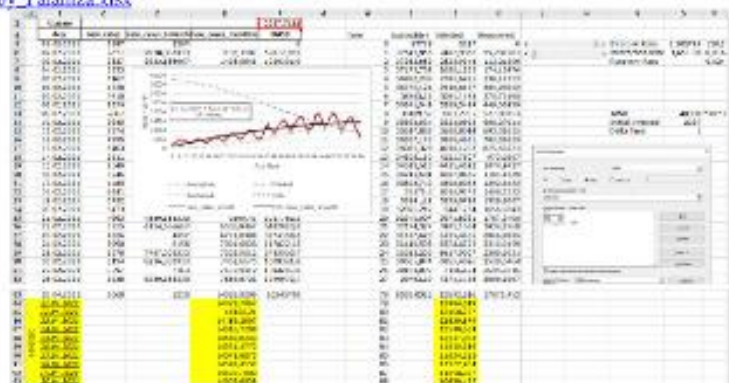


Рисунок 1 – Прогнозування поширення захворюваності на коронавірус COVID-19 в Україні засобами MS Excel (станом на 21.04.2021)

Отже застосування техніки згладжування по трьох сусідах вручну дає можливість лінеаризувати вплив локальних піківів на форму кривої, використати вбудовану опції генерування ліній тренду та рівняння регресії уможливило як детрендинг сигналу вручну, так і екстраполяцію/прогноз даних на довільну кількість кроків вперед; оптимізація ж коефіцієнтів SIR-моделі, як адекватного об'єктам реальної діяльності підходу, автоматично вбудованими засобами дає змогу здійснювати прогноз конкретно епідемічної ситуації на довільну кількість кроків вперед. Причому основною перевагою підходу є зручність інтерактивного user-friendly інтерфейсу для аналізу даних на в середовищі процесора електронних таблиць MS Office Excel / Google Spreadsheets і відповідна математична модель, яка є адекватною проблемі прогнозування поширення захворюваності на коронавірус COVID-19 в Україні, і придатна для повторення без використання спеціалізованого програмного забезпечення особам без спеціальних навичок в галузі оцінювання, ідентифікації складних систем, регресійного.

Література

1. Ташков О.О., Пашинних Ю.Б. Проблема прогнозування поширення захворюваності на коронавірус COVID-19 в світі особами без спеціальних навичок та без використання спеціалізованого програмного забезпечення на персональному комп'ютері з операційною системою MICROSOFT WINDOWS / О.О. Ташков, Ю.Б. Пашинних // Матеріали III Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюк: зб. тез доповідей, 23-24.04.2020 р. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – С. 129-130.
2. Coronavirus Cases. Total Cases (worldwide) [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Worldometer. – Режим доступу: <https://www.worldometers.info/coronavirus/country/ukraine/> (дата звернення 21.04.2021) – Нитка з екрана.