

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

«До захисту допущено»  
В.о. завідувача кафедри

Ігор ШЕЛЕХОВ

\_\_\_\_\_ (підпис)

23 грудня 2023 р.  
\_\_\_\_\_

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня магістр**

зі спеціальності 122 - Комп'ютерних наук,  
освітньо-професійної програми «Інформатика»  
на тему: «Інформаційна технологія оцифрування і аналізу тестів для  
визначення вагітності»  
здобувача групи ІН.м - 26 Сомов Олександр Миколайович

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело.

Сомов Олександр

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник,

Старший викладач кафедри

БЕРЕСТ Олег Борисович

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Суми – 2023**

**Сумський державний університет**  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

«Затверджую»  
В.о. завідувача кафедри  
\_\_\_\_\_ Ігор ШЕЛЕХОВ  
(підпис)

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**  
**на здобуття освітнього ступеня магістра**  
зі спеціальності 122 - Комп'ютерних наук, освітньо-професійної програми  
«Інформатика»  
здобувача групи ІН.м-26 Сомов Олександр Миколайович

1. Тема роботи: «Інформаційна технологія оцифрування і аналізу тестів для визначення вагітності»

затверджую наказом по СумДУ від «06» грудня 2023 року № 1412-VI

2. Термін здачі здобувачем кваліфікаційної роботи до 18 грудня 2023 року

3. Вхідні дані до кваліфікаційної роботи \_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1) Аналіз проблеми предметної області, постановка й формування завдань дослідження.

2) Огляд технологій, що використовуються для оцифрування і аналізу тестів для визначення вагітності.

3) Розробка додатку для розпізнавання результатів тестів для вагітності.

4) Аналіз результатів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)\_\_\_\_\_

6. Консультанти до проекту (роботи), із значенням розділів проекту, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р.

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

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1	<i>Аналіз проблеми предметної області, постановка й формування завдань дослідження</i>	15.11.23	
2	<i>Огляд технологій, що використовуються для розпізнавання результатів тесту на вагітність</i>	20.11.23	

3	<i>Розробка додатку для розпізнавання результатів тестів для вагітності.</i>	<i>01.12.23</i>	
4	<i>Аналіз отриманих результатів</i>	<i>06.12.23</i>	
5	<i>Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи</i>	<i>10.12.23</i>	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) (підпис)

## Анотація

**Записка:** 43 стр., 8 рис., 1 таб., 21 використаних джерел.

**Обґрунтування актуальності теми роботи** - Зростання використання мобільних технологій в медичній сфері та значна важливість визначення вагітності роблять дану тему актуальною. Розробка ефективних засобів аналізу тестів на вагітність може покращити якість діагностики та зручність для користувачів.

**Об'єкт дослідження** - Об'єктом дослідження є мобільна інформаційна технологія для аналізу та оцифрування тестів на вагітність.

**Мета роботи** - Метою є розробка ефективного та зручного інструменту для аналізу результатів тестів на вагітність за допомогою мобільних технологій, а також вивчення існуючих методів та технологій визначення вагітності.

**Методи дослідження** - Для досягнення поставленої мети використовувалися методи аналізу існуючих технологій, розробки алгоритмів розпізнавання, вивчення та впровадження машинного навчання, а також експериментальне тестування розробленого додатку.

**Результати** - Розроблено та реалізовано мобільну інформаційну технологію, яка ефективно аналізує тести на вагітність. Вивчено існуючі методи та технології визначення вагітності, виявлені переваги та обмеження кожного підходу.

Інформаційна технологія оцифрування і аналізу тестів для визначення вагітності

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Огляд аналогів та технологій</b> .....	<b>8</b>
1.1 Існуючі методи та технології визначення вагітності .....	8
1.2 Мобільні технології у медичній діагностиці та моніторингу .....	11
1.3 Аналіз прогресу мобільної технології для аналізу тестів визначення вагітності.....	15
1.4 Визначення невирішених питань та перспектив дослідження .....	17
<b>2. Вибір методів рішення та постановка задачі</b> .....	<b>19</b>
2.1 Вибір методів аналізу тестів визначення вагітності через мобільні технології.....	19
2.2 Постановка задачі та визначення критеріїв успіху .....	19
2.3 Етапи реалізації та експериментальний план .....	20
<b>3. Дизайн майбутнього додатку</b> .....	<b>22</b>
<b>4. Теоретичні засади для вирішення поставленої задачі</b> .....	<b>25</b>
4.1 Огляд теоретичних підходів.....	25
4.2 Математична модель.....	26
4.3 Використання алгоритмів машинного навчання .....	28
4.4 Аналіз впливу зовнішніх чинників.....	29
<b>5. Розробка і імплементація</b> .....	<b>32</b>
<b>6. Тестування та інструкція користувача</b> .....	<b>38</b>
6.1 Види тестування .....	38
6.2 Інструкція користувача.....	39
<b>Висновки</b> .....	<b>40</b>
<b>Список літератури</b> .....	<b>41</b>

## Вступ

Сучасний розвиток медичних технологій нещадно змінює парадигму ведення вагітності та надає нові можливості для діагностики і відстеження стану здоров'я жінок під час вагітності. У цьому контексті велике значення набуває використання мобільних інформаційних технологій для аналізу і оцифрування тестів, спрямованих на визначення вагітності.

У сучасному світі мобільні технології стають невід'ємною частиною повсякденного життя, пропонуючи рішення для широкого спектру завдань, від спілкування до медичної діагностики. Одним із важливих напрямків, де мобільні технології можуть зробити значний вплив, є діагностика вагітності - процес, який має велике значення для здоров'я жінок. Незважаючи на наявність різноманітних методів визначення вагітності, сучасний світ все ще потребує більш точних, швидких та доступних способів діагностики.

Актуальність дослідження базується на зростанні кількості вагітних жінок, які шукають зручні та ефективні методи для контролю за своїм станом. Мобільні технології відкривають нові перспективи для автоматизованого аналізу результатів тестів, що дозволяє ефективно визначати вагітність та вчасно виявляти можливі ускладнення.

Метою даного дослідження є розробка та впровадження мобільної інформаційної технології, яка сприятиме точному аналізу та оцифруванню результатів тестів для визначення вагітності. Дослідження також ставить перед собою завдання визначення ефективності та безпеки використання цієї технології в клінічній практиці.

Значення цієї роботи важко переоцінити, адже вона не лише відкриває нові горизонти у медичній діагностиці, але й сприяє покращенню якості життя жінок, забезпечуючи їм більш легкий і доступний спосіб визначення вагітності. Крім того, розробка таких технологій сприяє інтеграції сучасних медичних знань у повсякденне використання, забезпечуючи можливість для постійного моніторингу та контролю здоров'я. Результати даного

дослідження не лише збагатять науковий аспект медичної інформатики, але й сприятимуть покращенню якості медичного обслуговування вагітних жінок, забезпечуючи їм доступ до новітніх та зручних засобів відстеження свого стану.

# 1. Огляд аналогів та технологій

## 1.1 Існуючі методи та технології визначення вагітності

В цьому розділі ми зосередимось на аналізі існуючих методів та технологій, які використовуються для визначення вагітності. Вагітність є ключовим етапом у житті жінки, і її точне та своєчасне визначення має важливе медичне та емоційне значення. Традиційно, визначення вагітності базується на фізіологічних змінах у жіночому організмі, які можуть бути виявлені за допомогою різноманітних методів.

До основних методів і технологій належать:

1. Традиційні лабораторні методи
2. Ультразвукове дослідження
3. Медичні інтернет-платформи та застосунки

Ці методи мають свої переваги і недоліки. Давайте детальніше розглянемо кожен з них.

Традиційні лабораторні методи для визначення вагітності включають в себе використання біохімічних та імунологічних аналізів крові та сечі для виявлення біомаркерів, таких як hCG (людський хоріонічний гонадотропін) та інші. Ці методи дозволяють отримувати точні результати та виявляти певні біомаркери, які свідчать про вагітність[1].

До недоліків можна віднести наступне:

- Вартість та тривалість: Традиційні лабораторні тести можуть вимагати значного часу для отримання результатів, що може бути недоцільним у випадках потреби у швидкому визначенні стану вагітності.
- Потреба у лабораторії: Виконання традиційних тестів передбачає доступ до лабораторій та кваліфікованого медичного персоналу, що може бути обмежуючим у віддалених або обмежених ресурсами областях.



- Неможливість миттєвого визначення стану вагітності: В ситуаціях, коли важливо одержати результати негайно, традиційні методи можуть бути неефективними.

- Обмеження у повторному використанні: Оскільки багато традиційних тестів використовуються одноразово, це може призводити до вищих витрат та генерації відходів.

Додатково, дослідження в сфері медичних технологій вказують на необхідність розвитку більш ефективних, доступних та швидких методів визначення вагітності, що створює простір для впровадження новаторських рішень у даній області.

Ультразвукове дослідження є одним з ключових методів визначення вагітності та відіграє важливу роль у моніторингу здоров'я плода протягом усього періоду вагітності. Детальніше про цей метод:

Переваги ультразвукового дослідження:

1. Точність та раннє виявлення. Ультразвукове дослідження дозволяє точно визначити наявність ембріона в матці, навіть на ранніх стадіях вагітності. Це особливо корисно для підтвердження вагітності, коли інші методи, такі як домашні тести, можуть бути недостатньо точними.

2. Візуалізація плоду. Ультразвук надає зображення плоду, що дозволяє лікарям спостерігати за його розвитком, станом і положенням. Це важливо для виявлення будь-яких аномалій або ускладнень на ранніх стадіях.

3. Безпечність. Ультразвукове дослідження вважається безпечним як для матері, так і для плоду, оскільки воно не використовує іонізуюче випромінювання, на відміну від рентгенівських знімків.

4. Оцінка здоров'я плоду. Ультразвук дозволяє оцінити здоров'я плоду, вимірявши такі параметри, як серцебиття, рухи плоду та кількість навколоплідних вод.

Недоліки ультразвукового дослідження:

1. Обмеження у визначенні деталей. Ультразвук може не виявити всі аномалії або ускладнення, особливо на дуже ранніх стадіях вагітності або у випадках надмірної ваги матері.

2. Залежність від оператора. Якість ультразвукового зображення та інтерпретація результатів значною мірою залежать від досвіду та кваліфікації лікаря або ультразвукового техніка.

3. Психологічний вплив. Неправильне тлумачення зображень або виявлення потенційних проблем може призвести до занепокоєння або стресу у вагітної жінки, особливо якщо додаткове обстеження потрібне для підтвердження діагнозу.

Медичні інтернет-платформи та застосунки. Аналіз функціоналу: Медичні інтернет-платформи та застосунки пропонують нові можливості для моніторингу та аналізу вагітності. Функціонал таких платформ може включати в себе ведення електронного щоденника, надання порад щодо здоров'я, можливість взаємодії з лікарем онлайн.

- Ведення електронного щоденника: Пацієнти можуть вести електронний журнал, де вони реєструють результати тестів, фізичний стан, та інші показники.

- Поради та освіта: Платформи надають корисні поради та освітні матеріали щодо здоров'я під час вагітності, допомагаючи пацієнтам краще розуміти їхній стан.

- Взаємодія з лікарем онлайн: Функціонал дозволяє взаємодіяти з медичним персоналом у режимі реального часу, надаючи можливість отримати консультації та відповіді на запитання.

Ці платформи можуть полегшити доступ пацієнтів до інформації та забезпечити фахівців засобами для віддаленого моніторингу. Вони можуть покращити зручність взаємодії та забезпечити швидший обмін даними.

Користь для пацієнтів та фахівців.

Пацієнти мають можливість отримати доступ до своїх даних та рекомендацій з будь-якого місця. Медичні фахівці можуть використовувати дані, зібрані платформою, для більш ефективного моніторингу здоров'я пацієнтів. Можливість взаємодії онлайн може зменшити потребу у фізичних візитах, забезпечуючи ефективніший обмін інформацією.

Однак існують і обмеження та можливі ризики таких методів:

Необхідність надійного інтернет-з'єднання: використання медичних платформ передбачає доступ до стабільного інтернет-з'єднання, що може бути обмеженим в окремих регіонах або у деяких груп населення.

Конфіденційність та безпека: питання конфіденційності та безпеки медичної інформації виникають при використанні онлайн-платформ, і їх слід ретельно враховувати при розробці та впровадженні.

Обмеження у точності результатів: деякі аспекти аналізу можуть не мати такої високої точності, як традиційні методи, що може призвести до невірних висновків та рішень.

Крім того, існують інші методи, такі як вимірювання базальної температури тіла та спостереження за змінами у цервікальному слизі, хоча ці методи менш поширені та вимагають більш детального спостереження[17].

## **1.2 Мобільні технології у медичній діагностиці та моніторингу**

У цьому підрозділі здійснюється аналіз використання мобільних технологій у сфері медичної діагностики та моніторингу, що є важливим для розуміння потенціалу і можливостей, які ці технології можуть пропонувати у контексті визначення вагітності.

Мобільні технології перетворили спосіб, яким медичні послуги надаються та сприймаються, забезпечуючи пацієнтам більшу зручність та доступність. Смартфони та мобільні додатки відкривають нові можливості для моніторингу здоров'я та самодіагностики, пропонуючи ряд інструментів

для відстеження фізіологічних показників, таких як серцевий ритм, кров'яний тиск, рівні глюкози в крові та інше[3].

Особливе місце у мобільній медичній діагностиці займають додатки, які дозволяють користувачам отримувати медичні поради, вести журнал симптомів, нагадувати про прийом ліків, а також використовувати інтегровані сенсори для збору медичних даних. Такі додатки можуть сприяти ранньому виявленню та лікуванню різноманітних станів.

Було проведено дослідження на тему використання додатків жінками до і під час вагітності, і були отримані наступні дані які представлені в Таблиці 1.1.

<b>Джерела медичної інформації</b>	<b>Відсоток користування (%)</b>
<b>Операційна система смартфона</b>	
iOS	81,9
Android	18,1
<b>Очікувані джерела інформації для зміцнення здоров'я</b>	
Додатки для вагітних	48,8
Веб-ресурси	68,4
Телебачення	6,7
Книги (журнали)	15,7
Очні консультації з медичними працівниками	34,4
Родина/друзі	11,0
<b>Сучасні джерела інформації для зміцнення здоров'я</b>	
Додатки для вагітних	49,2
Інші веб-медіа	73,3
Телебачення	7,3
Книги (журнали)	15,5
Очні консультації з медичними працівниками	20,4
Родина/друзі	18,1

Таблиця 1.1 Джерела медичної інформації

З даних таблиці ми бачимо що понад 80% смартфонів респондентів мали операційну систему iOS. Також жінки повідомили, що вони отримували інформацію про здоров'я, пов'язану з вагітністю, переважно з

веб-ресурсів 73,3%, за якими йшли додатки для вагітних 49,2%, далі йдуть особисті консультації з медичними працівниками 20,4%, родина та друзі 18,1% і книги (журнали) 15,5%.

В контексті вагітності, мобільні додатки можуть використовуватися для моніторингу ключових показників здоров'я матері та плоду, надання інформації про розвиток вагітності, а також для забезпечення зв'язку з медичними фахівцями. Це включає мобільні додатки для відстеження менструального циклу, які можуть надавати попередні оцінки щодо овуляції та потенційної вагітності.

Існують такі мобільні додатки як "Pregnancy Tracker", "What to Expect Pregnancy & Baby Tracker", та "The Bump". Вони дозволяють відстежувати різні стадії вагітності, надають інформаційні матеріали та засоби для зв'язку з іншими майбутніми матерями[9].

Є також пристрої для відстеження: це можуть бути спеціалізовані гаджети, які вимірюють фізіологічні параметри, такі як серцебиття плода або рухи плода. Наприклад, "Doppler Fetal Monitor" для домашнього використання.

Особливості та характеристики:

- Функції відстеження симптомів: додатки та пристрої часто дозволяють відстежувати такі симптоми, як нудота, зміни настрою, вага, кров'яний тиск, що є важливими індикаторами здоров'я під час вагітності.

- Збір та аналіз медичних даних: мобільні додатки можуть збирати дані від користувачів (наприклад, введені вручну вага, температура тіла) і аналізувати їх для надання індивідуалізованих порад та рекомендацій.

- Інтеграція з іншими медичними пристроями: деякі додатки та гаджети можуть синхронізуватися з іншими медичними пристроями, наприклад, з домашніми медичними термометрами або тонометрами, для збору більш повної картини здоров'я[4].

Вимоги до апаратного забезпечення та програмного забезпечення:

Сумісність з мобільними пристроями:

Оцінка сумісності є ключовим аспектом для електронних тестів вагітності, оскільки вони часто взаємодіють з мобільними додатками або вбудованими системами для надання додаткових функцій чи зручності користувачів.

iOS та Android сумісністю. Важливо перевірити, чи є електронні тести вагітності сумісними як з iOS, так і Android пристроями. Це гарантує максимальну охопленість користувачів обох платформ. Визначте, які конкретні версії операційних систем підтримуються, оскільки це може бути важливим для коректної роботи додатків та пристроїв.

Оновлення та підтримка. Переконайтеся, що розробник регулярно оновлює додаток для виправлення помилок, покращення функціонала та забезпечення сумісності з новими версіями операційних систем.

Необхідність додаткового обладнання:

Деякі електронні тести вагітності можуть вимагати додаткового обладнання для досягнення максимальної точності та ефективності.

*Сенсори та засоби вимірювання.* Оцінка, чи необхідні додаткові сенсори або засоби вимірювання для забезпечення точності результатів. Наприклад, пристрої, які вимірюють рівень хімічних сполук у сечі, можуть вимагати підключення до спеціальних сенсорів.

*Підключення до смартфона або планшета.* Якщо електронний тест вагітності використовується в парі з мобільним додатком, перевірте, чи необхідно підключення через Bluetooth, Wi-Fi або інші технології для передачі даних.

Зрозуміння цих вимог дозволяє користувачам та медичним фахівцям правильно вибрати та використовувати електронні тести вагітності, забезпечуючи оптимальну функціональність та сумісність з їхніми пристроями та потребами[15].

Однак, використання мобільних технологій у медицині також стикається з рядом викликів, зокрема щодо точності даних, конфіденційності та безпеки інформації, а також регуляторних обмежень. Це вимагає ретельного вивчення та розробки стандартів для забезпечення якості та надійності медичних мобільних додатків.

### **1.3 Аналіз прогресу мобільної технології для аналізу тестів визначення вагітності**

Цей підрозділ присвячено аналізу останніх досягнень у галузі мобільних технологій, які спрямовані на аналіз та інтерпретацію результатів тестів визначення вагітності[2]. В останні роки, завдяки стрімкому розвитку цифрових технологій, з'явилися нові можливості для покращення традиційних методів діагностики вагітності.

Однією з ключових інновацій є розробка мобільних додатків, які здатні аналізувати фотографії тестових смужок і надавати швидкі та точні результати. Ці додатки використовують алгоритми обробки зображень та штучного інтелекту для визначення наявності або відсутності гормону hCG у тестових смужках, що є індикатором вагітності[8].

Такі технології не лише забезпечують більшу точність у порівнянні з візуальною оцінкою, але й дозволяють зберігати результати для подальшого спостереження та аналізу. Це може бути особливо корисним для жінок, які спостерігають за своїм здоров'ям у процесі планування вагітності.

Крім того, інтеграція мобільних додатків з іншими функціями смартфонів, такими як календарі та нагадування, дозволяє користувачам вести щоденник свого менструального циклу та вагітності, що сприяє кращому розумінню та контролю над своїм здоров'ям[4].

Однак, разом з перевагами, існують і певні виклики, зокрема, пов'язані з точністю обробки зображень у різних світлових умовах, а також з приватністю та безпекою даних. Ці аспекти вимагають подальшого

дослідження та розвитку, щоб забезпечити надійність і безпечність використання цих технологій.

### **1.3.1 Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання**

Штучний інтелект та машинне навчання стають важливим елементом сучасних мобільних технологій для аналізу тестів визначення вагітності. Алгоритми цих систем можуть автоматично обробляти та інтерпретувати результати, отримані з електронних тестів. Штучний інтелект (ШІ) активно використовується в медицині, в тому числі для моніторингу здоров'я жінок під час вагітності та поліпшення надання медичних послуг. Наприклад, за допомогою електронних медичних записів та ШІ можливе прогнозування ускладнень під час пологів

#### Переваги та виклики цього підходу:

- Автоматизація та швидкість. Системи штучного інтелекту здатні швидко аналізувати великі обсяги даних, що полегшує та прискорює визначення результатів тестів.
- Підвищена точність. Алгоритми можуть виявляти та коригувати потенційні помилки, що дозволяє отримувати більш точні результати.
- Персоналізований аналіз. Машинне навчання дозволяє створювати індивідуалізовані моделі, враховуючи унікальні характеристики конкретного користувача.
- Виклики з безпекою та конфіденційністю. Застосування інтеграції штучного інтелекту також стикається з викликами щодо захисту конфіденційності медичних даних та забезпечення безпеки обробки інформації.

### **1.3.2 Тенденції у розвитку сенсорних технологій у медичній діагностиці**

Розвиток сенсорних технологій в медичній діагностиці відкриває нові можливості для точного визначення вагітності через мобільні пристрої.



Новітні бездротові сенсори, розроблені командами з Northwestern University і The University of North Carolina at Chapel Hill, замінюють традиційні моніторингові системи під час вагітності, що дозволяє отримувати більш точні та надійні дані

Ці бездротові сенсори забезпечують неперервний моніторинг важливих параметрів, таких як артеріальний тиск, що є важливим для пацієнтів із ускладненнями, такими як преєклампсія. Вони також можуть збирати дані про фізичні рухи матері та позиції під час пологів, що недоступно з використанням поточних технологій

Сенсорні технології повинні легко інтегруватися з іншими медичними системами та мобільними додатками для повного супроводження вагітності.

Також потрібно враховувати можливості моніторингу і розгляд перспектив сенсорів для реалізації продуктивного та неперервного моніторингу стану вагітності.

Аналіз цих технологічних тенденцій допомагає визначити ключові напрямки розвитку мобільних технологій для аналізу тестів визначення вагітності та зрозуміти їхні можливості та виклики[11].

#### **1.4 Визначення невирішених питань та перспектив дослідження**

Проблеми та виклики існуючих технологій:

Незважаючи на значний прогрес у розробці мобільних технологій для визначення вагітності, існують деякі проблеми та виклики, які ще залишаються невирішеними.

- Надійність та стандартизація. В одних випадках може виникати питання щодо надійності отриманих результатів, а також стандартизації методів оцінки вагітності через мобільні технології.

- Проблеми безпеки та конфіденційності. Збільшення кількості медичних даних, що обробляються мобільними додатками, ставить питання безпеки та конфіденційності особистої інформації пацієнтів.
- Доступність для різних груп користувачів. Важливо розглядати можливість використання таких технологій для різних груп населення, включаючи тих, хто може мати обмежений доступ до мобільних пристроїв або технічної експертизи.

Перспективи розвитку мобільних технологій для визначення вагітності

Потенційні напрямки подальших досліджень та розвитку:

1. Інтеграція з іншими медичними технологіями. Вивчення можливостей для ще глибшої інтеграції мобільних технологій для визначення вагітності з іншими медичними пристроями та системами для комплексного моніторингу.[6]

2. Вдосконалення алгоритмів та штучного інтелекту. Дослідження можливостей вдосконалення алгоритмів аналізу та використання штучного інтелекту для поліпшення точності та швидкості результатів.

3. Формування здорового екосистеми. Створення ефективної екосистеми, яка об'єднає виробників мобільних технологій, медичних фахівців та пацієнтів для спільної роботи над вдосконаленням та впровадженням нових технологій.

4. Етичні аспекти та соціокультурні визначники. Дослідження етичних вимог та соціокультурних аспектів використання мобільних технологій у медицині, а також визначення та врахування потреб різних груп користувачів[6].

Ці дані підкреслюють важливість подальших досліджень та розробок у сфері мобільних технологій для визначення вагітності. Важливо зосередитися на підвищенні точності, надійності та персоналізації цих технологій, а також на розв'язанні етичних питань, пов'язаних з їх використанням[10].

## **2. Вибір методів рішення та постановка задачі**

### **2.1 Вибір методів аналізу тестів визначення вагітності через мобільні технології**

В даному розділі буде розглянуто методи та підходи аналізу тестів визначення вагітності, спрямованих на використання мобільних інформаційних технологій. Розглянемо технічні методи, які визначають принципи функціонування мобільних додатків та пристроїв для аналізу результатів тестів на вагітність.

До таких методів належать:

- Методи мобільного оцифрування. Дослідження можливостей використання камер смартфонів або інших мобільних пристроїв для оцифрування результатів тестів. Врахування технічних аспектів, таких як роздільна здатність та обробка зображень.
- Використання сенсорів. Розгляд можливостей інтеграції сучасних сенсорів у мобільні технології для отримання точних та об'єктивних результатів аналізу.
- Штучний інтелект та алгоритми обробки даних. Алгоритми машинного навчання вибрані через їх високу точність та здатність адаптуватися до різноманітних типів даних. Швидкість обробки та інтеграція з мобільними платформами забезпечує оперативність та зручність для користувачів, а використання відкритих джерел знижує вартість розробки. Штучний інтелект дає можливість його інтеграції з мобільними платформами.

### **2.2 Постановка задачі та визначення критеріїв успіху**

Після вибору методів аналізу тестів, формулюємо задачу дослідження та визначаємо критерії успіху.

Розробка та імплементація комплексного алгоритму машинного навчання і мобільного додатку (PWA) не тільки для аналізу зображень тестів

на вагітність з метою підвищення точності та швидкості обробки результатів, але й для забезпечення функціональності зберігання та передачі цих результатів до медичних установ або лікарів.

#### Розробка мобільного додатку (PWA):

Задача полягає у створенні мобільного додатку, який буде взаємодіяти з користувачем та забезпечувати аналіз результатів тестів на вагітність. Специфікація функціоналу та інтерфейсу має включати можливість завантаження фотографій результатів тестів, перегляду аналізу, зберігання даних і механізму безпечної передачі результатів до медичних установ. Це підвищить доступність, зручність використання додатку користувачами та сприятиме покращенню медичного обслуговування[14].

Розробка включає створення алгоритму машинного навчання для аналізу зображень тестів на вагітність, тренування моделі, інтеграцію з інформаційною системою медичних установ та розробку інтерфейсу для користувачів. Крім того, процес включає реалізацію системи зберігання даних і механізму безпечної передачі результатів до медичних установ. Для успішної реалізації проекту потрібні навчальні дані для моделі машинного навчання, сервери та бази даних для зберігання і передачі інформації, платформа для розробки мобільного додатку, а також інструменти для тестування та перевірки системи[5].

Задача полягає в визначенні того, наскільки мобільна технологія аналізу тестів може поліпшити якість та ефективність медичного обслуговування пацієнтів, забезпечуючи швидший та точніший аналіз.

### **2.3 Етапи реалізації та експериментальний план**

#### **1. Етап Розробки:**

- Проектування алгоритму. Створення концепту та визначення параметрів для алгоритму машинного навчання.

- Збір та підготовка даних. Збір навчального датасету та його очищення та обробка.

- Програмування та інтеграція. Розробка алгоритму, його програмування та інтеграція з мобільним додатком.

## 2. Етап Тестування:

- Внутрішнє тестування. Перевірка алгоритму на помилки та неточності.

- Зовнішнє тестування. Тестування алгоритму з реальними користувачами для оцінки його ефективності та користувацького досвіду.

- Аналіз результатів. Збір та аналіз даних з тестування для внесення необхідних вдосконалень.

## 3. Етап Впровадження:

- Розгортання та інтеграція. Впровадження готового алгоритму в мобільний додаток.

- Моніторинг та підтримка. Постійний моніторинг роботи системи та надання технічної підтримки.

## 4. Експериментальний план:

- Планування експериментів. Визначення критеріїв для оцінки ефективності алгоритму.

- Виконання експериментів. Проведення експериментів з метою перевірки алгоритму.

- Аналіз та оцінка результатів. Аналіз отриманих даних для визначення точності, надійності та корисності алгоритму.

### 3. Дизайн майбутнього додатку

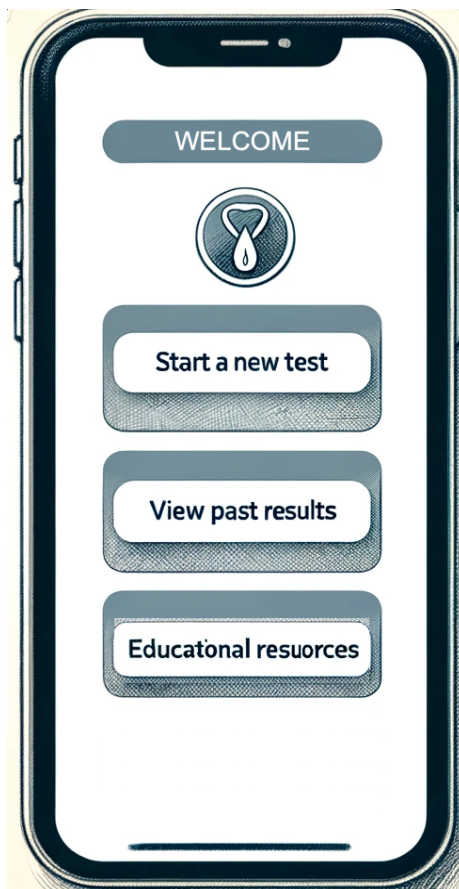


Рисунок 3.1 - Перший екран додатку.

На початковому екрані мобільного додатку розташовані чотири кнопки, кожна з яких відповідає різним функціям:

- "Start a new test" — запускає процес нового тесту на вагітність.
- "View past results" — дозволяє переглянути результати попередніх тестів.
- "Educational resources" — пропонує освітні ресурси, статті, інструкції, пов'язані з вагітністю та здоров'ям.



Рисунок 3.2 - Другий екран

На другому екрані представлено інструкцію для проведення тесту на визначення вагітності та завантаження фотографії результату тесту. На цьому екрані знаходяться такі елементи:

- "Instructions" (Інструкції): Ця секція містить текстові інструкції для користувача щодо того, як правильно провести тест на вагітність та як завантажити фотографію результату. Це важливо для забезпечення точності і надійності тестування.
- "Take a photo" (Зробити фото): Ця кнопка використовується для активації камери смартфона користувача для зйомки фотографії результату тесту.
- "Upload result" (Завантажити результат): Ця кнопка служить для завантаження фотографії результату тесту. Після зйомки фотографії, користувач може натиснути цю кнопку для завантаження її в додаток для подальшого аналізу.
- "Retake" (Перезняти): Якщо користувач не задоволений зробленою фотографією, ця кнопка дозволяє перезняти зображення для отримання кращого результату.

- "Cancel" (Скасувати): Ця кнопка служить для скасування або виходу з поточного етапу, якщо користувач вирішує не продовжувати тестування.



Рисунок 3.3 - Третій екран

Заключний екран використовуються для аналізу результатів тесту на вагітність. Він містить такі елементи:

- Налаштування та результати: Центральний прямокутник, показує пре встановлені параметри і діагностику з результатами тесту.
- Кнопки підтвердження: Круглі кнопки з піктограмами галочок використовуватися для підтвердження і вибору різних опцій у додатку.
- Допомога: В низу знаходиться кнопка допомоги, якщо в користувача виникнуть питання.



## **4. Теоретичні засади для вирішення поставленої задачі**

### **4.1 Огляд теоретичних підходів**

В цьому розділі ми розглянемо різні теоретичні моделі та підходи, які можуть бути застосовані для аналізу тестів на вагітність.

Машинне навчання використовується для прогнозування можливих ускладнень під час вагітності, включаючи передчасні пологи, прееклампсію та інші стани, що вимагають уваги. Розробка дозволяє створювати моделі, які аналізують великі обсяги медичних даних для виявлення ризиків та тенденцій, пов'язаних з вагітністю та пологами. Використання алгоритмів комп'ютерного зору для аналізу медичних зображень, наприклад, ультразвукових сканувань, що сприяє ранньому виявленню аномалій розвитку плода.

Машинне навчання сприяє розвитку персоналізованої медицини, дозволяючи адаптувати медичне обслуговування під конкретні потреби кожної вагітної. Використання машинного навчання для оптимізації протоколів лікування та догляду за вагітними, враховуючи індивідуальні особливості та ризики.

Існують такі типи машинного навчання:

- Навчання під наглядом: Використовується для класифікації та прогнозування результатів на основі попередньо визначених категорій або міток. Наприклад, для прогнозування способу пологів на основі медичних записів.

- Регресійні алгоритми: Виявляють взаємозв'язки між залежними та незалежними змінними, дозволяючи прогнозувати кількісні результати. Вони використовуються для аналізу взаємозв'язків між різними факторами вагітності.

- **Ненавчене навчання:** Дозволяє моделям виявляти приховані шаблони в немаркованих наборах даних, що може бути корисним для визначення груп ризику або виявлення нетипових випадків вагітності.

- **Навчання з підкріпленням:** Фокусується на визначенні оптимальних дій або стратегій в динамічному середовищі, що може бути застосовано для розробки індивідуалізованих планів догляду за вагітними.

Об'єднання різних теоретичних підходів, таких як моделі машинного навчання, обробка зображень та спектральний аналіз, дозволяє створити комплексні системи для точного та автоматизованого аналізу тестів на вагітність. Краще розуміння та використання цих теоретичних підходів може покращити ефективність та точність результатів аналізу.[12]

## **4.2 Математична модель**

У цьому підрозділі детально описується математична модель, розроблена для аналізу тестів на вагітність, використовуючи машинне навчання. Модель призначена для інтерпретації даних, отриманих з тестів, та визначення ймовірності вагітності.

**Визначення змінних.** Дані, отримані з тесту на вагітність, можуть включати кольорові відтінки тестової смужки, інтенсивність кольору, тривалість відображення результату та інші візуальні характеристики. Цільова змінна - це бінарний результат тесту на вагітність: позитивний (1) або негативний (0).

**Формулювання математичної моделі.** Модель заснована на класифікаційних алгоритмах, які використовують дані змінних  $X$  для прогнозування цільової змінної  $Y$ . Використання алгоритмів таких як лінійна регресія або нейронні мережі для визначення ймовірності вагітності на основі вхідних даних.

Нижче представлено опис основних формул, які використовуються в математичній моделі та алгоритмах.

Лінійна Регресія:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (4.1)$$

В цій формулі  $Y$  представляє залежну змінну (наприклад, результат тесту на вагітність),  $X_1, X_2, \dots, X_n$  - незалежні змінні (наприклад, вік, медичні показники),  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$  - коефіцієнти, що описують вплив кожної незалежної змінної, а  $\varepsilon$  - випадкова помилка.

Нейронні Мережі:

$$Y = f(\sum(w_i \cdot x_i) + b) \quad (4.2)$$

$Y$  - вихід нейронної мережі,  $x_i$  - вхідні сигнали,  $w_i$  - вагові коефіцієнти,  $b$  - зсув, а  $f$  - активаційна.

Розробка моделі включає визначення взаємозв'язків між вхідними змінними та результатом тесту. Визначення ваги кожної вхідної змінної у прогнозуванні результату, та оцінка їх впливу на точність моделі.

Наш додаток має складну структуру та внутрішню логіку, які не завжди легко визначити на перший погляд. Для того щоб краще розібратися в тому, як саме працює наш додаток, ми надаємо візуальне представлення через блок-схему. Ця блок-схема є спрощеним, але інформативним інструментом, який допоможе вам зрозуміти кроки, які виконує додаток від введення даних до отримання результатів аналізу.

Блок-схема визначає ключові етапи роботи нашого додатку та демонструє взаємозв'язок між ними. Ви можете користатися цією блок-схемою як візуальним керівництвом під час користування додатком, щоб краще розуміти кожен крок та його значення в контексті визначення вагітності. Надаємо цей інструмент для вашого комфорту та зручності розуміння принципів дії нашого додатку.

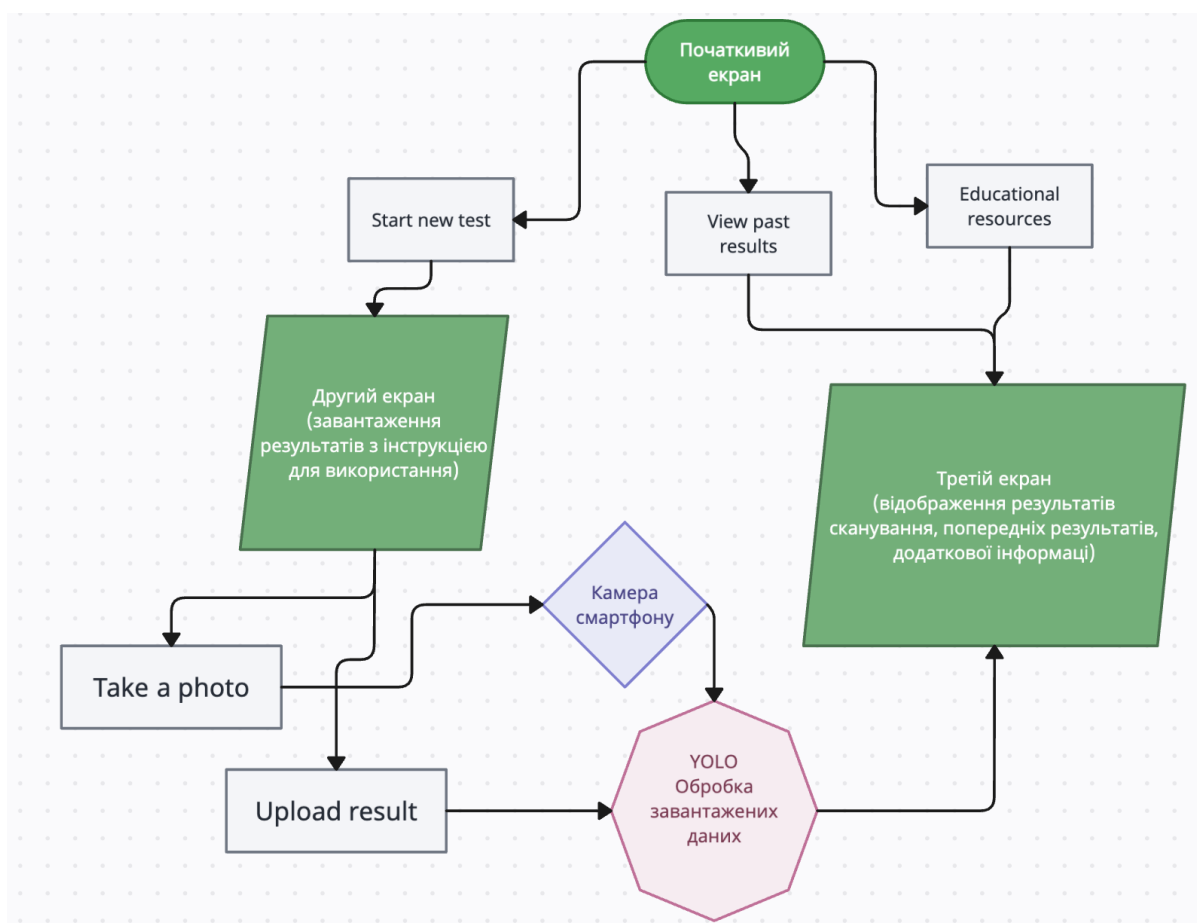


Рисунок 4.1 – Блок-схема додатку

### 4.3 Використання алгоритмів машинного навчання

Машинне навчання відіграє ключову роль у вдосконаленні інтерпретації зображень тестів на вагітність, дозволяючи автоматизувати та покращити точність процесу аналізу результатів. Основи машинного навчання в контексті аналізу зображень.

*Класифікація.* Алгоритми класифікації грають важливу роль у визначенні наявності або відсутності ознак вагітності на зображеннях тестів. Зокрема, конволюційні нейронні мережі (CNN) є ефективними для розпізнавання об'єктів на зображеннях. Методи машинного навчання дозволяють автоматично визначати ключові ознаки на зображеннях тестів. Наприклад, здатність визначати положення та форму ліній, які свідчать про вагітність.

*Регресія.* Машинне навчання також може використовуватися для оцінки кількісних параметрів, таких як інтенсивність колірних зон на зображенні, пов'язаних із ступенем виявлення вагітності.

Застосування конволюційних нейронних мереж (CNN).

Конволюційні нейронні мережі є потужним інструментом для обробки зображень та відіграють ключову роль у задачах класифікації об'єктів. Для аналізу тестів на вагітність, CNN може використовуватися для:

- Визначення ліній та контурів. CNN може навчатися розпізнавати та виділяти контури ліній на тестовій стрічці.
- Розпізнавання кольорів. Можливість визначати відтінки та інтенсивність кольорів для визначення певних зон на зображенні.

Використання алгоритмів машинного навчання в дослідженнях. Для успішної реалізації алгоритмів машинного навчання, потрібно підготувати навчальний набір, який включає зображення тестів різних типів та результати їхнього аналізу. Для підвищення ефективності алгоритмів важливо використовувати техніки аугментації даних, такі як зміна освітлення, обрізання та розтягування зображень. Використання різних алгоритмів машинного навчання та їхнє налаштування за допомогою навчальних даних, а також оцінка їхньої ефективності на валідаційному наборі.[13]

#### **4.4 Аналіз впливу зовнішніх чинників.**

Врахування та розуміння впливу зовнішніх чинників є критичним у розробці та використанні технологій для аналізу тестів на вагітність.

*Освітлення та умови зйомки.* Якість та інтенсивність освітлення мають суттєвий вплив на якість отриманих зображень тестових стрічок та на точність визначення результатів аналізу тестів на вагітність.

Інтенсивність освітлення також може впливати на виділення конкретних ознак тестової стрічки, таких як контури або зміни в кольорі, що визначаються як ключові для аналізу.

Дослідження впливу різних рівнів освітлення включає в себе аналіз впливу:

- напрямку та джерела освітлення. Дослідження ефекту різних напрямків та джерел освітлення на чіткість та контрастність зображення тестової стрічки.
- варіації інтенсивності. Вивчення того, як зміна інтенсивності освітлення впливає на здатність алгоритмів класифікації розпізнавати певні ознаки.
- оптимальних умов освітлення. Визначення оптимальних умов освітлення, при яких досягається найвища точність та стабільність результатів.

*Тип тестової стрічки та модель тесту.* Розгортаючи аспект впливу типу тестової стрічки та моделі тесту, слід враховувати різноманітні параметри, які можуть впливати на аналіз та класифікацію результатів:

1. Чутливість до ліній. Деякі тестові стрічки можуть мати більшу або меншу чутливість до виявлення ліній, що вказують на вагітність.
2. Форма ліній. Форма ліній на тестовій стрічці може впливати на їхню легкість виявлення та аналіз.
3. Колір ліній. Використання тестових стрічок різного кольору може впливати на розпізнавання ліній алгоритмами.
4. Спосіб відображення результату. Різні тестові стрічки можуть використовувати різні методи відображення результату (наприклад, числові значення або кольорові смужки).

Проведення порівняльного аналізу результатів для різних типів тестових стрічок та їхньої взаємодії з алгоритмами класифікації є важливим етапом у

розумінні оптимальних умов використання. Дослідження має спрямовуватися на визначення того, які характеристики тестів можуть покращити або обмежити результати аналізу. Також слід розглянути можливість створення універсальних алгоритмів класифікації, які були б ефективними для різних типів тестових стрічок та моделей тестів.[5]

*Індивідуальні особливості користувачів.* Різні фізіологічні та психологічні особливості користувачів можуть впливати на всі етапи використання тестів на вагітність, включаючи правильне здійснення тесту та інтерпретацію результатів. Деякі з основних впливових факторів включають:

1. Фізіологічні різниці. Різноманіття фізіологічних параметрів між різними користувачами, таких як концентрація гормонів або особливості метаболізму, може впливати на результати тестів.

2. Емоційний стан. Психологічний фактор, зокрема рівень стресу та емоційний стан користувача, може впливати на точність та достовірність результатів тестування.

3. Особливості використання тесту. Різниця в індивідуальному розумінні та використанні тестів на вагітність, таких як неправильне проведення тесту чи невірне використання додаткових функцій, може впливати на результати.

Можливі шляхи покращення.

Надання докладних та доступних інструкцій разом із тестами, які пояснюють правильний спосіб використання та можливі фактори, які можуть впливати на результати. Забезпечення можливості консультації з медичними фахівцями для тих, хто може виявити труднощі в коректному використанні тестів. Постійне вдосконалення технологій та тестів для зменшення впливу індивідуальних факторів та забезпечення їхньої широкої застосовності.

Врахування цих аспектів сприяє розробці тестів на вагітність, які є надійними та ефективними у різних умовах використання, забезпечуючи точні та достовірні результати для різних груп користувачів.

Розуміння цих впливів дозволяє розробляти та вдосконалювати технології таким чином, щоб вони були максимально ефективними та адаптованими до різних умов використання.

## **5. Розробка і імплементація**

У цьому розділі ми детально розглянемо етапи розроблення та імплементації додатку для аналізу тестів на вагітність. На основі попередніх теоретичних відомостей та обраного технологічного стеку, ми введемо концепції у конкретний код та визначимо, як технічні аспекти взаємодіють для досягнення поставлених цілей.

### Вибір технологій та інструментів

Першим кроком у розробці додатку є обрання оптимальних технологій та інструментів. Вибір правильних технологій та інструментів у розробці додатку визначається рядом факторів, включаючи продуктивність, розширюваність та зручність розробки. У нашому випадку React.js було обрано для реалізації клієнтської частини додатку завдяки його ефективності та зручності розробки інтерфейсу. Для серверної сторони було обрано Nest JS. Для об'єктного розпізнавання на зображеннях було обрано бібліотеку Yolo .

Причинами вибору React.js було наступне:

1. Зручність та швидкість розробки. React.js відомий своєю простотою та зручністю розробки. Він використовує JSX (JavaScript XML) для декларативного опису інтерфейсу, що спрощує створення компонентів. Крім того, велика спільнота та наявність багатьох готових компонентів дозволяють значно прискорити процес розробки.



2. Компонентна структура. React працює на основі компонентів, що дозволяє розділити інтерфейс на невеликі, самодостатні частини. Це сприяє кращій структурі коду та полегшує розширення та збереження кодової бази.

3. Ефективне оновлення інтерфейсу. React використовує віртуальний DOM (Document Object Model), що дозволяє ефективно оновлювати лише ті елементи, які змінилися. Це призводить до покращення продуктивності та швидкості реакції інтерфейсу.

Обираючи React.js для розробки інтерфейсу додатку ми враховуємо зручність розробки, високий рівень організації коду та підтримку великої спільноти, що забезпечить ефективний процес створення та підтримки продукту.

Для написання серверної частини додатку було обрано Nest.js. Причинами цього було наступне:

1. Модульність та структурованість. Nest.js пропонує використання модулів, що дозволяє створювати добре організовані та структуровані застосунки. Це полегшує розширення та утримання коду, особливо великих проектів.

2. Використання TypeScript. Nest.js написаний на TypeScript, що додає статичну типізацію до JavaScript. Це сприяє підвищенню читабельності коду, виявленню помилок на етапі розробки та покращує підтримку рефакторингу.

3. Орієнтований на об'єкти код. Nest.js використовує об'єктно-орієнтований підхід до програмування, що дозволяє писати код, який легко розуміти та тестувати. Контролери та провайдери є базовими компонентами структури.

4. Ефективне використання ресурсів. Nest.js використовує реактивні програмні засоби та підтримує асинхронність, що робить його ефективним для обробки багатозадачних операцій та великої кількості запитів.

5. Підтримка GraphQL та REST API. Nest.js надає можливість легко реалізовувати як RESTful, так і GraphQL API. Це робить його гнучким і зручним в виборі технології API в залежності від ваших потреб.

6. Пакет Swagger для документації API. Nest.js включає в себе пакет Swagger, який дозволяє автоматично генерувати та відображати документацію API. Це полегшує розробку та взаємодію з API.

7. Активна спільнота. Nest.js має активну та зростаючу спільноту розробників, яка підтримує та розвиває цей фреймворк. Це гарантує підтримку та оновлення фреймворку на протязі часу.

8. Підтримка middleware. Nest.js надає можливість використовувати middleware для обробки запитів, що розширює можливості взаємодії з запитами та відповідями на рівні сервера.

Для розпізнавання зображень було обрано бібліотеку Yolo (You Only Look Once) . Нижче представлено причини такого вибору:

1. Швидкість обробки. YOLO відомий своєю високою швидкістю обробки зображень. Оскільки він використовує один алгоритм для визначення об'єктів на всьому зображенні, він може працювати значно швидше порівняно з іншими методами, що вимагають декількох проходів.

2. Ефективність ресурсів. YOLO вирізняється високою ефективністю використання ресурсів, що робить його практичним для розпізнавання об'єктів в реальному часі навіть на пристроях з обмеженими обчислювальними потужностями.

3. Робота з різними типами об'єктів. YOLO розроблено для розпізнавання широкого спектру об'єктів на зображеннях, включаючи людей, транспортні засоби, тварин і т.д. Це робить його універсальним і застосовним у різних задачах.

4. Можливість роботи з реальними зображеннями. Однією з сильних сторін YOLO є його можливість робити розпізнавання об'єктів в реальному

часі, що робить його відмінним вибором для застосувань, де важлива миттєва відповідь.

5. Легкість інтеграції. YOLO має відкритий код і велику спільноту розробників, що полегшує інтеграцію з іншими технологіями і платформами.

6. Висока точність розпізнавання. Алгоритм YOLO відзначається високою точністю при розпізнаванні об'єктів, навіть на зображеннях з великою кількістю об'єктів та в умовах складних сцен.

7. Доступність попередньо навчених моделей. YOLO надає попередньо навчені моделі, які можна використовувати для різноманітних завдань, що робить процес розробки більш ефективним і менш витратним.

8. Сучасні архітектури. YOLO постійно оновлюється, виходячи нові версії, що дозволяє використовувати сучасні архітектурні підходи та отримувати кращі результати.

Інтеграція бібліотеки Yolo для розпізнавання об'єктів на зображеннях є ключовим етапом у реалізації додатку для аналізу тестів на вагітність. Yolo — це алгоритм машинного навчання, спрямований на виявлення та класифікацію об'єктів на зображеннях в реальному часі.

Першим етапом є завантаження попередньо навченої моделі Yolo та ініціалізація її для використання в додатку. Використовуючи бібліотеку tensorflow.js, цей процес можна здійснити наступним чином:

```
import * as tf from '@tensorflow/tfjs';
import * as yolo from 'tfjs-yolo';

const loadYOLOModel = async () => {
  await tf.ready();
  const model = await yolo.load();
  return model;
};
```

### Рисунок 5.1 – Завантаження моделі

Після ініціалізації моделі можна перейти до обробки зображення для розпізнавання об'єктів.

```
const processImageWithYOLO = async (image) => {
  const model = await loadYOLOModel();

  const tensorImage = tf.browser.fromPixels(image);
  const resizedImage = tf.image.resizeBilinear(tensorImage, [416, 416]);
  const expandedImage = resizedImage.expandDims(0);

  const predictions = await model.predict(expandedImage);

  return predictions;
};
```

### Рисунок 5.2 – Обробка зображення

Після успішної інтеграції Yolo результати розпізнавання об'єктів потрібно ефективно відобразити на веб-інтерфейсі щоб користувач міг з ними взаємодіяти. Отримані результати можна відобразити за допомогою React-компоненту. На малюнку 5.3 представлено фрагмент коду компоненту який відображає результати розпізнавання тесту.

```
import RadioButtonUncheckedIcon from '@mui/icons-material/RadioButtonUnchecked';
import RefreshIcon from '@mui/icons-material/Refresh';

function AnalysisResultComponent() {
  return (
    <Box textAlign="center" p={2}>
      <Typography variant="h4" gutterBottom>
        ANALYSS
      </Typography>

      <Paper elevation={3} sx={{ p: 2, mb: 4 }}>
        <Typography variant="h6" gutterBottom>
          PRESPE TEST
        </Typography>
        <Box sx={{ display: 'flex', justifyContent: 'center', mb: 2 }}>
          { /* Placeholder for graph/chart */ }
        </Box>
        <Typography variant="subtitle1">
          RESULT
        </Typography>
      </Paper>

      <Box sx={{ display: 'flex', justifyContent: 'space-around', mb: 2 }}>
        <IconButton onClick={handleClick}>
          <CheckCircleOutlineIcon fontSize="large" />
        </IconButton>
        <IconButton onClick={handleClick}>
          <RadioButtonUncheckedIcon fontSize="large" />
        </IconButton>
      </Box>
    </Box>
  );
}
```

### Рисунок 5.3 – Компонент відображення результатів



## 6. Тестування та інструкція користувача

В цьому розділі ми розглянемо важливий етап у розробці нашого додатку для аналізу тестів на вагітність — тестування, а також підготуємо інструкцію для користувачів. Його мета - перевірка коректності роботи функціоналу та виявлення можливих помилок чи проблем. Тестування може бути автоматизованим або ручним і включати різні види, такі як модульне, інтеграційне, та функціональне тестування.

Перед тим як представити додаток користувачам, важливо переконатися, що він працює стабільно, безпечно та відповідає всім вимогам. Тестування дозволяє виявити та усунути можливі помилки, а також перевірити функціональність та продуктивність.

### 6.1 Види тестування

*Модульне тестування.* Модульне тестування спрямоване на перевірку правильності роботи окремих частин програмного забезпечення, або модулів. Використовується для впевненості в коректності функцій та методів.

Інструменти. Використання Jest, Mocha, та інших бібліотек для модульного тестування.

*Інтеграційне тестування.* Інтеграційне тестування перевіряє, як різні компоненти системи взаємодіють один з одним. Це важливо для виявлення проблем на рівні взаємодії між компонентами.

Інструменти. Enzyme, React Testing Library та інші інструменти для тестування взаємодії компонентів.

*Функціональне тестування.* Функціональне тестування перевіряє, чи відповідає додаток функціональним вимогам та специфікаціям. Важливо для забезпечення правильної роботи додатку з користувацької точки зору.

Інструменти. Використання Cypress, Selenium та інших інструментів для автоматизованого функціонального тестування.

## 6.2 Інструкція користувача

*Запуск додатку.* Переконайтеся, що ви маєте актуальну версію браузера Google Chrome або Mozilla Firefox. Запустіть додаток, перейшовши за посиланням.

*Головний екран додатку.* На початковому екрані знаходять три головних кнопки. Перша «Start new scan» по натисканню на яку Вас перенаправить на наступну сторінку додатку з якої можна завантажити фото тесту. Де потрібно буде натиснути кнопку «Upload» та обрати відповідне зображення. Друга кнопка перенаправляє на екран попередніх результатів, якщо такі були. І остання кнопка перенаправляє на екран зі списком корисних ресурсів.

*Результати розпізнавання.* Після завантаження зображення, система використовує алгоритм розпізнавання об'єктів для визначення результатів тесту. Після розпізнавання Вас перенаправить на екран з результатами, де їх можна зберегти або експортувати для подальшого використання.

Після використання завершіть сесію та закрийте додаток для забезпечення безпеки та конфіденційності даних.

## **Висновки**

У цій дипломній роботі було детально розглянуто впровадження мобільної інформаційної технології для аналізу та оцифрування тестів на вагітність. Аналіз існуючих технологій та методів дозволив виокремити актуальні завдання та обрати оптимальні методи рішення. Визначено важливі аспекти, такі як безпека даних та стандартизація, які вимагають уваги при впровадженні таких інновацій у медичну практику.

Подальший розвиток мобільних інформаційних технологій у медицині виявляє значний потенціал для покращення точності та швидкості діагностики. Інтеграція штучного інтелекту в дослідження результатів тестів та використання машинного навчання для аналізу зображень відкривають нові перспективи у сфері медичних досліджень.

Важливим аспектом є необхідність подальших досліджень і вдосконалення алгоритмів, щоб забезпечити високу ефективність та надійність системи. Окрім технічних питань, важливо також враховувати етичні та соціокультурні аспекти впровадження подібних технологій у медичну практику.

У майбутньому розвитку цього напрямку важливо забезпечити не лише технічну інноваційність, але й широке розуміння та прийняття серед медичної громадськості, забезпечуючи високий ступінь довіри до таких технологій.



## Список літератури

1. Mitchell M., Kan L. Digital technology and the future of health systems. *Health Systems & Reform*. 2019. 113–120p.
2. Lee V. Digital Health: Scaling healthcare to the world. Springer, 2020. 383p.
3. Martin C. L., Murphy P. A. "Accuracy of smartphone applications in assessing pregnancy tests results." *Journal of mobile technology in medicine*, 2019. 15-22 p.
4. Patel S. K., Patel S. S. "A Comprehensive review of health monitoring systems using iot and wearable technology." *Journal of information technology and digital world*, 2023. 33-45 p.
5. Singh M., Sandhu G. S. Handbook of research on developments in e-health and telemedicine: Technological and social perspectives. IGI Global, 2022. 250p.
6. Wilson L.S., Maeder A.J. Recent directions in telemedicine: review of trends in research and practice. *Healthcare informatics research*. 2015. 213 p.
7. Taylor P., Alman D. "Integrating digital health into the curriculum: Preparing students for the technological transformation of healthcare." *International Journal of Health Sciences Education*, 2021. 50-80p.
8. Sanjeev P. Bhavnani, Jagat Narula, Partho P. Sengupta. Mobile technology and the digitization of healthcare. Palgrave macmillan. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4914890/> (дата звернення: 15.11.2023).
9. Wilson K., Gaffney H. "Validity and reliability of smartphone applications for clinical assessment of the visual system." *Journal of mobile and ubiquitous systems: computing, networking, and services*, 2018. 1-8 p.
10. Іаненко В. М., Петренко С. О. Мобільні технології в медицині: перспективи та виклики. Київ: Наукова думка, 2021. 160 с.

11. Поліщук В. П. Інновації в діагностиці та моніторингу стану здоров'я. Львів: Галицька наукова література, 2020. 230 с.

12. Sumaiya Nuha Mustafina, Tahasin Mahmud, Nafiz Imtiaz Khan. Machine learning to predict pregnancy outcomes. BMC Pregnancy and Childbirth. URL: <https://bmcpregnancychildbirth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12884-022-04594-2> (дата звернення: 15.11.2023).

13. Hassan MR, Al-Insaif S, Hossain MI, Kamruzzaman J. A machine learning approach for prediction of pregnancy outcome following ivf treatment. Neural Comput & Applic. 2020. 228 p.

14. Hou M. Y., Hurwitz S., Kavanagh E., Fortin J., Goldberg A. Mobile health applications for women: A systematic review of their functionality. 2016. 328p.

15. Frid G., Bogaert K., Chen K. Mobile health apps for pregnant women: Systematic search, evaluation, and analysis of features. J Med Internet Res 2021. URL: <https://www.jmir.org/2021/10/e25667/PDF> (дата звернення 16.11.2023).

16. Wang N., Deng Z., Wen L. M., Ding Y., He G. Understanding the use of smartphone apps for health information among pregnant chinese women: Mixed methods study. JMIR mHealth uHealth. URL: <https://mhealth.jmir.org/2019/6/e12631/> (дата звернення 16.11.2023).

17. Dolan B. Report finds pregnancy apps more popular than fitness apps. Mobi health news. URL: <https://www.mobihealthnews.com/20333/report-finds-pregnancy-apps-more-popular-than-fitness-apps> (дата звернення 16.11.2023).

18. Kati Anneli Kannisto, Marita Hannele Koivunen, Maritta Anneli Välimäki. Mobile technology for treatment adherence: The use of text message reminders. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4211035/> (дата звернення 16.11.2023).

19. Cook J. A dangerous pregnancy scam is trending on the app store. The Huffington Post. URL: [https://www.huffpost.com/entry/lunar-app-pregnancy-test\\_n\\_5dfb9cfae4b006dceaaa4148](https://www.huffpost.com/entry/lunar-app-pregnancy-test_n_5dfb9cfae4b006dceaaa4148) (дата звернення 16.11.2023).

20. Lee A., Newton M., Radcliffe J., Belski R. Pregnancy nutrition knowledge and experiences of pregnant women and antenatal care clinicians: a mixed methods approach. *Women Birth* 2018. 277p.

21. Yajnik C. S., Deshmukh U. S. Maternal nutrition, intrauterine programming and consequential risks in the offspring. *Rev endocr metab disord.* 2008. 211p.