

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Система моніторингу стану пацієнта

Назва теми

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Шифр, назва

Освітня програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»

Назва

Виконав:

студент IV курсу, група TP1-19-1

Підпис

Віталій БОРДІЙЧУК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки

Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«6» 06 2023 р.

Хмельницький 2023

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 17 – Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Освітня-професійна програма Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою _____

«__» _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Бордійчук Віталій Леонідович

1 Тема роботи: Система моніторингу стану пацієнта

керівник роботи Корецька Л.О., к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2023р. №5.

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.
Огляд технічних рішень по системам моніторингу стану пацієнта. Основна
частина. Моделювання роботи системи моніторингу стану пацієнта. Висновки.

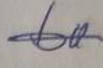



5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

3 креслення

Завдання отримав _____ Vol

Науковий керівник _____ Vol

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТгаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТгаР		

7. Дата видачі завдання « 01 » 02 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

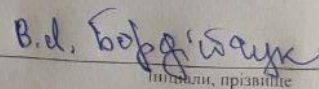
№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023р.	Виконано
2	Огляд технічних рішень по системам моніторингу стану пацієнта	15.03.2023р.	Виконано
3	Основна частина	10.04.2023р.	Виконано
4	Моделювання роботи системи моніторингу стану пацієнта	10.05.2023р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2023р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до КРБ	25.05.2023р.	Виконано
7	Оформлення презентаційних матеріалів	1.06.2023р.	Виконано

Студент

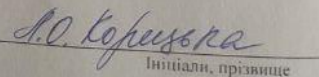
Керівник роботи



Підпис


Ініціали, прізвище


Підпис


Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Система моніторингу стану пацієнта».

Автор роботи: Бордійчук В.Л.

Керівник роботи: Корецька Л.О.

Пояснювальна записка: 62 с., 47 рис., 2 табл., 3 дод., 40 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПАЦІЄНТА, ВИЯВЛЕННЯ ПАДІНЬ ХВОРИХ ОСІБ, МІКРОКОНТРОЛЕР, GSM-МОДЕМ, ПЕРЕДАЧА СИГНАЛУ, АКСЕЛЕРОМЕТР, ЛОКАЛІЗАЦІЯ ЗА GPS.

Метою роботи є моделювання системи моніторингу стану пацієнтів, яка б дозволила реєструвати процес падіння пацієнтів, зменшити кількість хибних спрацювань системи, зчитувала б інформацію про загальний фізіологічний стан пацієнта та передавала отриману інформацію відповідним медичним працівникам наряду із місцезнаходженням пацієнта. Проведено підбір обладнання для системи моніторингу стану пацієнтів. Система складається із мікроконтролера Arduino Uno, зумера, джерела живлення, кнопки, датчика вібрації SW420, акселерометричного датчика ADXL345, а також температурного датчика LM35. Для передачі сигналів пропонується використання GSM-модему SIM900, GPS Skylab SKG13 та Bluetooth HC 05. Запроєктовану систему моніторингу стану пацієнтів на виявлення падіння можна використовувати протягом тривалого часу як в медичних закладах для прискорення реагування медичного персоналу, так і в домашніх умовах. Використання такої СМСП пришвидшуватиме процес раннього втручання медичних працівників та сприятиме профілактиці побічних ефектів, які пов'язані із падінням пацієнтів, які хворі на діабет та епілепсію.

05.06.2023
дата



. Підпис

Зміст

ВСТУП	с. 3
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПО СИСТЕМАМ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПАЦІЄНТІВ	4
1.1 Хвороби, що можуть призвести до падінь та випадків	4
1.2 Можливості використання інфокомунікаційних засобів у медицині	9
1.3 Існуючі дослідження та розробки у сфері виявлення падінь пацієнтів	14
1.4 Висновки до першого розділу	22
2 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПАЦІЄНТІВ	23
2.1 Підбір обладнання для системи моніторингу стану пацієнтів	23
2.2 Засоби GSM зв'язку та GPS локалізації	29
2.3 Висновки до другого розділу	32
3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ	33
3.1 Проєкт інфокомунікаційної системи моніторингу стану пацієнтів	33
3.2 Особливості використання змодельованої системи моніторингу стану пацієнтів	40
3.3 Моделювання роботи системи моніторингу стану пацієнтів в мобільному додатку	46
3.4 Висновки до третього розділу	54
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ	63

Шифр КвРТР.2019003.01.03.ПЗ								
Зм.	Арк.	Надокум.	Підпис	Дата	Система моніторингу стану пацієнта. Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Бордійчук В.Л.	<i>[Підпис]</i>	06.08.23		y	2	62
Перевір.		Корецька Л.О.	<i>[Підпис]</i>	06.08.23				
Н.контр.		Корецька Л.О.	<i>[Підпис]</i>	06.08.23				
		Мартинюк В.В.	<i>[Підпис]</i>	06.08.23				
						ХНУ тр. ТР1-19		

ВСТУП

Однією із поширених та достатньо небезпечних проблем для пацієнтів, які хворі на діабет та епілепсію, є падіння. Пацієнти з епілепсією також в більшості випадків окрім самого падіння зазнають ще й епілептичних нападів, при яких вони не здатні контролювати рухи власного тіла. Крім того, падіння є достатньо поширеною проблемою для людей похилого віку, яке може призвести до серйозних травм, наприклад, до перелому шийки стегна.

Ключем для зниження ризику виникнення додаткових травм від процесу падіння є швидке реагування відповідного медичного персоналу. Завдяки цьому можна уникнути в деяких випадках навіть летального наслідку. Тому виявлення падінь пацієнтів якомога швидше є достатньо актуальною проблемою, вирішення якої призведе до зниження ризику серйозних травм у пацієнтів.

Впровадження інфокомунікаційних систем як в медичній галузі в цілому, так і конкретно для вирішення проблеми реєстрації моніторингу стану пацієнтів сприятиме скороченню часу реагування персоналу медичного закладу або іншим особам, які здійснюють догляд за пацієнтами, хворими на діабет або епілепсію, а також для людей, які слідкують за станом здоров'я людей похилого віку.

Метою роботи є моделювання системи моніторингу стану пацієнтів, яка б дозволила реєструвати процес падіння пацієнтів, зменшити кількість хибних спрацювань системи, зчитувала б інформацію про загальний фізіологічний стан пацієнта та передавала отриману інформацію відповідним медичним працівникам наряду із місцезнаходженням пацієнта.

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПО СИСТЕМАМ ВИЯВЛЕННЯ ПАДІНЬ ПАЦІЄНТІВ

1.1 Хвороби, що можуть призвести до падінь та випадків

Падіння хворих людей та пацієнтів може статися із ряду причин. Однією з найбільш поширених причин падіння є стан непритомності, який характеризується втратою свідомості на певний недовготривалий період часу. Сімейні лікарі вирізняють серед найбільш поширених причин непритомності наступні:

- переживання, тривога, нервові напруження. В стресовій ситуації особа може відчувати різкий занепад сил та слабкість, в результаті чого може статися втрата свідомості;

- спека. В періоди критичних показників температури атмосферного повітря в літній період часу втрата свідомості стає поширеним фактором. Особливо втрата свідомості стосується людей із пониженим тиском, якщо вони у спекотний літній період довго перебувають у транспорті із поганою вентиляцією повітря, або в переповнених приміщеннях.

- духота. У випадку неякісно спроектованої системи вентиляції повітря ризик виникнення непритомності, оскільки у приміщеннях накопичується висока концентрація вуглекислого газу, в результаті чого люди, що знаходяться в такому приміщенні, можуть втрачати свідомість по причині нестачі кисню в організмі;

- при загальних розладах організму особа може знепритомніти навіть у випадку швидкого підйому із положення лежачи;

- втрату свідомості часто може спровокувати больовий шок. В таких випадках людський організм намагається легше пережити сильний біль, стресову ситуацію і, з метою заощадження сил, відключається із використанням захисного механізму непритомності;

- ще одним прикладом можливої втрати свідомості можуть стати жага та

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

голод. В такому випадку низький рівень ресурсів сприяє втрати свідомості;

– сильна кровотеча, наслідком якої стає різка втрата крові у великих об'ємах, також відзначається як одна із поширених причин втрати свідомості;

– наслідком анемії може бути постійне відчуття слабкості в організмі, внаслідок якої також людина може втратити свідомість;

– під час мікроінсультів може порушитись кровообіг у мозку, внаслідок чого значно підвищується можливість непритомності;

– як доброякісні, так і злоякісні новоутворення (пухлини) в головному мозку;

– ряд лікарських препаратів та алергічна реакції на вміст хімічних речовин у препаратах може стати причиною втрати свідомості у певних людей при прийомі медикаментів.

В залежності від того, як відбувається розвиток втрати свідомості, їх ділять на три основні великі групи. До першої групи відносяться *кардіальні* втрати свідомості, які пов'язані із неправильною роботою серця. До причин можуть відноситись ішемія серця, аритмія та пороки серця від народження.

Ортостатичні втрати свідомості характеризуються порушенням тону артерій, внаслідок чого стрімко знижується артеріальний тиск, а особа, яка довготривалий час знаходилась у вертикальному положенні непритомніє. *Нервово-рефлекторі* втрати свідомості характерні у випадку виникнення стресових ситуацій, а також після сильного фізичного навантаження чи при тривалому перебуванні людини в умовах тривожного стану [28].

Лікарі відзначають, що у випадку втрати свідомості перша допомога представляє собою першочергову перевірку дихання. Якщо особа дихає нормально, то її необхідно покласти на тверду та рівню поверхню на спину, в жодному випадку не можна класти на живіт. При блідості шкіри необхідно підкласти під ноги речі, сформувавши з них валик. Це сприяє забезпеченню піднятому положенню нижніх кінцівок. В протилежному випадку, якщо відмічається не блідість шкіри, а навпаки, почервоніння обличчя, знепритомнілу

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

особу необхідно підняти у положення напівсидячи.

Якщо після таких дій знепритомніла особа починає приходити до тями та не відчуває негативних наслідків в організмі, то виклик лікаря не є обов'язковим. Достатньо лише дати людині відпочити та забезпечити вільний доступ до повітря, наприклад, шляхом відкриття вікон.

Якщо ж випадки втрати свідомості у особи набувають систематичного характеру, рекомендується звернення до лікаря для виявлення причин втрати свідомості та призначення відповідного лікування. Крім того, якщо особа після втрати свідомості відчуває дезорієнтацію у просторі, а інколи навіть у власній особистості, звернення до лікаря є обов'язковим навіть у випадку, якщо це перша втрата свідомості за весь термін життя особи.

Слід відзначити, що у випадку таких хвороб, як гіпоглікемія (різке зниження глюкози у крові до показників, нижчих за норму) та епілепсія падіння пацієнтів майже неможливо уникнути.

За визначенням Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ) епілепсія – це хронічне неінфекційне захворювання головного мозку людини, яке може виникати у людей незалежно від віку [22]. За статистичними даними у світі зареєстровано більше 50 млн. людей із епілепсією, тобто це одне із найбільш поширених невротичних захворювань.

Для цього захворювання мозку характерними є випадки, що повторюються, та проявляються у вигляді короткочасних судом мимовільного характеру в будь-якій частині тіла (які мають назву парціальні судоми), а також в деяких випадках та судоми супроводжуються втратою контролю над функціями сечового міхура та кишечника і втратою свідомості [22].

Слід обов'язково відмітити те, що у випадку одного нападу в жодному випадку особі не діагностується епілепсія. За статистичними даними близько 10% від всього населення світу хоча б один раз у житті мали напади, які схожі на епілептичні.

За оцінками ВООЗ рівень захворюваності світового населення активною

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

формою епілепсії становить 0,004-0,01%, тобто від 4 до 10 хворих на 1000 осіб. При чому дослідження у країнах із середнім та низьким рівне доходів показує вищу статистику хворих, яка становить 0,007-0,015% населення, тобто від 7 до 15 хворих на епілепсію осіб на 1000 людей населення країни.

В Україні станом на 2018 рік хворих на епілепсію було зареєстровано на рівні 0,12% від загальної кількості населення, а саме 52483 особи [22].

Сама по собі епілепсія – це хвороба із спадковою схильністю. У випадку виявлення епілепсії у дітей та підлітків саме спадкова схильність відмічається як основна причина виникнення хвороби. В той же час існує і набута схильність до хвороби, яка виникає внаслідок перенесених захворювань головного мозку, при чому незалежно від періоду життя та віку, в якому особа хворіла на ці захворювання. У табл. 1.1 показано статистичні дані із причин виникнення епілепсії.

Таблиця 1.1 – Основні фактори виникнення епілепсії

Фактори виникнення епілепсії	Частота, %
Інфекції	2,5
Генетичні	65,5
Дегенеративні захворювання центральної нервової системи	3,5
Судинні захворювання головного мозку	10,9
Пухлини головного мозку	4,1
Черепно-мозкова травма	5,5
Пренатальні та перинатальні ураження нервової системи	8,0

Падіння пацієнтів у випадку хвороби на епілепсію може статися у будь-якому віці. Наприклад, у випадку рідкісної дитячої форми епілепсії, яка діагностується у віці від 5 місяців до 5 років, падіння та непритомність наряду із

судомами можуть виникнути навіть у віці 5 місяців. У немовлят напади можуть спостерігатися щодня, при чому достатньо часто декілька за день.

У випадку діагностування у дітей у віці від 7 місяців до 6 років синдрому Дузе (один із видів епілепсії), відмічається, що під час нападів діти завжди або падають, або втрачають контроль над рухливістю голови та закидують її неприродним чином [35].

В будь-якому випадку більшості видів захворювань на епілепсію характерним є щонайменше 50% випадків падіння пацієнтів при епілептичних нападах, а в деяких формах захворювань на епілепсію цей відсоток зростає до 93.

Цукровий діабет представляє собою групу метаболічних захворювань, які характеризуються гіперглікемією, що є результатом дефектів секреції інсуліну, його дії або обох цих факторів [21]. При наявності у людини цукрового діабету та неправильним відслідковуванням рівня цукру в крові, а також при неналежному або відсутньому лікуванні, людина може набути стану гіпоглікемії (недостатнього рівня цукру у крові) або ж гіперглікемії (занадто високого рівню цукру у крові). При чому гіперглікемії може призвести до гіперглікемічної коми.

На рис. 1.1 наведено приклад зміни рівню глюкози протягом дня від споживання їжі та проведено порівняння із зразковим харчуванням за графіком.



Рисунок 1.1 – Графік зміни інсуліну в залежності від споживання їжі

Інсулін – це гормон, який впливає на багато аспектів обміну речовин, а

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.
8

основною дією інсуліну є зменшення концентрації глюкози в крові. Ключовою ланкою діабету I типу абсолютна недостатність інсуліну інсуліну, а порушення дії інсуліну на тканини в організмі людини стає однією із основних причин виникнення цукрового діабету II типу [19].

Проявом обох випадків (гіпо- або гіперглікемії) може стати втрата свідомості у людей, які хворі на цукровий діабет незалежно від його типу (I або II типу). Проявами гіпоглікемії та, як наслідок, можливої втрати свідомості можуть бути також пропускання декількох прийомів їжі особами, які не хворі на цукровий діабет, а також порушення роботи печінки, нирок, надниркових залоз чи значне фізичне перевантаження. Навіть зловживання алкоголем може стати причиною втрати свідомості, оскільки характерним впливом його через декілька годин є власне зниження рівня цукру в крові.

В будь-якому випадку, незалежно від хвороби або навіть її відсутності, людина може втратити свідомість та впасти. Звісно, у хворих на епілепсію та цукровий діабет ризик падіння значно вищий, ніж у людей, які чутливі до високих температур навколишнього середовища по причині пониженого тиску.

1.2 Можливості використання інфокомунікаційних засобів у медицині

Використання інфокомунікаційних мереж та їх структура залежить в першу чергу від предметної області, в якій планується використовувати інфокомунікаційну мережу (ІКМ). В медичній галузі в Україні характерний лише початковий етап розвитку із створення телемедичних телекомунікаційних мереж.

Інфокомунікаційні технології в медицині в інших країнах світу використовуються в основному для телемедичного консультування, проведення дистанційного моніторингу показників стану організму, моніторингу ходу реабілітаційного процесу при амбулаторному лікуванні від наслідків травми, та інші.

Однією із основних проблем ходу реабілітаційного процесу в амбулаторних

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

умовах відмічають саме недотримання самим пацієнтами процедур та виконання вправ, назначених лікарем-фізіотерапевтом. Зарубіжні дослідники відмічають, що дистанційний моніторинг дотримання фізіотерапії при амбулаторному лікуванні сприяє тому, що 90% пацієнтів слідують настановам лікарів та не нехтують фізичними процедурами реабілітації.

Автоматизація інформаційної діяльності медичних закладів із забезпеченням лікарської та особистої таємниці є об'єктом дослідження науковців в Україні. В процесу розробки знаходиться проєкт, який дозволить лікарям різних регіонів спілкуватись між собою не полишаючи робочого місця. Використання такої ІКМ сприятиме спрощенню проведення медичних заходів та консилиумів, обміну досвіду та підвищення кваліфікації.

За зазначеним проєктом планується об'єднання декількох локальних мереж у загальну комп'ютерну мережу, яка буде орієнтована на обслуговування різних центрів та виконання різних видів операцій. Наприклад, окремою ланкою може бути локальна мережа відділу кадрів, приймальної певної лікарні, відділ комп'ютерного моніторингу пацієнтів, тощо [15]. Схема такої локальної мережі зазначена на рис. 1.2.

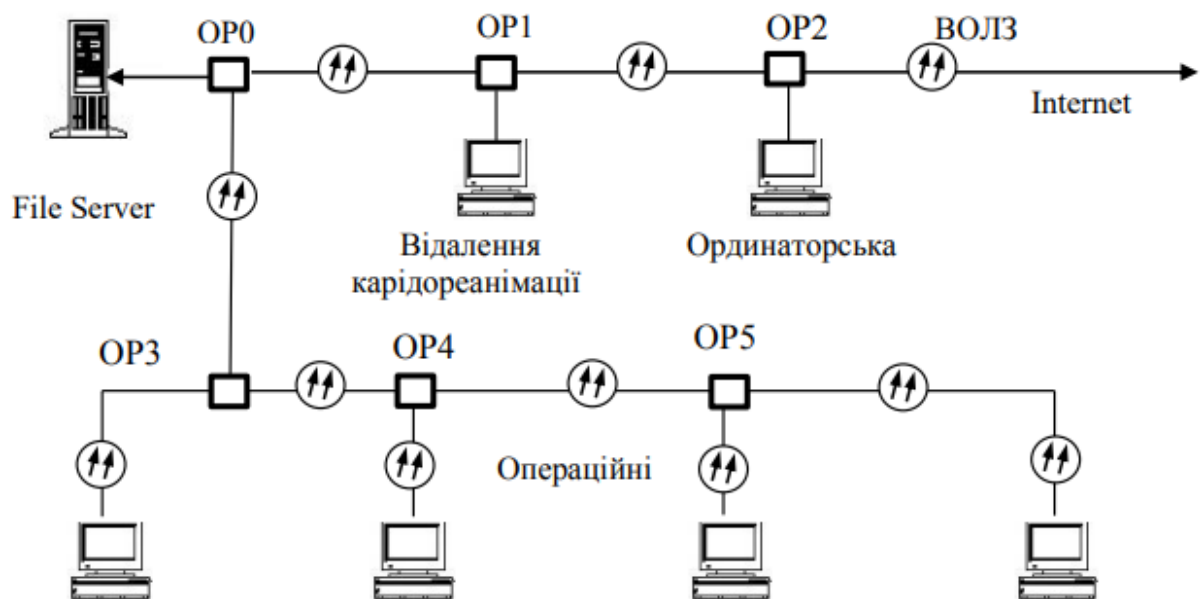


Рисунок 1.2 – Проєкт інфокомунікаційної мережі центру медичних послуг

Інші дослідники вивчають можливість побудови структурної моделі та концепції мультипараметричної інформаційної системи для дослідження психофізіологічних показників пацієнтів [27]. Метою її досліджень є створення інфокомунікаційних засобів опрацювання результатів даних по психофізіологічному стану людей із подальшим наданням рекомендацій.

За їх концепцією інформаційна мультипараметрична система повинна:

- виявляти та контролювати порушення функцій організму, рівень стресу, фізичного навантаження, порушення добових циклів сон-бадьорість та інші стани здоров'я людини;
- проводити порівняльний експрес-аналіз отриманих показників;
- визначати показники для проведення більш комплексного аналізу;
- досліджувати вплив одних параметрів та показників на інші, тобто проводити мультипараметричний аналіз даних (наприклад, вплив стилю та якості харчування на рівень стресу);
- проводити скрінингові дослідження;
- формувати рекомендації для пацієнтів [27].

Розвитку набули також технології блокчейну. По своїй суті блокчейн представляє собою розподілену базу даних, в якій збережений впорядкований характер ланцюжок запитів. Серед переваг використання децентралізованої системи відмічається можливість захисту конфіденційності користувачів, пацієнтів, лікарів та медичної установи в цілому. Ключові елементи та технологічні особливості використання технології блокчейну в медицині показані на рис. 1.3.

В той же час набуває популярності використання SDN в медичних ІКС. Цей підхід представляє собою створення окремої незалежної мережі, що використовує API або програмні контролери для комунікації із засобами маршрутизації трафіку та апаратною інфраструктурою. Відмінність цієї системи від традиційних систем, що використовуються в медичних закладах України полягає у використанні спеціалізованого обладнання, а саме комутаторів та маршрутизаторів. Така

мережа забезпечує новий підхід до маршрутизації пакетів даних.

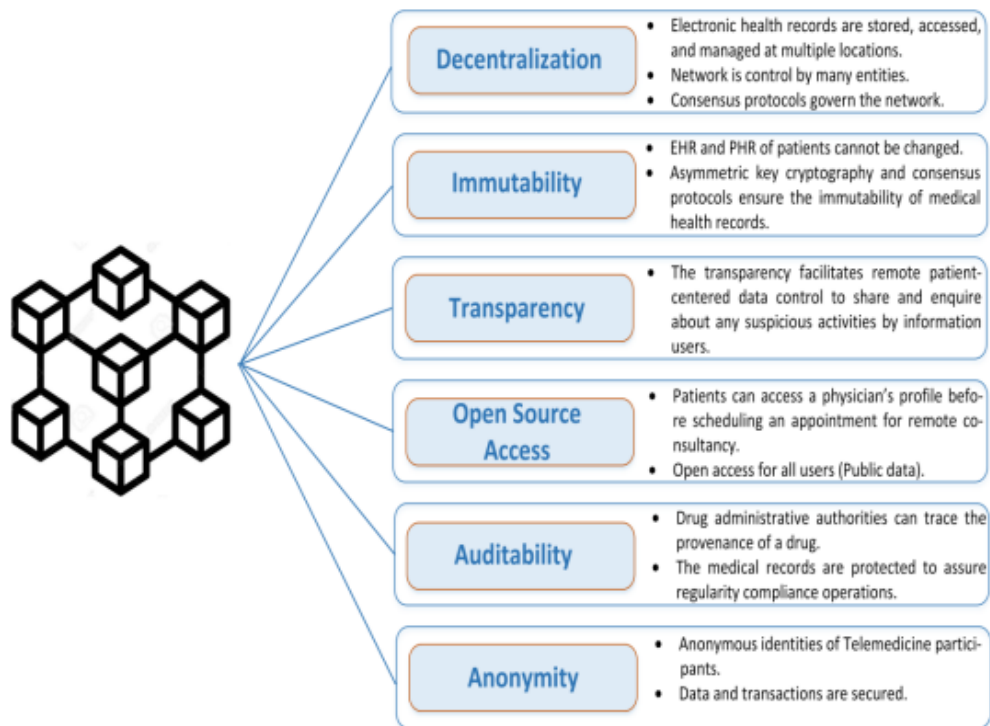


Рисунок 1.3 – Ключові елементи структури блокчейну в медичній сфері

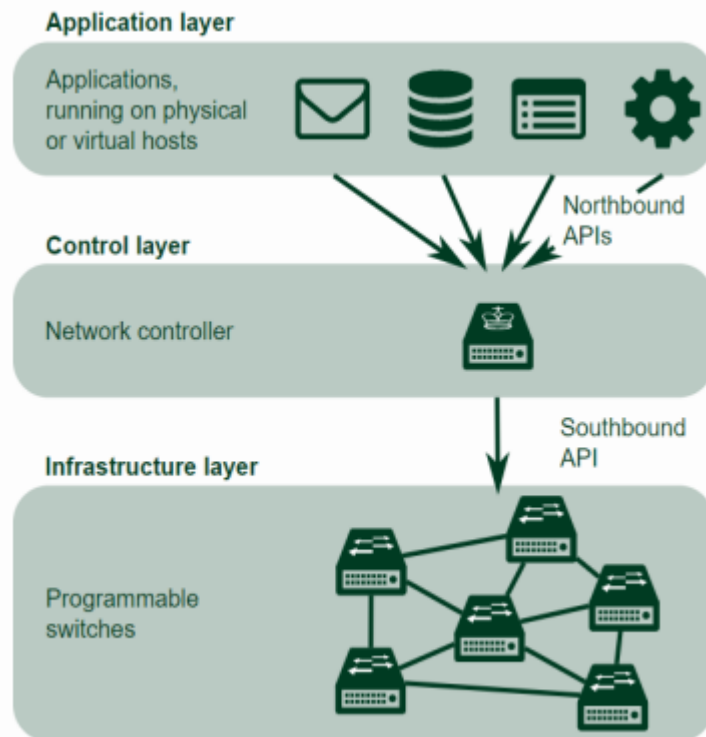


Рисунок 1.4 – Концепція архітектури SDN

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.
12

Складові частини типової архітектури SDN мережі представляють собою три основні компоненти (рис. 1.4), які фізично розташовані в окремих місцях. Ці компоненти представляють собою:

- контролери, задача яких лежить в прийнятті рішенні про шлях передачі пакету даних;
- мережеві пристрої, відповідальні за отримання інструкцій від контролера;
- додатки (по суті програмні засоби), задачею яких є передача інформації по всій мережі або у вигляді відповідей на конкретні запити.

При аналізі використання ІКС в медичній сфері слід відмітити про смарт-контракти. Смарт-контракти представляють собою можливість підписання контрактних документів із використання інфокомунікаційних технологій. Наприклад, для виконання встановлених в смарт-контракті дій, така ІКС на початку своєї роботи перевіряє виконання визначених наперед умов. Прикладом дій для виконання можуть бути видача квитків або видача платежів. Після виконання кожної дії система оновлюється, що у своїй суті означає, що транзакція, яка була проведена в системі, не може змінюватись в подальшому ніяким чином. Життєві цикли смарт-контрактів більш детально показані на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Життєвий цикл елементів смарт-контракту

Проведений аналіз дозволив виокремити переваги та недоліки використання різних ІКС в медичній сфері. Порівняння характеристик різних ІКС наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняння інфокомунікаційних систем, що використовуються в медицині

Параметр	ІКС з підтримкою блокчейну	Традиційна ІКС	Централізована ІКС
Надійність і цілісність	Висока	Низька	Низька
Вартість	Низька	Висока	Низька
Прозорість	+	-	-
Аудиторські випробування	+	-	-
Час очікування пацієнта	Низька	Високий	Низька
Конфіденційність даних та їх безпека	Легко	Важко	Важко
Вимоги до відвідування	+	-	-
Документація	-	+	+
Відмовостійкість	+	-	-
Системне адміністрування	Децентралізовано	Централізовано	Централізовано
Маніпулювання медичними картками	+	-	+
Дані походження	+	-	-

1.3 Існуючі дослідження та розробки у сфері виявлення падінь пацієнтів

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щороку у світі відбувається близько 646 тис. смертельних падінь, більшість з яких припадає на

дорослих старше 65 років. Це робить падіння другою причиною смерті від ненавмисного травматизму після дорожньо-транспортного травматизму. У всьому світі падіння є основною проблемою громадського здоров'я для людей похилого віку. Зрозуміло, що травми, спричинені падіннями, які отримують літні люди, мають багато наслідків для їхніх сімей, а також для систем охорони здоров'я та суспільства в цілому [2].

На рис. 1.6 показано Google Trand на запити стосовно датчиків та інших засобів виявлення падінь. На основі цього графіку можна зробити висновок, що виявлення падінь привертає все більше уваги як з боку науковців, так і з боку промисловості, особливо в останні кілька років, коли можна спостерігати різке зростання.

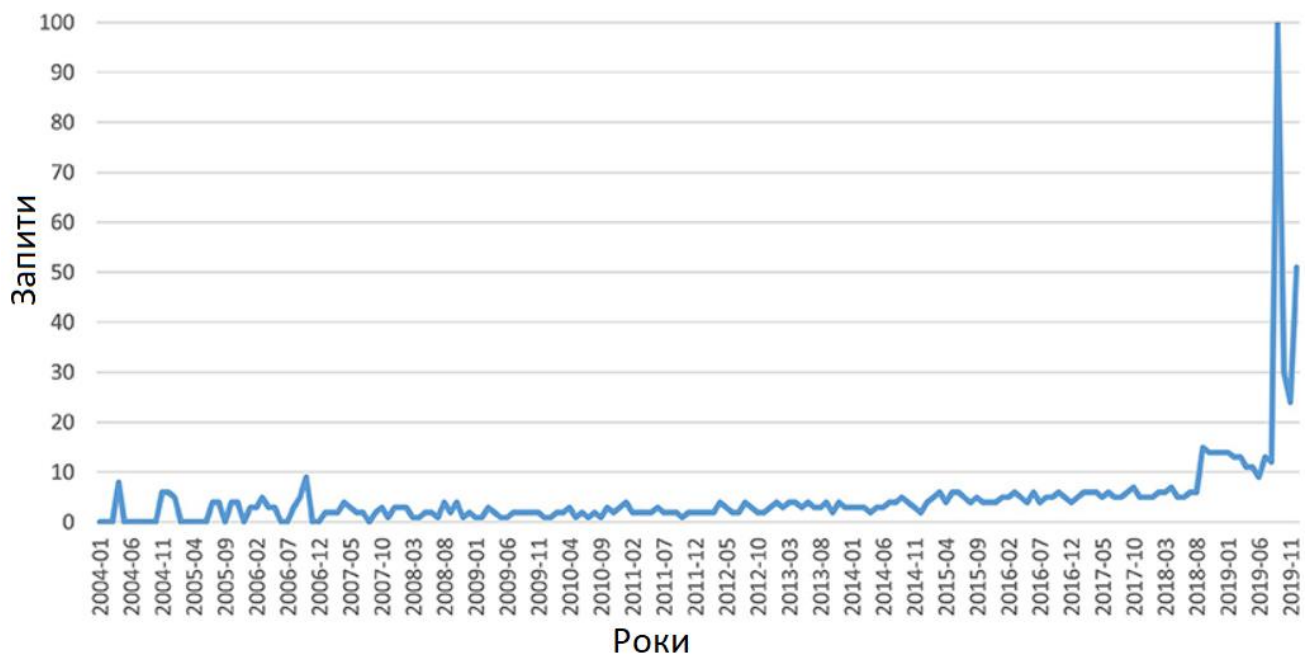


Рисунок 1.6 – Зацікавленість у датчиках виявлення падіння протягом останніх років

1. IRIS™ Fall Detection.

Компанія IRIS™ запустила рішення для відеоаналітики на основі штучного інтелекту IRIS+, яке поєднує в собі безліч можливостей. Провідна продуктивність

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.

15

забезпечується на платформі, яка підтримує можливості налаштування та зчитування вертикальних положень.

Шведська компанія IRISITY запровадила ряд датчиків та програмного забезпечення для вирішення ряду специфічних задач безпеки та охорони здоров'я як в побуті, так і на підприємствах. До їх продукції відносяться:

- виявлення проникнення на територію – IRIS Intrusion;
- виявлення осіб із ознаками бродяжництва – Loitering;
- виявлення ознак насильницької поведінки – Violent behavior;
- виявлення ознак пожежі – Flame detection;
- виявлення переходу залізничних шляхів у невстановленому місці – Rail trespassing;
- виявлення об'єктів, що залишились без нагляду – Unattended object.

Одним із продуктів компанії IRISITY є IRIS™ Fall Detection, що представляє собою систему виявлення падіння, яка відстежує рух людини на основі сучасної технології оцінки пози людини (рис. 1.7). У випадку падіння людини внаслідок нещасного випадку або травми, IRIS™ Fall Detection сигналізує про це медичному працівнику або оператору шляхом передачі сигналу тривоги [4].

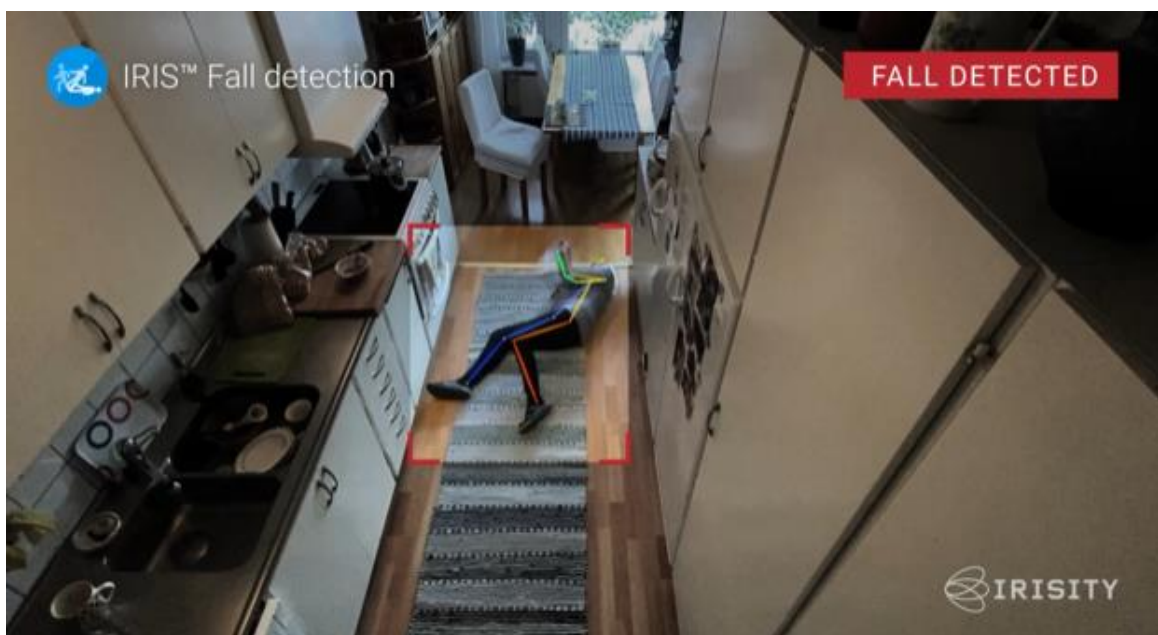


Рисунок 1.7 – Процес розпізнавання падіння в IRIS™ Fall Detection

Систему можна використовувати для захисту не тільки літніх людей, але й працівників на виробничих підприємствах, які падають, особливо якщо вони працюють у відділі самостійно та не мають змоги покликати колег на допомогу. Підходить для широкого спектру застосувань у сфері безпеки, починаючи від охорони праці та транспортних операторів і закінчуючи медичними працівниками та доглядом за людьми похилого віку.

2. Датчик iLife™ Fall Detection.

Одним із пристроїв, які намагаються вирішити проблему падінь у літніх та/або хворих людей є датчик виявлення падіння iLife™ Fall Detection Sensor від компанії AlertOne®. Цей датчик є аналоговим та бездротовим, що працює від батареї та носить на тілі таким же чином, як і фітнес-браслет або годинник. На відміну від IRIS™ Fall Detection, він виявляє не лише сам факт падіння людини, а й ненормальні рухи тіла. На датчику наявна кнопка допомоги, а у випадку виявлення датчиком ненормальних рухів, сигнал про допомогу автоматично надсилається у пункт медичної допомоги.

Цей датчик використовує лише акселерометри, тобто базується на роботі алгоритмів на прискоренні без використання гіроскопа. Крім того, у датчика є всього один світлодіод для можливості візуального підтвердження активації. Такий датчик не рекомендується для використання із вадами зору або слуху, оскільки в ньому немає тактильного оповіщення особи та звукового сигналу.

Головним недоліком цього датчика є те, що він потребує базової станції для своєї роботи. У випадку виявлення падіння датчик зв'язується із кол-центром за допомогою радіочастот, а вартість обслуговування датчика колл-центром становить 27,95 доларів США на місяць, що є додатковими витратами.

3. Activity Tracking and Fall Detection.

Компанія ADI розробила рішення для відстеження активності та виявлення падінь, яке базується на використанні акселерометрів із наднизьким енергоспоживанням. Асортимент акселерометрів компанії ADI лідирує в галузі за показниками потужності, шуму та пропускну здатності, що робить їх ідеальними

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

для додатків виявлення руху та класифікації рухів, що носяться [1].

Компанія ADI розробила цілий ряд рішень та датчиків стосовно відстеження стану пацієнта та не обмежується лише датчиком падіння. Всі датчики можуть використовуватись як складові однієї цільної системи моніторингу пацієнта (рис. 1.8).

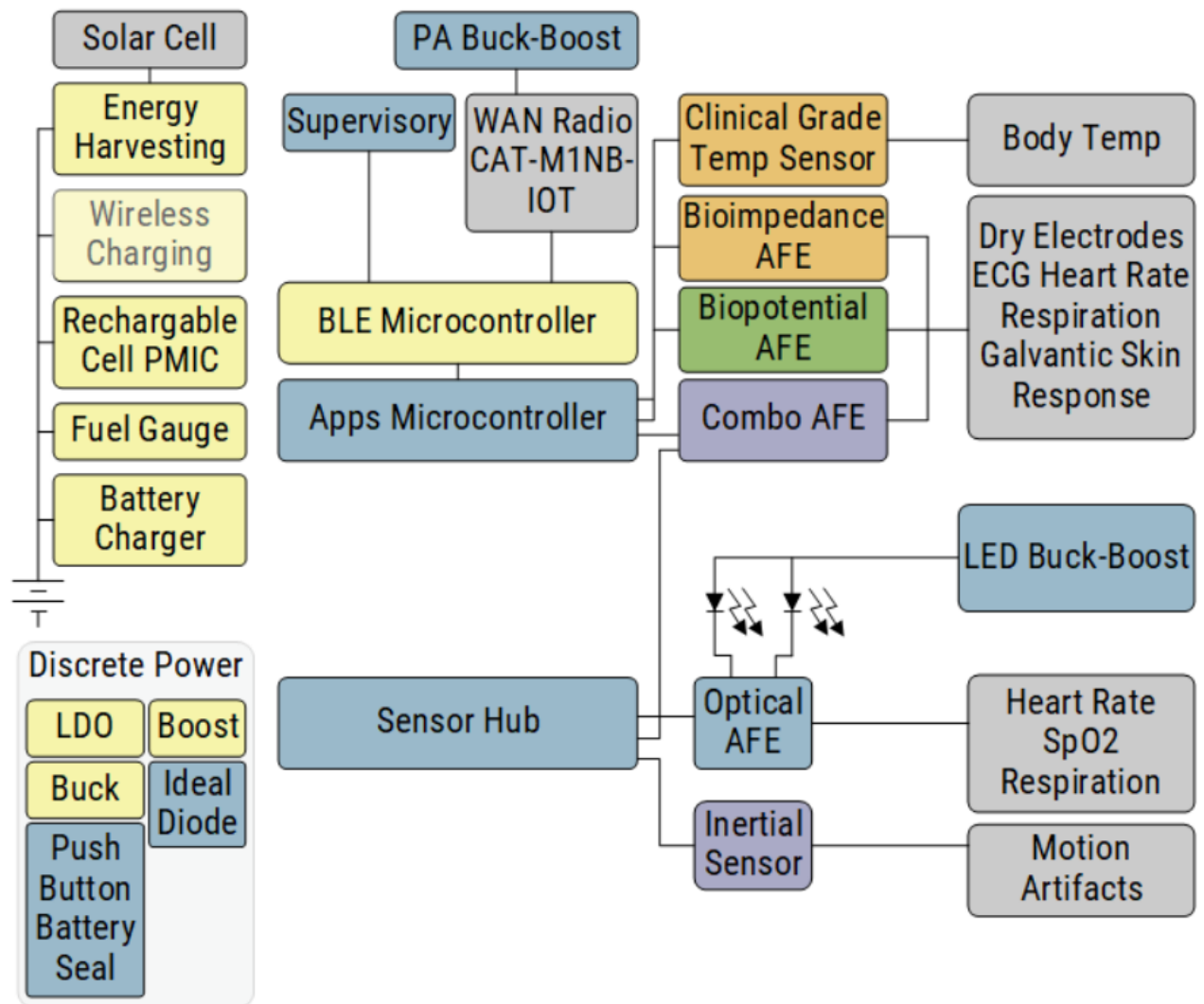


Рисунок 1.8 - Дистанційний моніторинг пацієнта компанії ADI

Модель ADXL367 представляє собою трьохосьовий акселерометр на основі мікроелектромеханічних систем, якому характерний наднизький рівень енергоспоживання (лише 0,89 мкА при частоті вихідних даних 100 Гц). ADXL367 не використовує занижену дискретизацію вхідних сигналів, на відміну від

оснащені процесором Arm® Cortex®-M4 з FPU, який дозволяє проводити обчислення складних функцій і алгоритмів з інтегрованим керуванням живленням. В ці мікроконтролери включена радіостанція останнього покоління Bluetooth 5 LE, якій характерна висока пропускна здатність (2 Мбіт/с) наряду із апаратним модулем захисту довіри (TPU) від ADI.

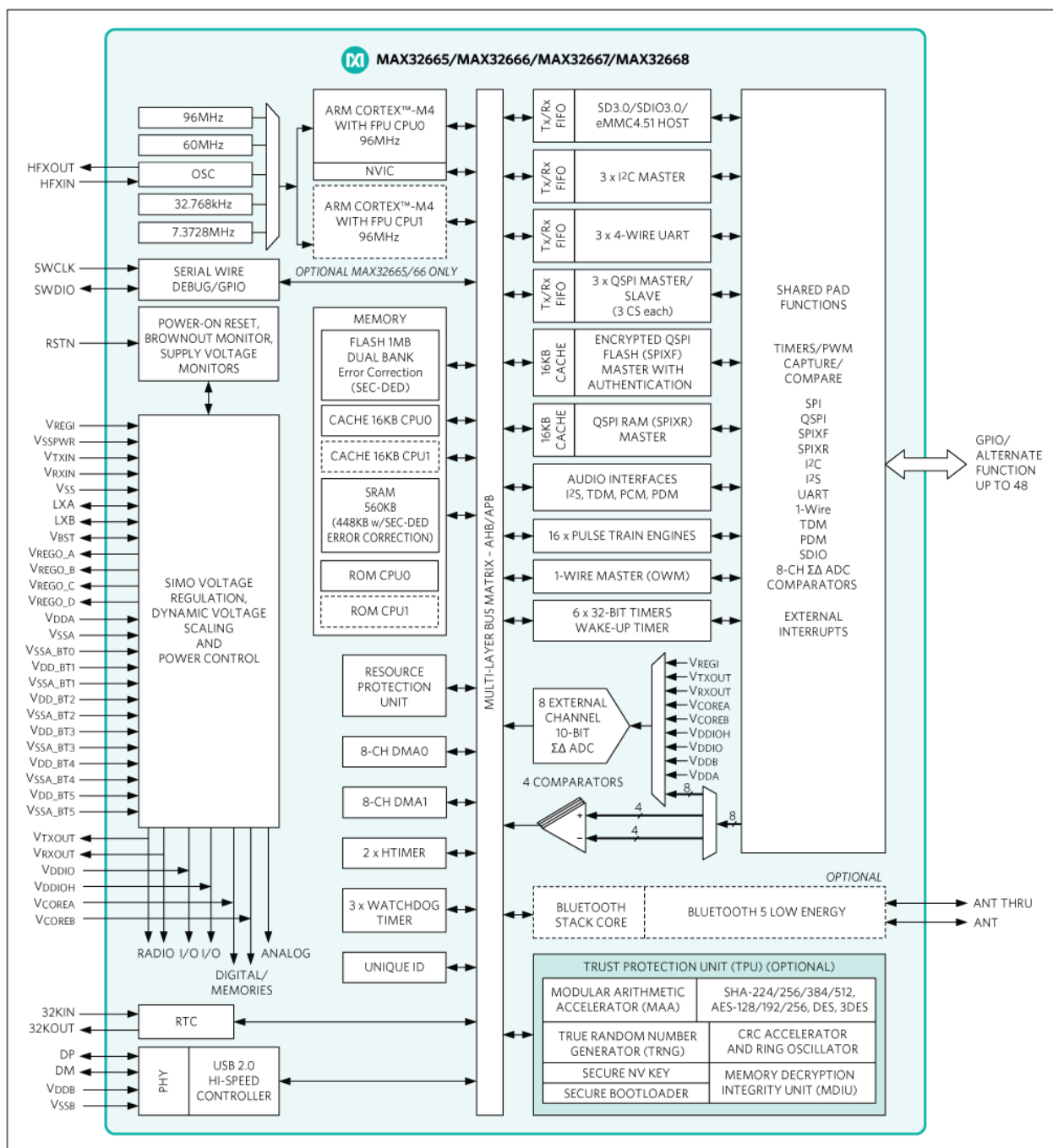


Рисунок 1.10 – Схема MAX32665/MAX32666

Ці пристрої мають вбудовану пам'ять 1 МБ. Банки флеш-пам'яті у пристрої розділені по 512 КБ та підтримують можливість безперебійного оновлення. Два інтерфейси SPI забезпечують масштабування пам'яті даних (SRAM) і коду.

Моделі MAX32665/MAX32666 підтримують:

- декілька високошвидкісних інтерфейсів, до яких входять SD, SDIO, MMC, SDHC, microSD™ та HS-USB;
- аудіосистему із підтримкою інтерфейсів PCM, PDM, TDM та I2S;
- послідовні інтерфейси I2C, SPI.

Компанія ADI у сфері моніторингу стану здоров'я створила унікальну платформу MAXREFDES104# (рис. 1.10).

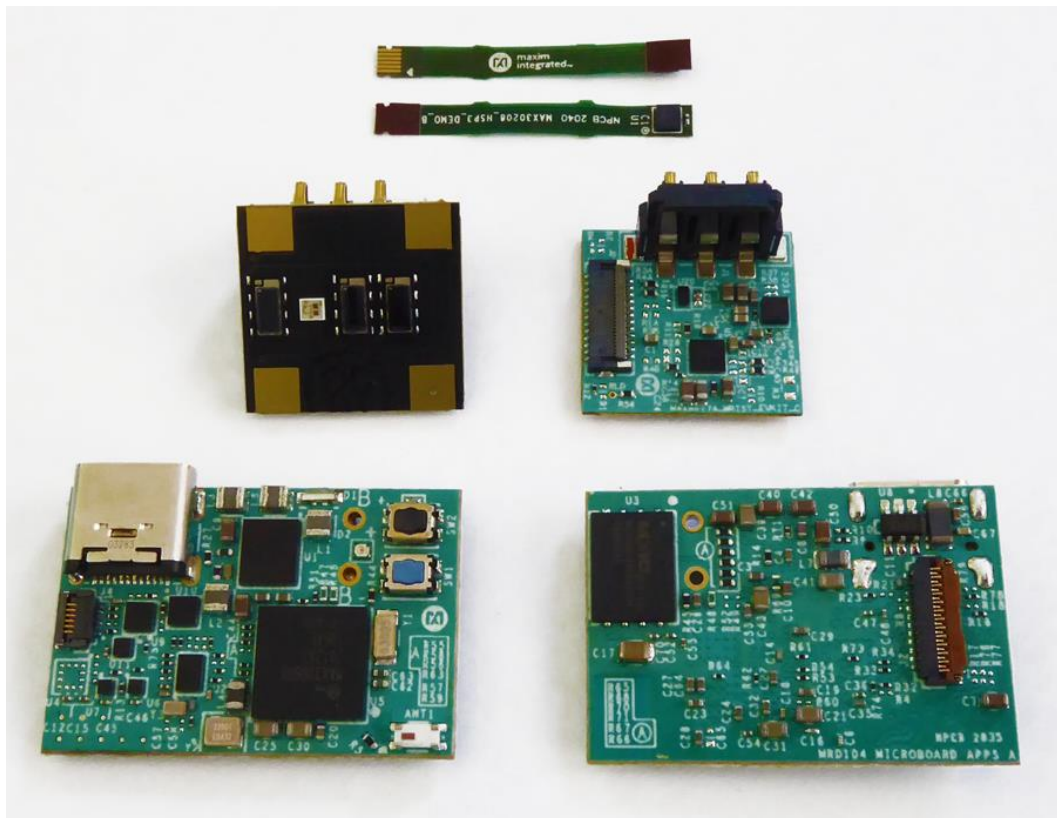


Рисунок 1.11 - Платформа MAXREFDES104#

Платформа інтегрує:

- мікроконтролер (MAX32666);
- датчик температури тіла людини (MAX30208);

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.
21

- датчик ЕКГ+ PPG аналогового переднього фронту (AFE) (МАХ86176);
- мікросхему управління живленням (МАХ20360);
- трьохосьовий акселерометр.

Неопрацьовані та вихідні дані з платформи можна передавати через Bluetooth™ на спеціально розроблений графічний інтерфейс ПК для подальшої оцінки, розробки індивідуального плану лікування та просто демонстрації.

1.4 Висновки до першого розділу

У розділі описані хвороби, симптомами яких є втрата свідомості, можливі падіння та наявність випадків. Враховуючи вищезазначені фактори та хвороби, при яких може виникнути втрата свідомості, можна зробити висновок, що запланована для проєктування система виявлення падіння осіб в першу чергу актуальна для пацієнтів, хворих на цукровий діабет та епілепсію. Слід також відмітити, що використання цієї системи не обмежується лише пацієнтами із цими двома хворобами та може використовуватись для будь-яких осіб, які можуть втратити свідомість по причині хвороби.

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

2 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПАЦІЄНТІВ

2.1 Підбір обладнання для системи моніторингу стану пацієнтів

У якості мікроконтролера пропонується використовувати Arduino Uno, який базується на ATmega328. Ця плата мікроконтролера має 14 цифрових входів/виходів, при чому 6 з цих входів/виходів можна використовувати у якості ШІМ-входів, а також плата має керамічний резонатор на 16 МГц 6 аналогових входів, роз'єм живлення, заголовок ICSP, USB-роз'єм та кнопку скидання.

Оскільки Arduino Uno (рис. 2.1) містить все необхідне для підтримки мікроконтролера, його достатньо напряму підключити до комп'ютера за допомогою USB кабеля. Крім того, для початку роботи можливо виконати підключення за допомогою акумулятора або адаптера постійного/змінного струму.



Рисунок 2.1 – Arduino Uno

У якості характерної відмінності Arduino Uno від попередніх плат можна відмітити те, що в ньому не використовується FTDI USB-to-serial як мікросхема

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.

23

драйвера. Натомість застосовується запрограмований як перетворювач Atmega16U2.

Технічні характеристики Arduino Uno:

- рекомендована вхідна напруга: 7-12 В;
- мікроконтролер: ATmega328;
- межі вхідної напруги: 6-20 В;
- тактова частота: 16 МГц;
- робоча напруга: 5 В;
- SRAM: 2 КБ (ATmega328);
- флеш-пам'ять: 32 КБ (0,5 КБ з яких використовується завантажувачем);
- кількість цифрових входів/виходів – 14, з них 6 забезпечують ШІМ-вихід;
- EEPROM: 1 КБ (ATmega328);
- аналогові входи: 6;
- постійний струм для контакту 3,3 В: 50 мА;
- постійний струм на вивід вводу/виводу: 40 мА.

В якості датчика температури пропонується використовувати LM35. Це прецизійний датчик температури із герметичною схемою, яка не піддається окисленню. У порівнянні із термістором датчик LM35 дозволяє більш точно вимірювати показники температури у градусах Цельсія. В нерухомому повітрі датчик не викликає підвищення температури більше ніж на 1 °С, а також йому характерний низький рівень самонагрівання.

Діапазон робочих температур навколишнього середовища, при яких працює датчик LM35 лежить в межах від -55 °С до 150 °С. На кожне зниження та/або підвищення температури навколишнього середовища вихідна напруга датчика змінюється відповідно на 10 мВ.

У якості акселерометричного датчику пропонується застосування ADXL35 (рис. 2.3). Він представляє собою 3-осьовий, тонкий, невеликий та малопотужний MEMS-акселерометр, властивістю якого є висока роздільна здатність вимірювання (13 біт).

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- цифровий вихід: SPI / I2C;
- вбудована мікросхема RT9161 використовується для живлення;
- наявність стандартного виходу (2,54 мм);
- компактний акселерометр / інклінометр.

Побудований на основі компаратора LM393 та датчика вібрації SW420 модуль датчика вібрації Vibration Switch SW-420 (рис. 2.4) буде застосовуватись для виявлення вібрацій, які перевищують встановлене порогове значення. Для регулювання порогового значення необхідно використовувати вбудований потенціометр. У випадку низького рівня вібрації модуль датчика вібрації виводить сигнал низького рівня.



Рисунок 2.4 – Датчик вібрації SW420

Властивості Vibration Switch SW-420:

- робоча напруга від 3,3 В до 5 В;
- використовує LM393 як широкосмуговий компаратор напруги;
- розміри: 3,2 см x 1,4 см;
- зручний монтаж;
- форма виходу: цифровий перемикач (0 і 1).

У якості проміжного елемента для передачі сигналу від комп'ютера у мережу пропонується використовувати GSM модем. Найчастіше GSM-модеми використовуються для забезпечення мобільного інтернету, але їх використання не обмежується цим. Такі модеми можна також використовувати для відправки та отримання повідомлень, як MMS, так і SMS.

У випадку розробки системи майже неможливо обійтися без механізму перемикання для керування певним процесом. Один із найпростіших варіантів є використання звичайної кнопки. Враховуючи, що система моніторингу стану пацієнтів (СМСП) потребує використання кнопки не лише як механізму натискання, але й кнопка повинна мати можливість утримання її в натиснутому положенні, щоб при її відпусканні ланцюг розмикався. Тому у проєкті планується використання стандартної кнопки розміром 12 мм (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Кнопка для розмикання ланцюга

Система моніторингу стану пацієнтів для виявлення ознак падіння повинна працювати в режимі реального часу. Саме тому у якості енергопостачання планується використовувати портативне джерело живлення із можливістю перезарядки. Arduino Uno R3 потребує джерела живлення 9-12В змінного струму або 5В постійного струму. Крім того, в системі передбачається використання GPS та GSM модулю, які також потребують для живлення 9-12В змінного струму або

5В постійного струму. Тому у якості джерела живлення буде застосовуватись акумуляторна батарея 5В (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Джерело живлення

Для виводу інформації про роботу системи моніторингу стану пацієнта необхідно використовувати дисплей. Для цього проектом оптимальним вибором буде 14 pin LCD. 16*2 означає 2 рядки та 16 символів. Такі дисплеї легко програмуються, економічні і здатні відображати користувацькі символи. Опис контактів наведений на рис. 2.7.

Як елемент сигналізування та подачі звукового сигналу пропонується використовувати п'єзо-зумер (рис. 2.8). Принцип роботи таких зумерів полягає в тому, що у випадку деформації або зміни тиску внаслідок прикладеного до п'єзоелектричного матеріалу електричного потенціалу відбувається генерування звукового сигналу.

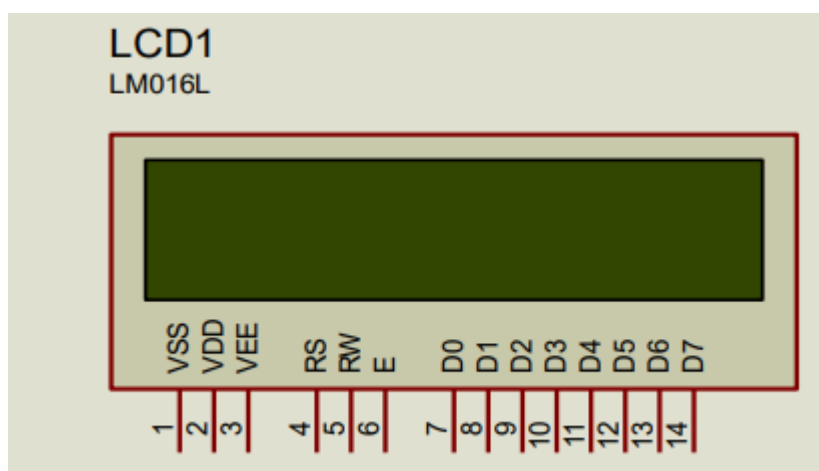


Рисунок 2.7 – Дисплей



Рисунок 2.8 – Зумер

Такі зумери можна застосовувати, якщо необхідно попередити про подію. Незалежно від зміни напруги, яка подається на зумер, він видає однаковий гнучкий звук. Більшість зумерів видають звук в частотному діапазоні 2-4 кГц.

2.2 Засоби GSM зв'язку та GPS локалізації

Як складова частина моделювання системи моніторингу стану пацієнтів рекомендується використовувати віртуальні термінали замість GSM-модуля SIM900 (рис. 2.9). Ця модель модему може працювати із SIM-картою будь-якого мобільного оператора, а також працювати як будь-який інший фізичний мобільний телефон із власним унікальним номером.

Підключення цього GSM-модему можна здійснити безпосередньо до комп'ютера та в подальшому використовувати його для здійснення дзвінків із голосовим повідомленням та отримання або надсилання коротких SMS повідомлень.

Модуль Bluetooth HC 05 (рис. 2.10) можна використовувати у конфігурації Master або Slave, завдяки чому він підходить як елемент системи моніторингу стану пацієнта із бездротовим зв'язком. Зазначений модуль із послідовним портом повністю відповідає стандарту Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3 Мбіт/с.



Рисунок 2.9 – GSM-модем SIM900

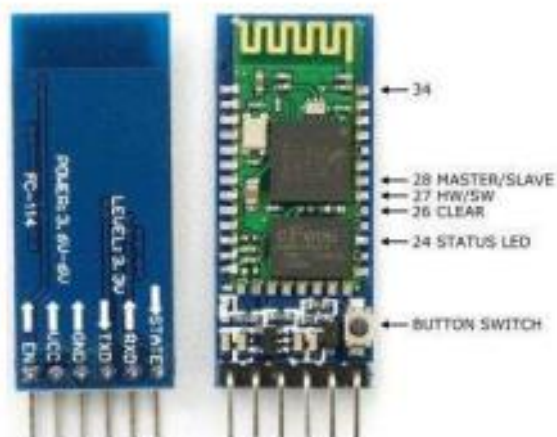


Рисунок 2.10 – Bluetooth модуль HC-05

Апаратні характеристики Bluetooth HC 05 наступні:

- 3,3 - 5 В вхід/вихід;
- має вбудовану антену;
- типова чутливість -80 дБм;
- з крайовим з'єднувачем;
- керування РІО (програмований вхід/вихід);
- +4 дБм радіочастотної потужності;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.
30

– інтерфейс UART з програмованою швидкістю передачі даних.

Властивості програмного забезпечення:

– за замовченням відбувається автоматичне підключення до останнього увімкненого пристрою;

– швидкість передачі даних: 9600;

– парність: без парності;

– стоп-біт: 1;

– біти даних: 8.

GPS (Global Positioning System) перекладається як Система глобального позиціонування. Це сукупність радіоелектричних засобів, завдяки яким стає можливим визначити швидкість руху об'єкта та його положення на поверхні планети або навіть в атмосфері [3]. В системі моніторингу стану пацієнта пропонується використовувати GPS-приймач серії Skylab SKG13 (рис. 2.11). Цей модуль відрізняється наднизьким енергоспоживанням, високою чутливістю, повним та послідовним передаванням даних та низьким форм-фактором.



Рисунок 2.11 – GPS-модуль Skylab SKG13

Для передачі повідомлення про час, швидкість руху та положення об'єкта використовується послідовний інтерфейс із протоколом NMEA. Підключення GPS модуля виконується за допомогою заземлення, джерела живлення 5-30 В

постійного струму та послідовних ліній RS-485 до головного пристрою Modbus. У користувача є можливість змінювати параметри зв'язку вже після підключення модуля.

Технічні характеристики:

- світлодіодний індикатор фіксації;
- низьке енергоспоживання: типове 45мА при 3.3V;
- діапазон робочих температур навколишнього середовища становить від -40 до 85°C;
- надвисока чутливість: -165 дБм;
- робоча напруга: 3,3 В або 12 В постійного струму.

2.3 Висновки до другого розділу

У розділі проведено підбір обладнання для системи моніторингу стану пацієнтів. Система складається із мікроконтролера Arduino Uno, зумера, джерела живлення, кнопки, датчика вібрації SW420, акселерометричного датчика ADXL345, а також температурного датчика LM35. Для передачі сигналів пропонується використання GSM-модему SIM900, GPS Skylab SKG13 та Bluetooth HC 05.

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ

3.1 Проект інфокомунікаційної системи моніторингу стану пацієнтів

СМСП управляється мікроконтролером Arduino Uno. Ця електронна платформа має вихідний код з відкритим доступом, що стало однією із основних причин її широкого застосування при проектуванні інтерактивних пристроїв. Для виявлення падіння використовується акселерометр ADXL345 у якості датчика.

Сповіщення оточуючих людей реалізується шляхом подачі звукового сигналу, який крім самого оповіщення слугуватиме також і критерієм серйозності падіння. Наприклад, у користувача системи моніторингу стану пацієнтів буде 5 секунд на вимикання звукового сигналу. Якщо звуковий сигнал не буде зупинений шляхом натискання відповідної кнопки протягом 5 секунд, то СМСП класифікуватиме таке падіння як важке, тобто це буде означати, що користувач або втратив свідомість, або у нього стався епілептичний припадок. Використання кнопки також виступає елементом відміни роботи СМСП у випадку хибного реагування.

У випадку серйозного падіння GSM-модем буде зв'язуватись із встановленою самим пацієнтом особою (або ж відповідним медичним закладом чи працівником). В такому випадку відповідальній за пацієнта особі буде надіслано повідомлення з інформацією про стан пацієнта. Крім того, завдяки використанню GPS-модулю, відповідальній за пацієнта особі також буде автоматично відправлене місцезнаходження людини, що впала.

Для виявлення фактичних падінь та зменшення кількості хибних спрацювань СМСП рекомендується носити на поясі. Це стає можливим тому, що акселерометри є достатньо поширеними датчиками, яким характерні невеликі розміри та невелика вартість. Вищезазначені властивості дозволяють його розміщення на будь-якій частині людського тіла.

Більшість проведених раніше досліджень використовують дані

акселерометрів наряду із використанням порогових алгоритмів для виявлення падінь пацієнтів. У випадку системи реєстрації падіння пацієнта найбільш поширеним порогом буде сумарна векторна величина прискорення, яка в даному випадку виступатиме властивістю людського тіла та описуватиме рівень активності тіла. Для ідентифікації рухів пацієнта використовується датчик ADXL 345, тому його рекомендується кріпити в тазовій області.

Для коректного реагування СМСП саме на падіння було обрано вісім можливих сценаріїв рухів людського тіла, а саме враховувались наступні положення:

- стоячи;
- сидячи;
- звичайне ходіння;
- нахил тулуба;
- ходіння назад;
- стрибок;
- падіння на ліжку;
- перехідний стан між стоянням і сидінням.

Запропоноване рішення в СМСП пропонує трирівневий критерій виявлення падіння у пацієнтів. Він включатиме опорну швидкість, прискорення в горизонтальній площині та сумарну векторну величину прискорення.

Сумарна векторна величина прискорення описуватиме просторові зміни прискорення людського тіла в процесі падіння. За нахил тіла відповідатиме прискорення власне в горизонтальній площині. Опорна швидкість дозволить визначити перебування пацієнта у стані спокою чи навпаки, у стані активності.

Слід відмітити, що іншим видам активності мають схожі на падіння патерни прискорень. До них можна віднести:

- стрибки;
- різке зміна положення з вертикального в горизонтальне і навпаки;
- підйом по сходах.

В таких випадках можливі хибні спрацювання СМСП. Відміну передачі сигналу у випадку хибної реєстрації падіння по причині схожих патернів прискорень людського тіла може здійснити сам користувач протягом перших 5 секунд від моменту подачі звукового сигналу.



Рисунок 3.1 – Схема СМСП

Для розробки програмного забезпечення було обрано метод RAD (метод швидкої розробки програмного забезпечення). Розробка ПЗ за таким методом базується на використанні наступних основних принципів:

- основна мета інструментарію ПЗ полягає у мінімізації часу розробки;
- кожна версія ПЗ базується на оцінці результату попередньої версії;
- для уточнення вимог та виконання поставлених задач створюється прототип ПЗ;

- керування проектом сприяє мінімізації тривалості розробки ПЗ;
- в нову версію переносяться готові модулі, окрім того додаються нові функції, за рахунок чого і досягається зменшення часу розробки ПЗ [39].

Виділяються наступні фази розробки проекту:

1. Етап планування вимог, на якому відбувається погодження мети проекту стосовно проектування, дизайну, реалізації та власне розробки пристрою виявлення падінь пацієнтів. На цьому етапі також висувуються вимоги до проекту із врахуванням тих факторів, що вони не повинні обмежувати подальшу розробку.

2. При розробці поставлені до проекту вимоги перетворюються у функціональний дизайн СМСП.

3. Етап розробки проекту.

4. Затвердження останньої версії.

При зборі даних для розробки СМСП використовувались дані із відкритих джерел стосовно використання схожих прототипів систем виявлення падінь у пацієнтів, які хворі на цукровий діабет або епілепсію.

Базовим компонентом будь-якої системи моніторингу стану пацієнтів, а в даному випадку системи виявлення падінь, є алгоритм прийняття рішень, який буде використовуватись для виокремлення процесу падіння особи від здійснення нею інших рухів. Такі інші рухи можна в загальному окреслити терміном «Повсякденні руху».

При проведенні аналізу існуючих СМСП було встановлено, що більшість із них представляють собою пристрій, які пацієнти носять на власному тілі. Основні дані для реєстрації падіння особи є показники акселерометра. В запропонованій СМСП акселерометр застосовує модуль вектору прискорення у якості основної унікальної змінної, яка буде аналізуватись на наступних етапах роботи СМСП. Ця змінна визначається як:

$$SMV = A_{2x} + A_{2y} + A_{2z}, \quad (3.1)$$

де A_x , A_z та A_y – це складові компоненти прискорення, які є показаннями у напрямках відповідних осей (x , z , y) акселерометра, який розташований на тілі пацієнта і тому переміщується разом із об’єктом спостереження.

В СМСП Arduino Uno виступає у якості центрального процесора системи виявлення падінь пацієнтів та виконує керування всіма датчиками, модулями GPS, GSM та Bluetooth, а також пристроями відображення інформації. Значення за осями x , z , y надсилаються акселерометром під дією сили тяжіння. Arduino приймає рішення стосовно падіння чи виконання пацієнтом повсякденних дій на основі значень акселерометра стосовно відхилення від осей x , z , y . У випадку виявлення критичних відхилень в значеннях акселерометра незалежно від конкретної осі відхилення, Arduino надсилає повідомлення відповідній особі (медичному працівнику, медичному закладу чи опікуну пацієнта) за допомогою GSM-зв'язку. Це повідомлення включає в себе не тільки значення акселерометра, але й геолокацію особи з GPS модуля, яка відображається на дисплеї (рис. 3.2).

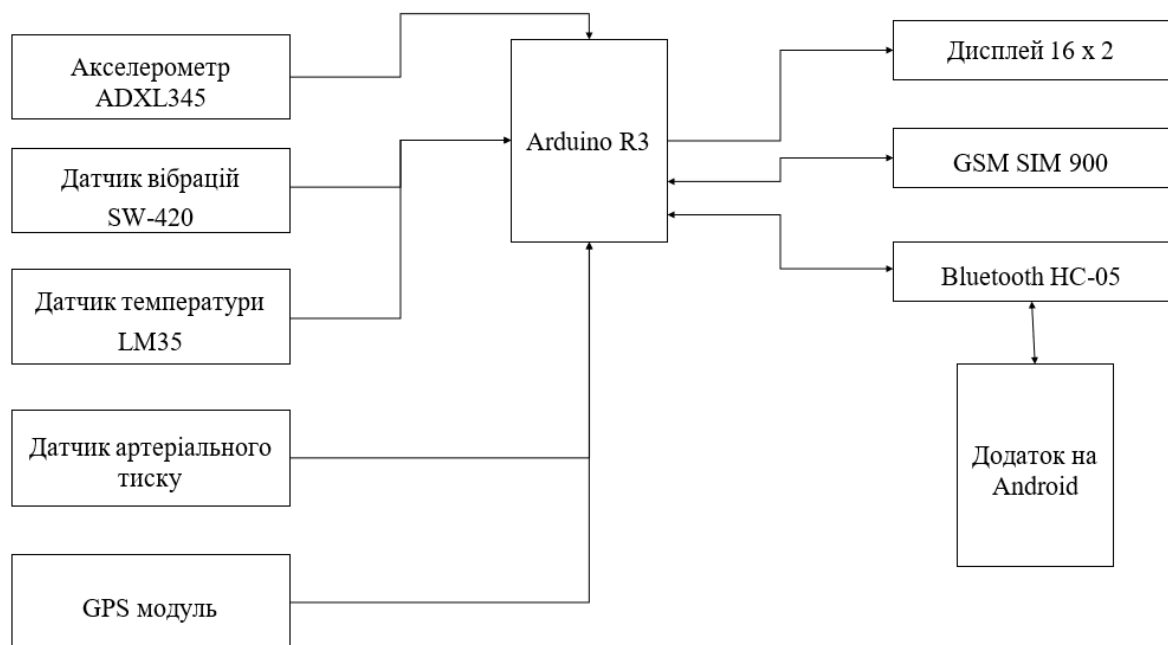


Рисунок 3.2 – Структурна схема системи виявлення падінь

Підключений до Arduino Bluetooth модуль відповідає за передачу відповідальній за пацієнта особі інші медичні показники, наприклад, артеріальний тиск, частоту серцебиття, показник температури тіла, зчитаного датчиком LM35, тощо. Для пацієнтів, хворих на епілепсію, передбачено використання датчика вібрації SW-420, основною метою якого є передача даних до Arduino для визначення наявності в пацієнта епілептичного нападу.

Ініціалізація датчика починається при підключенні Arduino до джерела живлення. Після цього датчик надсилає аналогові значення на Arduino Uno. Розроблений алгоритм виявлення падінь пацієнтів в СМСП перевіряє наявність даних від Arduino, які відповідають патерну падіння особи. У випадку виявлення даних, які відповідають заданому патерну, СМСП перевіряє хибність спрацювання системи виявлення падінь шляхом подачі звукового сигналу. У пацієнта є 5 секунд часу на натискання кнопки та надання таким чином СМСП інформації стосовно хибного прийняття рішення про падіння пацієнта та відміну передачі сигналу відповідальній особі чи медичному працівнику.

При виявленні хибного падіння та натискання пацієнтом кнопки, СМСП повертається до моніторингу стану пацієнта та циклу обробки даних, отриманих із акселерометра. В протилежному випадку СМСП відмічає своє спрацювання як істинне (тобто не хибне), звуковий сигнал посилюється, а відповідні модулі передають інформацію стосовно власне падіння пацієнта (відправка GSM-повідомлення) та його місцезнаходження (GPS-локація).

На цьому принцип роботи СМСП не завершується. СМСП чекає певний час на отримання повідомлення стосовно того, що відповідальна особа чи представник медичного закладу проінформований про стан пацієнта, а саме про виявлення в нього падіння. Перевірка відбувається шляхом отримання повідомлення від відповідальної особи через GSM модуль. Якщо СМСП не отримала такого повідомлення, то вона переходить у списку контактів до наступної відповідальної особи (опікуна) та повторює процес передачі інформації з початку.

В СМСП мікроконтролер розпізнає двійковий сигнал у вигляді натиснутої чи не натиснутої кнопки. При живленні від 5 В мікроконтролер сприймає значення 0 В як двійковий сигнал нуля (0), а 5 В як двійковий показник одиниці (1). Для випадку, якщо сигнал становить наприклад 2,72 В, або 4.8 В у мікроконтролерах передбачений вбудований пристрій для перетворення, а саме аналогово-цифровий перетворювач (АЦП).

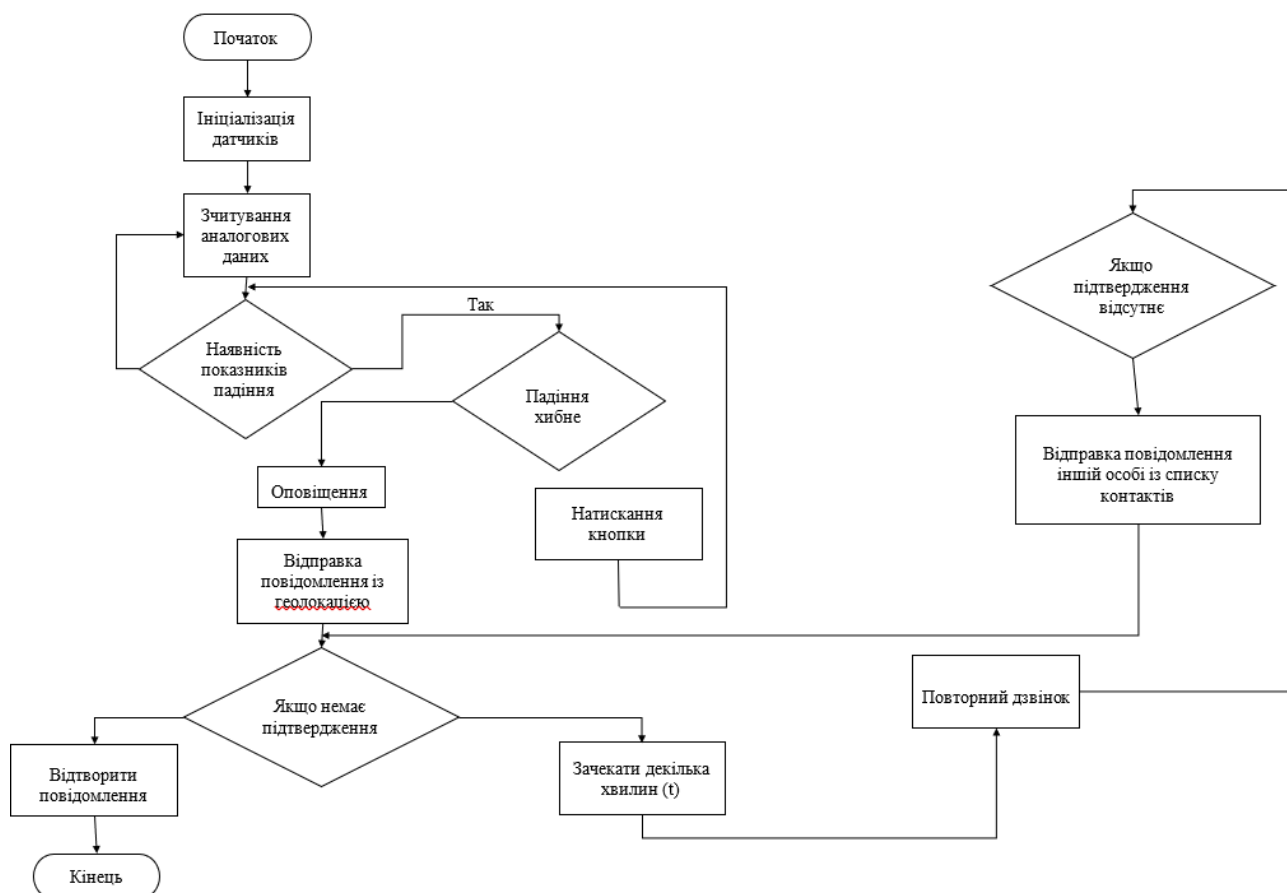


Рисунок 3.3 – Блок-схема роботи СМСП на виявлення падіння пацієнта

Процес аналогово-цифрового перетворення не може відбуватись на кожному виході мікроконтролера. На платі Arduino такі виходи із здатністю проводити таке перетворення мають в своєму маркуванні літеру А (рис. 3.4). В даному випадку виводи від А0 до А5 здатні зчитувати аналогову напругу. АЦП на Arduino є 10-бітним АЦП, тобто в цього АЦП є здатність визначати (210) дискретних аналогових рівнів.

пацієнта. Робота цього механізму базується на основі порівняння положення людини відносно землі за допомогою ряду спеціальних датчиків. В СМСП для виявлення координат використовуються дані акселерометра.

Слід відзначити, що окрім зчитування положення пацієнта, важливим елементом роботи СМСП є коректне прийняття рішень, чи інцидент, який стався з пацієнтом, насправді представляє собою падіння, чи його можна класифікувати як повсякденні рухи. У випадку ігнорування цього етапу в СМСП значно підвищиться рівень дезінформації медичних працівників, відповідальних за пацієнта та кількість хибних спрацювань. В основному СМСП повинна мати механізм або блок виявлення падіння наряду із логічним засобом прийняття рішення про те, чи можна віднести рухи особи до повсякденних дій, чи такі рухи слід класифікувати як інцидент падіння особи.

Кожен із датчиків падіння має власне детектор падіння. Цей пристрій може бути схожим на датчик, але основне його призначення полягає у вимірюванні параметрів, які дозволяють встановити різницю в прискореннях та гравітації. При порівнянні цих даних СМСП може прийняти їх за ключові дані для реєстрації інциденту падіння. В цьому проєкті датчиком падіння виступає акселерометр ADXL345.

Наступний елемент роботи СМСП є блок обробки інформації. Цей блок отримує вхідні дані від датчиків, проводить їх подальший аналіз і проводить визначення стосовно класифікації зміни положення пацієнта, тобто власне реєстрацію падіння хворого. Крім того, цей елемент СМСП відповідає за комунікацію приладів всередині СМСП, а в якості процесора використовується мікроконтролер Arduino.

Третім блоком СМСП є елемент, відповідальний за взаємодію із зовнішнім середовищем. Процес відправки повідомлення та місцезнаходження пацієнта передаються GSM модулем 900 та GPS-модулем, а додаткові медичні дані, такі як тиск та температура тіла передаються завдяки Bluetooth HC 05.

Крім того, у випадку використання СМСП для пацієнтів, які хворі на

епілепсію та в яких може виникнути епілептичний напад, передбачено датчик вібрацій SW420, який дозволяє інформувати не тільки про процес падіння, але й про судоми в організмі хворого.

Загальну функціональність системи можна згрупувати наступним чином. До функціональних можливостей обладнання в СМСП відносяться:

- виявлення епілептичних нападів та судом (датчик вібрацій);
- виявлення падіння (дані з акселерометра);
- вимірювання температури тіла (датчик LM35);
- вимірювання частоти серцебиття (датчик тиску).

Функціональність програмного забезпечення полягає в:

- автоматична система інформування списку відповідальних осіб та/або медичних працівників;
- відображення параметрів роботи СМСП за допомогою додатку.

Якщо розглядати ефективність роботи СМСП на основі нефункціональних показників, то можна провести таку оцінку на основі наступних факторів:

1. Надійність СМСП достатньо висока, оскільки використання датчиків передбачає реалізацію логіки перехресних перевірок.

2. Портативність – пристрій виявлення падінь має невеликий розмір, пацієнт може носити його на поясі.

3. Зручність використання – наявність мобільного телефону не обов'язкова.

4. Продуктивність – при якісному мобільному інтернет-з'єднанні СМСП потребує лише 11 секунд від моменту виявлення інциденту падіння до отримання відповідальною особою або медичним працівником відповідної інформації.

5. Робота в режимі реального часу.

6. Перевірка помилкового спрацювання.

В деяких випадках пацієнт може впасти по причинах, які не пов'язані із хворобою або її вторинними наслідками. Наприклад, таке падіння може бути пов'язане із перешкодами, слизькою поверхнею, тощо. В СМСП передбачено розпізнавання таких падінь та виключення відправки повідомлень в такому

випадку медичним працівникам. Таке виключено передбачається затримкою протягом 5 секунд між моментом виявлення падіння та повідомленням про нього. Якщо за цей час пацієнт приймає рішення стосовно того, що його падіння не пов'язане із хворобою, а падіння було помилковим, то процес оповіщення відповідального персоналу медичного закладу буде перервано шляхом натискання кнопки. Якщо ж хворий не натисне кнопку протягом 5 секунд від моменту падіння, СМСП розцінює інцидент як небезпечний та надсилає відповідне повідомлення.

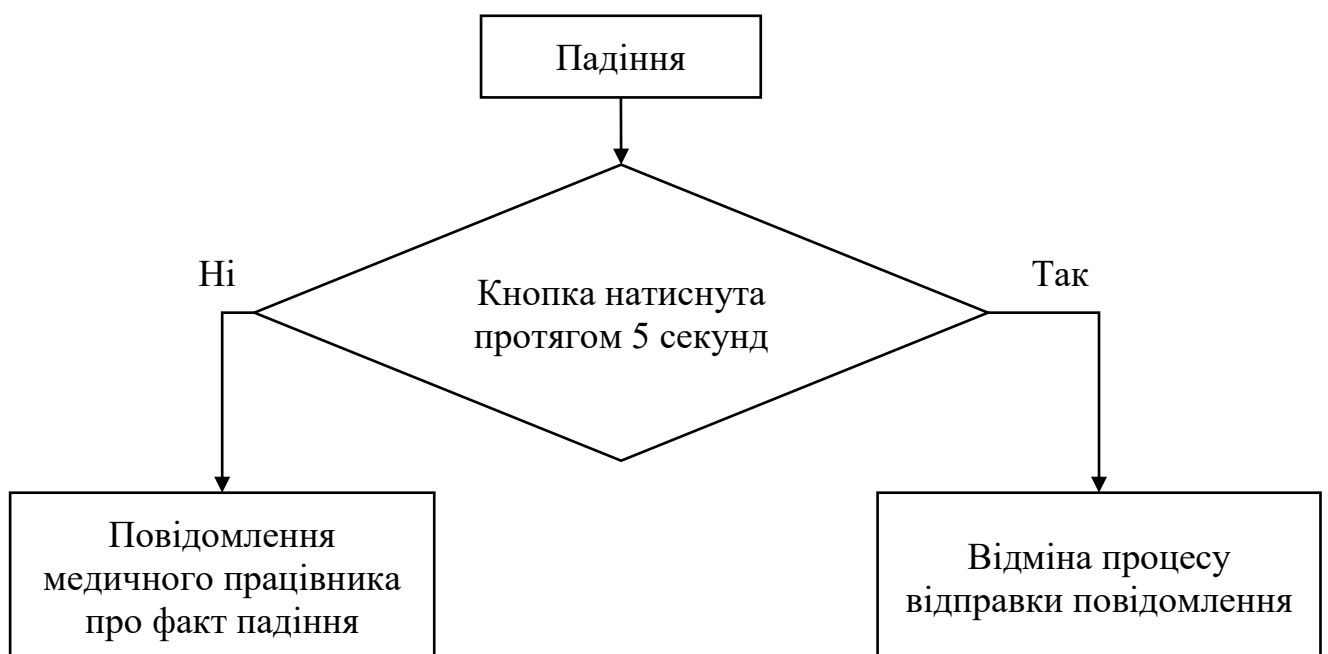


Рисунок 3.5 – Блок-схема виявлення хибного падіння

Як вже відзначалось раніше, дані з акселерометра ADXL345 стосовно різких відхилень від осей координат x , y , z є основним критерієм для реєстрації падіння в СМСП (рис. 3.6). Значення з датчику вібрацій SW420 (рис. 3.7) використовуються як додаткові дані для реєстрації не тільки процесу падіння, але й виникнення епілептичних нападів у пацієнтів, хворих на епілепсію. Температура пацієнта зчитується датчиком LM35 (рис. 3.8).

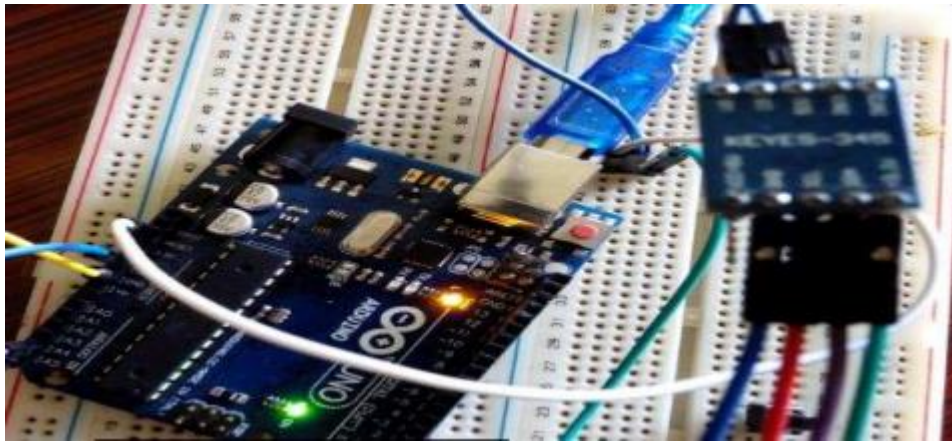


Рисунок 3.6 – Взаємодія ADXL345 з Arduino uno

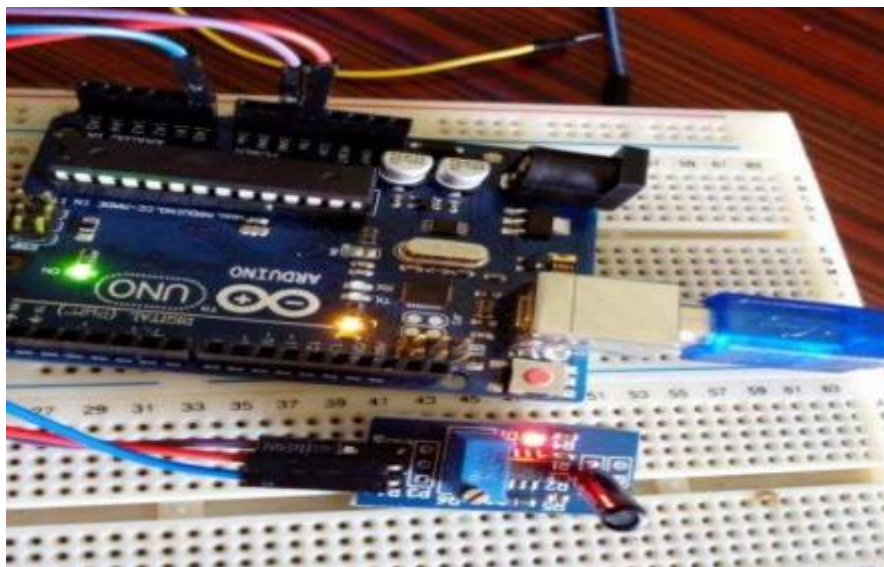


Рисунок 3.7 – Взаємодія SW420 з Arduino uno

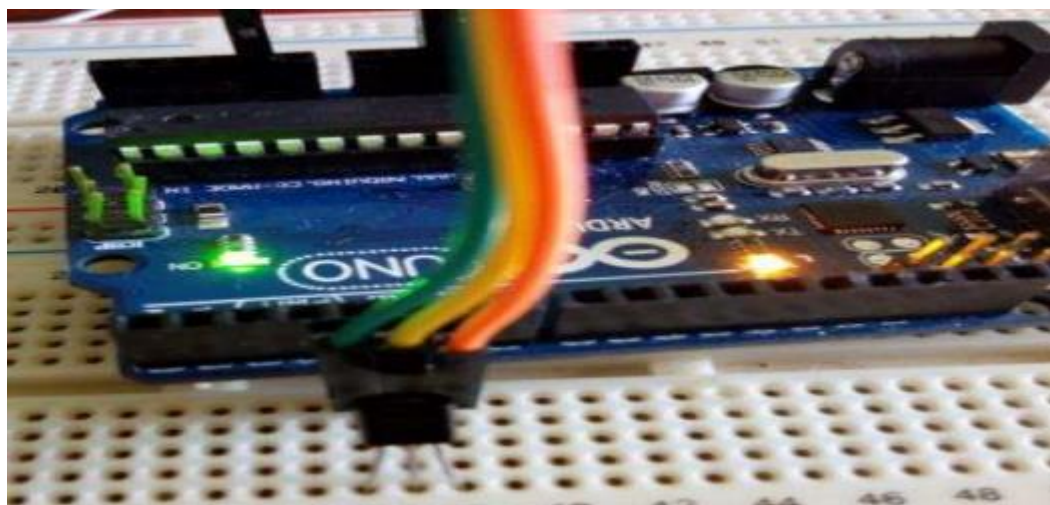


Рисунок 3.8 – Взаємодія LM35 з Arduino uno

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.
44

Симуляція (рис. 3.9) показує взаємодії між мікропроцесором Arduino uno та датчиками, а також виведення інформації на дисплей. До аналогового входу A0 підключається датчик вібрацій SW420. Він перетворює аналогове значення, що зчитується в цифровий сигнал. Датчик температури підключений до аналогового входу A2, а датчик акселерометра – до виводів SDL та SDA, які підключені до A5 та A4 відповідно. Датчик артеріального тиску підключається до виводу A2 (аналоговий).

Всі значення, які отримані та зчитані із датчиків, перетворюються в цифрові сигнали. Дисплей для відображення стану пацієнта підключений до виводу Arduino (11, 10, 3, 2, 4, 5, GROUND, 5 В живлення), а світлодіод підключений до виводу 9. Зумер відключається до цифрового виводу 12, в той час як кнопка втулки – до цифрового виводу 13 (рис. 3.9).

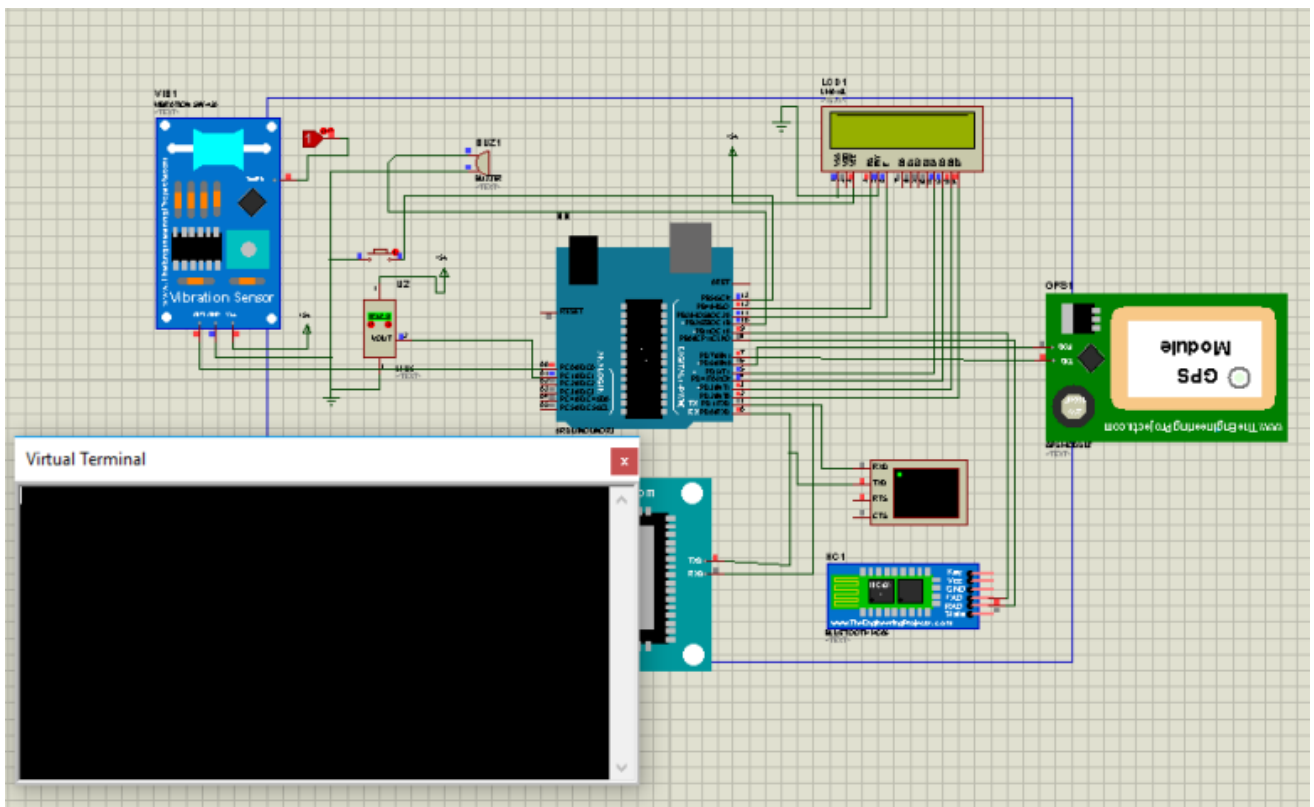


Рисунок 3.9 – Імітація спрацьовування датчиків падіння в СМСП

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

3.3 Моделювання роботи системи моніторингу стану пацієнтів в мобільному додатку

Головний інтерфейс СМСП виявлення падінь пацієнтів та дизайн використовує мітку, кнопку та список (рис. 3.10). При перемиканні списків у користувача існує можливість провести ініціалізацію мітки та кнопки. Для з'єднання із Arduino Bluetooth HC05 використовується кнопка 1. Після проведення відповідного з'єднання дані із датчиків про стан пацієнта будуть безперервно відображатись на екрані.

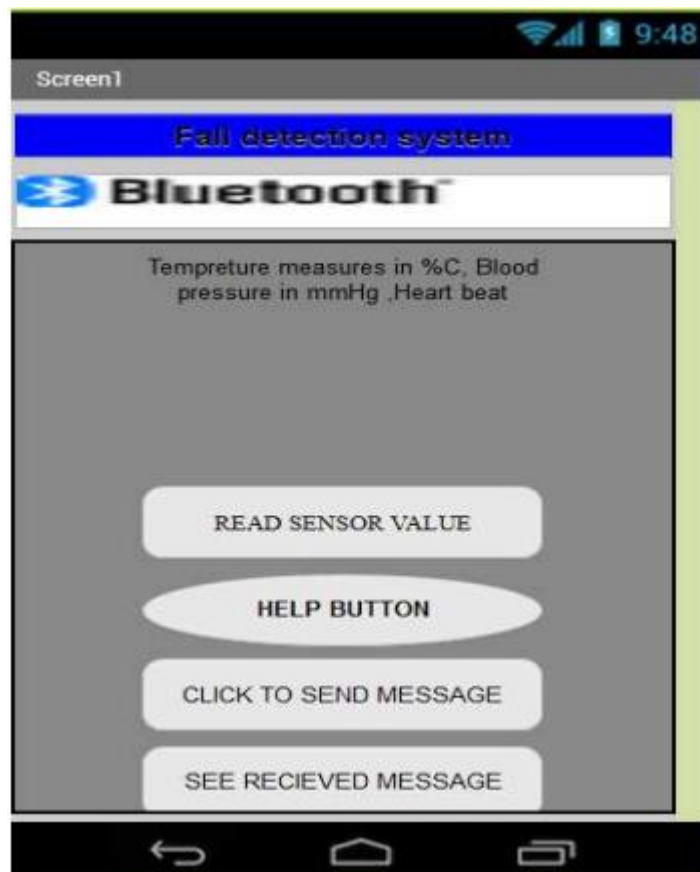


Рисунок 3.10 – Головне вікно СМСП виявлення падінь пацієнтів

Кнопка зчитування даних із датчиків, додаток буде завантажувати через Bluetooth дані, які надходять з Arduino. Друга зверху кнопка представляє собою кнопку допомоги. При її натисканні відбувається перехід із головного екрана

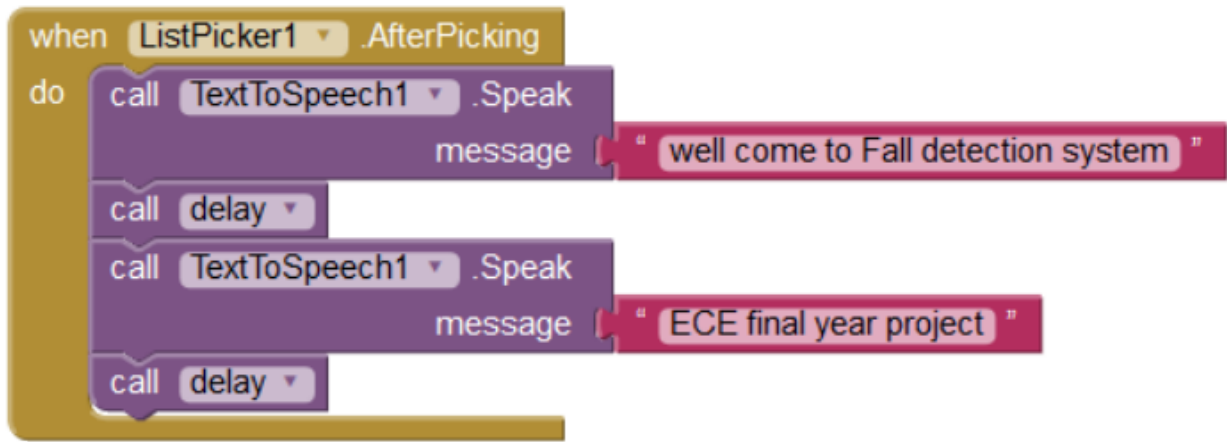


Рисунок 3.13 – Розпізнавання сигналу в СМСП

Як тільки користувач натисне на кнопку, СМСП обирає та відфільтровує за списком Bluetooth-пристрої, яким дозволене приєднання до системи виявлення падінь пацієнтів (рис. 3.14). Цей блок коду представляє собою саму суть отримання даних від Arduino шляхом їх передачі по Bluetooth. Якщо наявні блоки керування, вони проводять перевірку даних на їх наявність в принципі від іншого пристрою через Bluetooth. У випадку, якщо bluetoothClient bytesAvailabletoreceive > 0, дані зчитуються як падіння, що відбулось та відбувається перехід до затримки мітки та виклику (рис. 3.15).



Рисунок 3.14 – Фільтрація Bluetooth-пристроїв

Наступний елемент коду (рис. 3.16) призначений для зчитування коду TextToSpeech з отриманих даних від Arduino, яке відбувається лише після того, як програма впевниться у наявному підключенні із Bluetooth-пристроєм. На рис. 3.17 зображено блок, який застосовується для переходу на інший екран. На прикладі наведено перехід на екран допомоги.

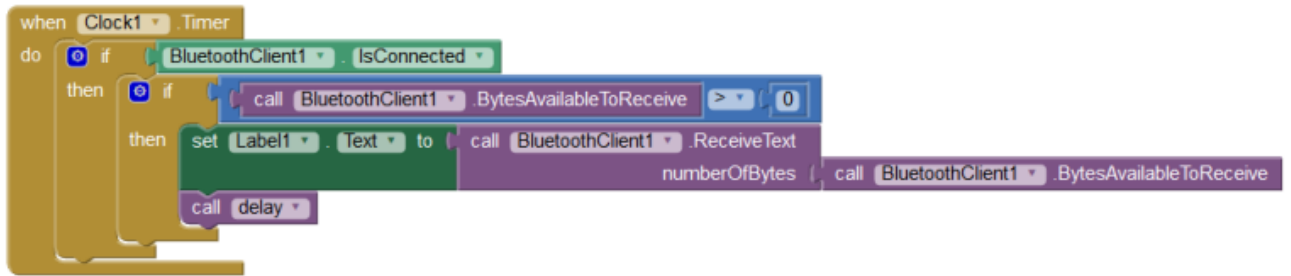


Рисунок 3.15 – Реалізація затримки між отриманням даних та викликом медичного працівника

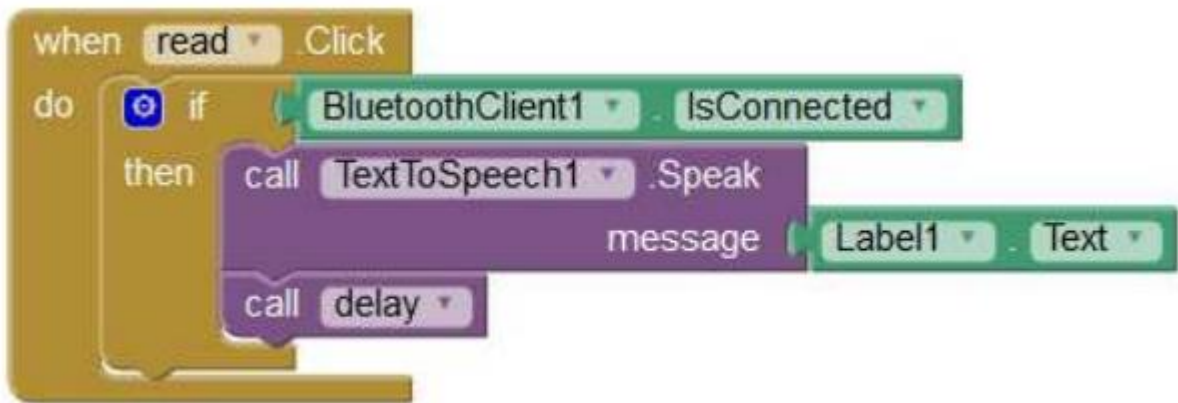


Рисунок 3.16 – Елемент TextToSpeech

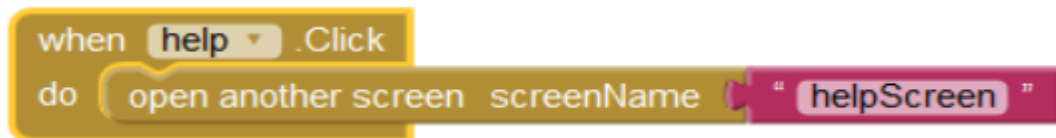


Рисунок 3.17 – Перехід від головного екрану на екран допомоги

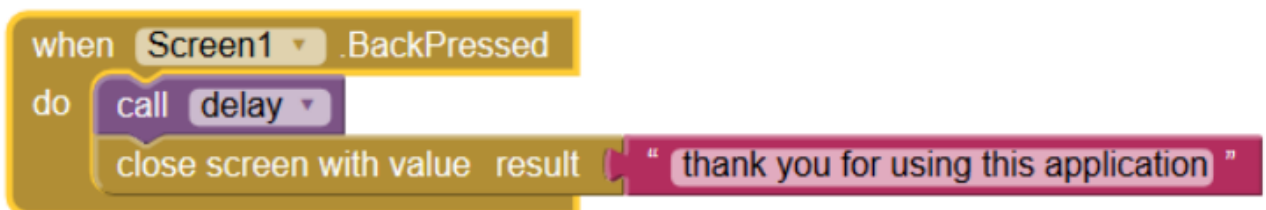


Рисунок 3.18 – Вихід із мобільного додатку

Натискання в СМСП кнопки «Назад» викликає реалізацію коду (рис. 3.18), в результаті якого відбувається вихід із додатку.

За написання текстового повідомлення, яке буде надіслано на контактний номер відповідальної за хворого особи (опікуна) або ж медичного працівника чи спеціального відділу по роботі із пацієнтами в медичній установі, відповідає екран, зображений на рис. 3.19. Для вибору номеру користувачу необхідно обрати контактний номер телефону шляхом натискання `phoneNumberPicker1`, а потім для відправки повідомлення цьому контакту необхідно натиснути кнопку відправити.

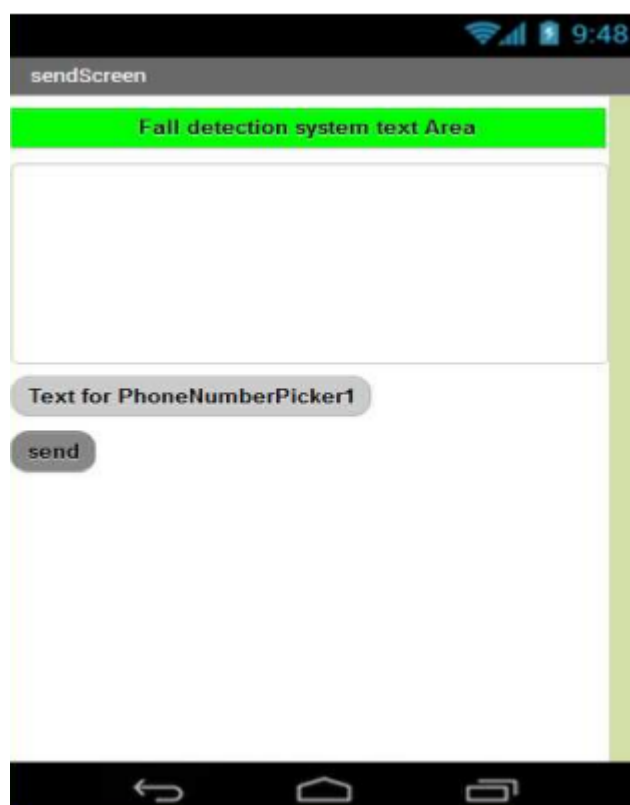


Рисунок 3.19 – Відправка повідомлення про виявлене падіння у пацієнта

Ініціалізація кнопки `PhoneNumberPicker` наряду із активацією текстового поля для введення повідомлення, яке планується надсилати, реалізована шляхом, який зображений на рис. 3.20.

Наступний шматок коду відповідає за перевірку умов, які СМСП повинна виконувати після натискання кнопки. Наприклад, текстове поле не може бути порожнім, тобто елемент додатку `PhoneNumberPicker` повинен проводити вибір

При натисканні на головному екрані мобільного додатку кнопки «See received message», яка відповідає за перегляд отриманих повідомлень (рис. 3.22), СМСП розуміє натискання цієї кнопки як автоматичний перегляд користувачем всіх отриманих повідомлень. СМСП може надавати користувачу інформацію про калібрування системи та стану здоров'я пацієнта, базуючись на показниках датчиків про його фізіологічний стан (рис. 3.23).



Рисунок 3.22 – Екран перегляду отриманих повідомлень

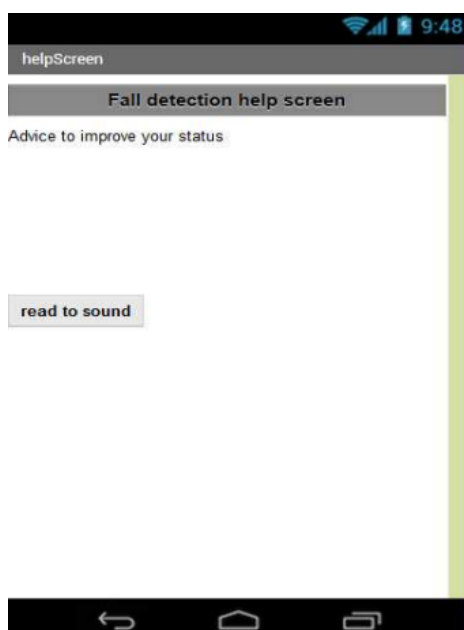


Рисунок 3.23 – Екран надання рекомендацій СМСП

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРТР.2019003.01.03.ПЗ

Арк.
52

На рис. 3.24 зображено цикломатичний граф, яка представляє собою вказівки на шлях проходження програмного коду з метою отримання бажаного результату. Складність цього програмного коду полягає у факті з'ясування належного шляху коду на основі даних, отриманих з датчиків. Цього можна досягнути опираючись на граф коду системи виявлення падінь пацієнтів.

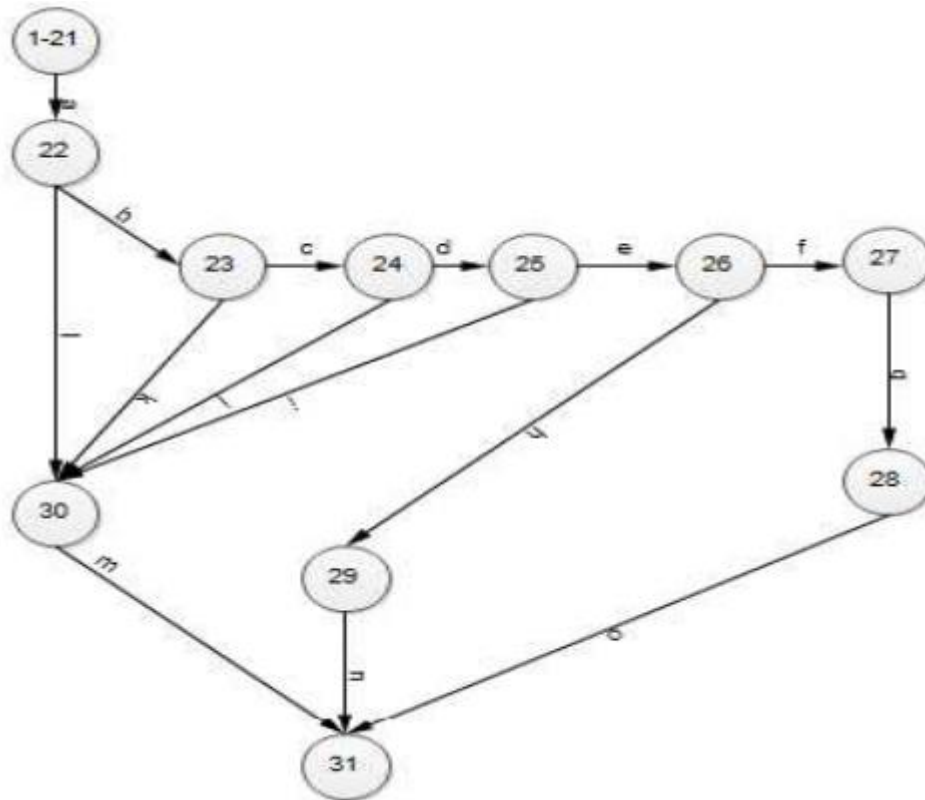


Рисунок 3.24 – Цикломатичний граф

Визначення складності коду виконується за формулою:

$$V(G) = e - n + 2p, \quad (3.2)$$

де $V(G)$ – цикломатична складність;

e – кількість граней;

n – номер вузла;

p – вільний шлях графа (номер вершини 11).

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Рекомендований стандарт моніторингу стану пацієнтів із епілепсією передбачає використання електроенцефалографії, що не є зручним для самих пацієнтів, оскільки електроди кріпляться до шкіри голови. Використання СМСП на основі даних акселерометра та датчика вібрацій вирішають проблему зручності для пацієнтів, хворих на епілепсію, при збереженні достатньої надійності та точності даних у порівнянні із електроенцефалографією.

Серед характеристики запроєктованої СМСП слід відмітити її портативність, зручність для використання пацієнтами, оскільки вони можуть кріпити її на пояс. Крім того, в СМСП передбачено кнопку відміни для виокремлення хибних спрацювань.

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		55

ВИСНОВКИ

У першому розділі описані хвороби, симптомами яких є втрата свідомості, можливі падіння та наявність випадків. Враховуючи вищезазначені фактори та хвороби, при яких може виникнути втрата свідомості, можна зробити висновок, що запланована для проєктування система виявлення падіння осіб в першу чергу актуальна для пацієнтів, хворих на цукровий діабет та епілепсію. Слід також відмітити, що використання цієї системи не обмежується лише пацієнтами із цими двома хворобами та може використовуватись для будь-яких осіб, які можуть втратити свідомість по причині хвороби.

В другому розділі проведено підбір обладнання для системи моніторингу стану пацієнтів. Система складається із мікроконтролера Arduino Uno, зумера, джерела живлення, кнопки, датчика вібрації SW420, акселерометричного датчика ADXL345, а також температурного датчика LM35. Для передачі сигналів пропонується використання GSM-модему SIM900, GPS Skylab SKG13 та Bluetooth HC 05.

Запроєктовану систему моніторингу стану пацієнтів на виявлення падіння можна використовувати протягом тривалого часу як в медичних закладах для прискорення реагування медичного персоналу, так і в домашніх умовах. Використання такої СМСП пришвидшуватиме процес раннього втручання медичних працівників та сприятиме профілактиці побічних ефектів, які пов'язані із падінням пацієнтів, які хворі на діабет та епілепсію.

Рекомендований стандарт моніторингу стану пацієнтів із епілепсією передбачає використання електроенцефалографії, що не є зручним для самих пацієнтів, оскільки електроди кріпляться до шкіри голови. Використання СМСП на основі даних акселерометра та датчика вібрацій вирішають проблему зручності для пацієнтів, хворих на епілепсію, при збереженні достатньої надійності та точності даних у порівнянні із електроенцефалографією.

Серед характеристики запроєктованої СМСП слід відмітити її

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

портативність, зручність для використання пацієнтами, оскільки вони можуть кріпити її на пояс. Крім того, в СМСП передбачено кнопку відміни для виокремлення хибних спрацювань.

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		57

21. Кисельов С.М. «Основи діагностики, лікування та профілактики основних хвороб ендокринної системи» : навч. посіб. для студентів 4 курсу медичних факультетів в галузі знань 22 «Охорона здоров'я», спеціальностей 222 «Медицина», 228 «Педіатрія» / С. М. Кисельов [та ін.]. – Запоріжжя : ЗДМУ, 2021. - 137 с.

22. Козьолкін О.А. Епілепсія. Сучасні принципи діагностики та лікування / О.А. Козьолкін, І.В. Візір, М.В. Сікорська // Навчально-методичний посібник для магістрів медицини IV курсу медичного факультету закладів вищої освіти III-IV рівня акредитації по спеціальності «Медицина» кваліфікації професійної «Лікар». – Запоріжжя, 2019. – 153 с.

23. Кузенний В.А. Телекомунікаційні системи передачі: навчальний посібник / В.А. Кузенний. – Державний заклад «Київський коледж зв'язку». – 2012. – 50 с.

24. Ліщинська Л.Б. Інформаційні технології у сфері охорони здоров'я : монографія / Л.Б. Ліщинська, С.А. Яремко, К.В. Копняк, І.О. Гулівата, Л.П. Гусак ; за заг. ред. Л.Б. Ліщинської. – Вінниця : видавничоредакційний відділ ВТЕІ КНТЕУ, 2018. – 240 с.

25. Мандзій Б.А. Основи аналогової мікросхемотехніки: Навч. посібник / Б.А. Мандзій, Р.І. Желяк // За ред. Б.А. Мандзія. – Львів: НМК “Тезаурус”, ТОО “Форвард”, 1993. – 186 с.

26. Морзе Н. В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій / Н.В. Морзе. – К. : Видавнича група ВНУ, 2006. – 298 с.

27. Мультипараметрична інформаційна система для задач мобільної медицини / О. В. Бойко, Н. В. Дорош, Г. Л. Кучмій, О. І. Дорош, О. І. Степанюк // Сучасні інформаційні технології в економіці, менеджменті та освіті (СІТЕМ-2016) : матеріали VII-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції, 8 грудня 2016 року. - Львів, 2016. - С. 66-70.

28. Непритомність. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://universum.clinic/ua/blog/nepritomnist-simptomi-prichini-persha-dopomoga->

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

koli-slid-viklikati-likarya-i-profilaktika/ (дата звернення 08.03.2023)

29. Новацький А.О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи / А.О. Новацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Від-во «Політехніка», 2020. – 361 с.

30. Огородник К.В. Мікропроцесорна техніка: навчальний посібник / К.В. Огородник, Б.П. Книш. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 106 с.

31. Поджаренко В.О. Основи мікропроцесорної техніки. Навчальний посібник / В.О. Поджаренко, В.Ю. Кучерук, В.М. Севастьянов. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 226 с.

32. Попов А.О. Теорія сигналів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.О. Попов. – Електронні текстові данні (1 файл: 7399 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 268 с.

33. Радзішевська Є.Б. Інформаційні технології в медицині. E-health / за ред. В. Г. Книгавка. // Є.Б. Радзішевська, О.В. Висоцька – Харків : ХНМУ, 2019. – 72 с.

34. Рибальченко М.О. Цифрова обробка сигналів / М.О. Рибальченко, О.П. Єгоров, В.Б. Зворикін. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.

35. Рідкі форми епілепсії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mozok.ua/ru/epilepsiya/article/2616-redkie-formy-epilepsii> (дата звернення 10.03.2023)

36. Сторчак К.П. Технології Інтернет речей. Навч. посібник підготовлено для студентів вищих навчальних закладів / К.П. Сторчак, А.М. Тушич, І.М. Срібна, Н.Д. Яковенко, Д.В. Кравець. – Київ: ДУТ, 2021. – 68 с.

37. Ушенко Ю.О. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.

38. Швед М.І. Клінічна ендокринологія в схемах і таблицях / М.І. Швед,

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

Н.В. Пасечко, Л.П. Мартинюк, М.М. Франчук. – Тернопіль, ТДМУ «Укрмедкнига». – 2006. – 363 с.

39. Швидка розробка програмного забезпечення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B7%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F (дата звернення 21.04.2023)

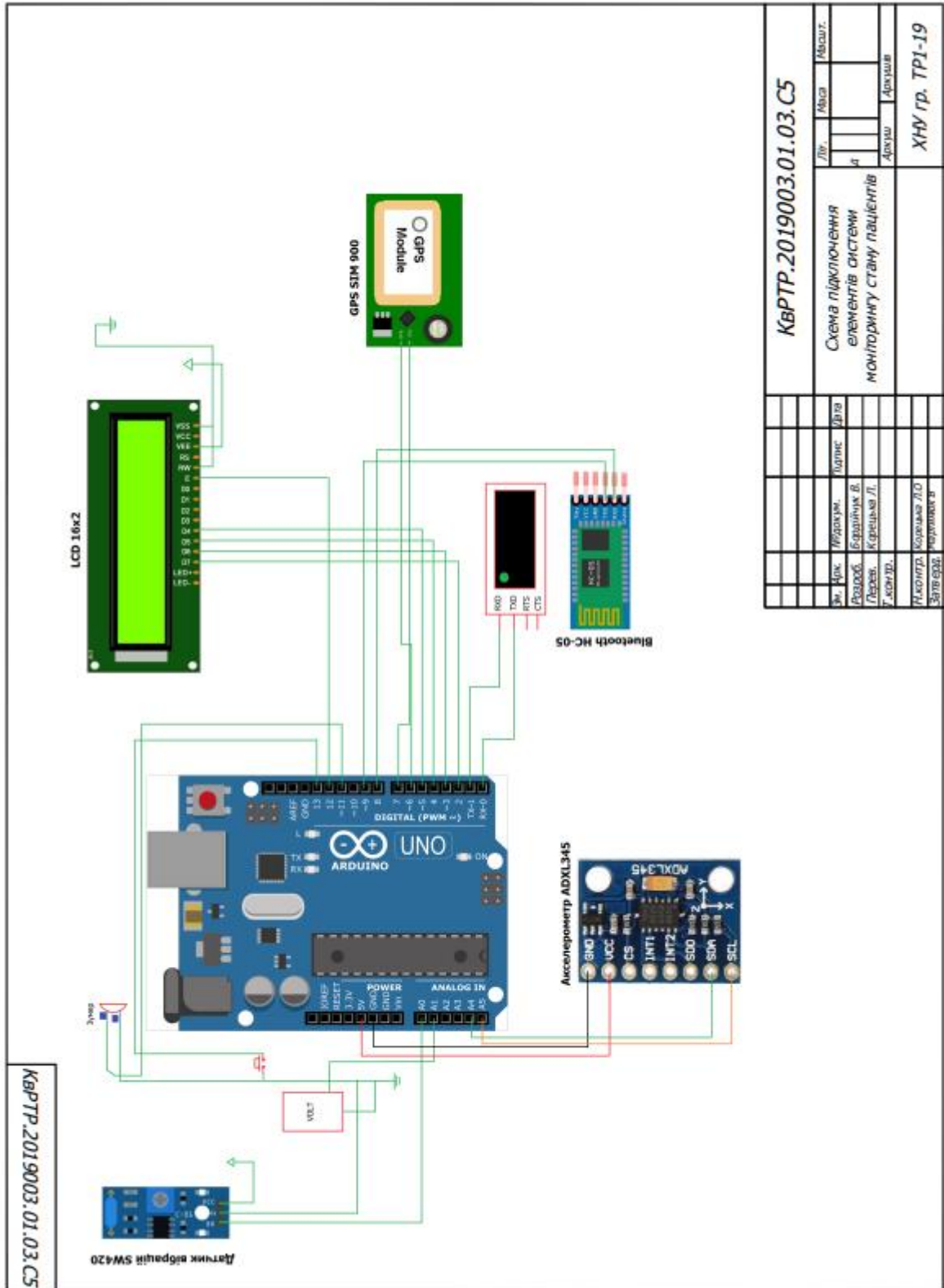
40. Як вибрати МІС для медустанови: основні критерії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://emci.ua/statti/iak-vybraty-mis/> (дата звернення 02.03.2023)

					<i>КвРТР.2019003.01.03.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

Додатки

Додаток Б
(обов'язковий)

Копія креслення «Схема підключення елементів системи стану моніторингу пацієнтів»



КвРТР.2019003.01.03.С5

КвРТР.2019003.01.03.С5		Літ.	Місяц	Рік
Схема підключення елементів системи моніторингу стану пацієнтів		Д		
Зм. №	Підпис	Дата		
1	Бабайчук В. Павло			
2	Кривенька Л. Т. жон. Д.			
3	Маслюк С. Юлія			
4	Степанюк О. Олександр			
5	Тарасюк Т. Олександр			
6	Ткачук Т. Олександр			
7	Ткачук Т. Олександр			
8	Ткачук Т. Олександр			
9	Ткачук Т. Олександр			
10	Ткачук Т. Олександр			
11	Ткачук Т. Олександр			
12	Ткачук Т. Олександр			
13	Ткачук Т. Олександр			
14	Ткачук Т. Олександр			
15	Ткачук Т. Олександр			
16	Ткачук Т. Олександр			
17	Ткачук Т. Олександр			
18	Ткачук Т. Олександр			
19	Ткачук Т. Олександр			
20	Ткачук Т. Олександр			
21	Ткачук Т. Олександр			
22	Ткачук Т. Олександр			
23	Ткачук Т. Олександр			
24	Ткачук Т. Олександр			
25	Ткачук Т. Олександр			
26	Ткачук Т. Олександр			
27	Ткачук Т. Олександр			
28	Ткачук Т. Олександр			
29	Ткачук Т. Олександр			
30	Ткачук Т. Олександр			
31	Ткачук Т. Олександр			
32	Ткачук Т. Олександр			
33	Ткачук Т. Олександр			
34	Ткачук Т. Олександр			
35	Ткачук Т. Олександр			
36	Ткачук Т. Олександр			
37	Ткачук Т. Олександр			
38	Ткачук Т. Олександр			
39	Ткачук Т. Олександр			
40	Ткачук Т. Олександр			
41	Ткачук Т. Олександр			
42	Ткачук Т. Олександр			
43	Ткачук Т. Олександр			
44	Ткачук Т. Олександр			
45	Ткачук Т. Олександр			
46	Ткачук Т. Олександр			
47	Ткачук Т. Олександр			
48	Ткачук Т. Олександр			
49	Ткачук Т. Олександр			
50	Ткачук Т. Олександр			
51	Ткачук Т. Олександр			
52	Ткачук Т. Олександр			
53	Ткачук Т. Олександр			
54	Ткачук Т. Олександр			
55	Ткачук Т. Олександр			
56	Ткачук Т. Олександр			
57	Ткачук Т. Олександр			
58	Ткачук Т. Олександр			
59	Ткачук Т. Олександр			
60	Ткачук Т. Олександр			
61	Ткачук Т. Олександр			
62	Ткачук Т. Олександр			
63	Ткачук Т. Олександр			
64	Ткачук Т. Олександр			
65	Ткачук Т. Олександр			
66	Ткачук Т. Олександр			
67	Ткачук Т. Олександр			
68	Ткачук Т. Олександр			
69	Ткачук Т. Олександр			
70	Ткачук Т. Олександр			
71	Ткачук Т. Олександр			
72	Ткачук Т. Олександр			
73	Ткачук Т. Олександр			
74	Ткачук Т. Олександр			
75	Ткачук Т. Олександр			
76	Ткачук Т. Олександр			
77	Ткачук Т. Олександр			
78	Ткачук Т. Олександр			
79	Ткачук Т. Олександр			
80	Ткачук Т. Олександр			
81	Ткачук Т. Олександр			
82	Ткачук Т. Олександр			
83	Ткачук Т. Олександр			
84	Ткачук Т. Олександр			
85	Ткачук Т. Олександр			
86	Ткачук Т. Олександр			
87	Ткачук Т. Олександр			
88	Ткачук Т. Олександр			
89	Ткачук Т. Олександр			
90	Ткачук Т. Олександр			
91	Ткачук Т. Олександр			
92	Ткачук Т. Олександр			
93	Ткачук Т. Олександр			
94	Ткачук Т. Олександр			
95	Ткачук Т. Олександр			
96	Ткачук Т. Олександр			
97	Ткачук Т. Олександр			
98	Ткачук Т. Олександр			
99	Ткачук Т. Олександр			
100	Ткачук Т. Олександр			

ХНУ Гр. ТР1-19

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Система моніторингу стану пацієнта _____
 Автор: Бордійчук Віталій Леонідович _____
 Спеціальність: 172 – Телекомунікації та радіотехніка _____
 Освітня програма: Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології _____
 Науковий керівник: Корецька Людмила Олександрівна, к.т.н., доцент _____
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

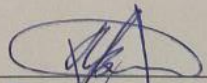
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 0,84% і адресується до 88 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

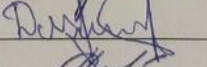
Дата 16.06.2023р.

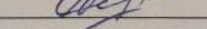
Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи







Валерій МАРТИНЮК

Денис МАКАРИШКІН

Людмила КОРЕЦЬКА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Бордійчук Віталій Леонідович

Тема: Система моніторингу стану пацієнта

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 62

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: змодельовано роботу системи моніторингу стану пацієнтів на виявлення падінь
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі проведено підбір обладнання для системи моніторингу стану пацієнтів. Система складається із мікроконтролера Arduino Uno, зумера, джерела живлення, кнопки, датчика вібрації SW420, акселерометричного датчика ADXL345, а також температурного датчика LM35. Для передачі сигналів пропонується використання GSM-модему SIM900, GPS Skylab SKG13 та Bluetooth HC 05. Запроєктовану систему моніторингу стану пацієнтів на виявлення падіння можна використовувати протягом тривалого часу як в медичних закладах для прискорення реагування медичного персоналу, так і в домашніх умовах. Використання такої СМСП пришвидшуватиме процес раннього втручання медичних працівників та сприятиме профілактиці побічних ефектів, які пов'язані із падінням пацієнтів, які хворі на діабет та епілепсію.
4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі основна увага приділена ресстрації падінь у випадку епілептичного нападу або при захворюванні на цукровий діабет, в той час як таку систему моніторингу можна використовувати також і для ресстрації падінь літніх людей або у випадку падінь працівників на підприємствах

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

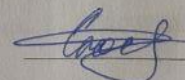
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (В/4,5)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Соколан Юлія Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри Будівництва та цивільної безпеки Хмельницького національного університету

"06" 06 2023 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн. наук, проф. Мартинюку В.В.

Бордійчук В.Л.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи ТР1-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

01.08.22

дата



підпис

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1015394796

Дата перевірки:
02.06.2023 14:52:40 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
02.06.2023 15:19:14 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: Бордійчук

Кількість сторінок: 62 Кількість слів: 9540 Кількість символів: 70508 Розмір файлу: 1.98 MB ID файлу: 1015059056

99 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

0.84% Схожість

Найбільша схожість: 0.26% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015059046)

0.59% Джерела з Інтернету 85 Сторінка 64

0.5% Джерела з Бібліотеки 3 Сторінка 64

0.04% Цитат

Цитати 1 Сторінка 65

Посилання 1 Сторінка 65

0% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

Немає вилучених Інтернет-джерел

0% Вилученого тексту з Бібліотеки 1 Сторінка 65

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 5

Підозріле форматування 10 сторінок

Fri Jun 02 13:43:56 EEST 2023, Федула Микола Васильович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 2.0%Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Ошибок в документах: 10%**

ID: 114580 Название: БКР Система моніторингу стану пацієнта Добавлено в БД: 2023-06-02 Авторы: Бордйчук В. Руководители: Корецька Л.О. Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	55221	822	1779 (3%)	27 (3%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы