

Д. А. Кордіяк, Н. Б. Шаховська  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра інформаційних систем та мереж

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОБІЛЬНИХ МЕДИЧНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ

© Кордіяк Д. А., Шаховська Н. Б., 2016

**Проаналізовано існуючі мобільні медичні діагностичні системи. Показано, що існуючі системи по-різному ефективні та мають різну ефективність застосування. Обґрунтовано вибір розумного годинника Apple Watch як мобільного медичного пристрою.**

**Ключові слова:** медична система, діагностична система, AppleWatch.

**Existing mobile medical systems have been analyzed. It has been demonstrated that the existing systems are effective in different ways and have different efficacy. The choice of smart watch Apple Watch as a mobile medical device has been substantiated.**

**Key words:** medical system, diagnostic system, Apple Watch.

### Вступ

Сучасний світ розвивається в напрямку глобалізації всіх своїх ключових процесів і явищ, починаючи від соціально-економічних та завершуючи культурними процесами. Особливо процес глобалізації стосується інформаційних технологій – у цій сфері глобалізація проходить якнайшвидше. Все більше і більше функцій, що виконували персональні комп'ютери, переносяться на мобільні пристрої, оскільки людям зручніше не прив'язуватись до персонального комп'ютера, а звідусіль мати доступ та працювати зі своїми цифровими даними. Окремого поширення в останні роки набувають хмарні технології завдяки дуже продуманій універсальності в доступі та опрацюванні даних. Хмарні технології в разі спростили процес опрацювання спільних для декількох робочих станцій даних. Традиційні експертні системи поступово відходять у минуле через наявність багатьох винятків з правил і великих баз даних. Тому на зміну традиційним інформаційним експертним системам приходять мобільні системи, які окрім формування діагнозу чи схеми лікування можуть також відбирати вхідні дані, що не вимагає ручного внесення інформації в систему й економить час. Водночас є певна залежність від платформ, інтеграції даних з різних пристроїв тощо. Залежно від мети розроблення певної системи слід підібрати відповідну, найбільш підходящу платформу і працювати з відповідними типами пристроїв.

Основною метою і завданням програмної системи є збирання медичних даних пацієнта безпосередньо без застосування медичного обладнання та спеціальних приладів. Сьогодні все більшого поширення набувають так звані “розумні” годинники. Основною відмінністю таких годинників від звичайних аналогів є можливість виходу в інтернет та синхронізація зі смартфоном. Крім того, деякі моделі мають апаратне та програмне забезпечення, що дає змогу збирати медичні дані пацієнта (користувача). Такі моделі годинників мають спеціальні датчики, за якими отримують різні медичні покази людини, наприклад, частоту пульсу, тиск і т.д. Завдяки таким показам лікар може відстежувати стан здоров'я пацієнта в режимі реального часу та своєчасно і оперативно встановлювати діагноз і надавати пацієнту свої рекомендації.

Наукова новизна дослідження полягає у класифікації, виділенні позитивних сторін існуючих “розумних годинників” та поєднує найкращі особливості та переваги існуючих промислових систем та пристроїв, а також передових досягнень в індустрії “розумних годинників” з метою проведення комплексного аналізу стану здоров'я користувача. Унікальність системи, розробленої на основі визначених невіршених завдань, полягатиме в збиранні даних пацієнта завдяки апаратній частині та комплексному їх аналізу та зрозумілій подачі завдяки програмній частині, алгоритмам тощо.

Як годинник під час розроблення системи буде застосовуватись Apple Watch. Це один з найбільш функціональних “розумних” годинників на сьогоднішній день і його інтеграція з операційною системою iOS є доволі добре продуманою.

### Загальна постановка задачі

Перед початком розроблення системи HealthTracker було оглянуто та проаналізовано схожі системи для виявлення спільних і відмінних рис порівняно з майбутньою системою. Результати аналізу дали змогу покращити систему HealthTracker, враховуючи переваги і недоліки вже існуючих систем, а також допоможе виявити та обґрунтувати ключові переваги та унікальність системи HealthTracker. Необхідно проаналізувати існуючі системи, визначити не розв’язані у них задачі для того, щоб розв’язати їх у своїй системі.

Багато фітнес-трекерів на ринку є відносно ефективними в неважких обчисленнях, таких як підрахунок кроків, але в важчих завданнях, таких як вимірюванні пульсу, навіть приблизна точність переважно втрачається. Крім того, виникає питання клінічної цінності тих даних, які надають фітнес-трекери, тому що кількість кроків і дані про пульс користувача ніяк не опрацьовуються. Саме таке завдання вирішує наступна система.

### Аналіз існуючих систем

#### Toshiba Silmee

Найновішою схожою системою, яку було представлено в середині 2015 року на виставці International Modern Hospital Show у Токіо, є система Silmee. Це інтелектуальний давач вимірювання параметрів життєдіяльності людини від компанії Toshiba (рис.1). За допомогою цього давача є можливість віддалено контролювати основні показники стану організму, що є важливим для хворих, льотчиків, рятувальників і простих людей, які постійно турбуються про стан своїх близьких. Цей давач одночасно збирає такі дані про стан організму: робить електрокардіограму, вимірює пульс, температуру тіла, реєструє характер руху носія тощо. Ці дані по бездротовому зв’язку, а саме по Bluetooth, можна відправити на смартфон або планшет, а звідти – в будь-яку точку планети. Новий давач оснащений 32-бітним чіпом, безпроводною системою передавання даних. Давач матиме габарити 2,5×6 см і важить лише 10 г. Такі малі розміри і вага дають змогу використовувати його в найрізноманітніших застосунках: від контролю післяопераційного стану пацієнта до стеження за солдатами під час навчань та дітьми у школі [1].



Рис. 1. Протипи Toshiba Silmee [1]

Основою системи Silmee є два прототипи браслетів: Silmee W20 та Silmee W21. Модифікація W21 додатково оснащена системою GPS, що особливо корисно для людей похилого віку. Ця опція дозволяє родичам постійно бачити місце їх дислокації на своїх смартфонах. На корпус пристрою винесено кнопку SOS, завдяки чому при натисканні кнопки на пристрої через смартфон передається тривожний сигнал у медичний заклад або службу швидкої допомоги [1].

Крім цього, Toshiba продемонструвала давач Silmee Bar type Lite. Цей пристрій, закріплений в області грудної клітки за допомогою гелієвої прокладки, вимірює дихальний ритм.

Детальні технічні характеристики приладів:

*Toshiba Silmee W20* – наручний давач, що має класифікацію IPX5 та IPX7, габарити 20.5×65×12 міліметрів та вагу 29.5 грам. Пристрій оснащено потужною батареєю, якої в реальних умовах вистачає на 2 тижні. Вартість цього пристрою – 193\$.

*Toshiba Silmee W21* відрізняється фізичними габаритами 25.5×65×12.5 міліметрів, вагою в 38 грам і наявністю GPS модуля. Вартість пристрою – 225\$.

Обидва пристрої сумісні з iOS версії 7 і вище та Android 4.4 і вище.

Перевагами цієї системи є висока функціональність, наявність великої кількості давачів, що дозволяють отримати багато показників життєдіяльності людини та ціна загалом. Наявність двох модифікацій дає змогу вибрати більш вдалий варіант для конкретного користувача. Крім того, фізичні показники пристрою, такі як габарити, є доволі непоганими порівняно з конкурентами.

Основним недоліком системи є незручність у користуванні програмним забезпеченням на смартфоні через відносну новизну системи та не зовсім продуманий UI та UX. Крім того, для користування системою потрібно придбати один із браслетів, що є не зовсім зручно для людей, які користуються наручними годинниками [1].

### **iHealth Products**

Ще одна система iHealth від однойменної компанії розроблена в Кремнієвій долині (США) у 2009 році. В 2013 році компанія відкрила офіс в Парижі – iHealthLabs Europe. iHealth розробляє та поширює інноваційні, клінічно протестовані продукти в галузі охорони здоров'я.

Продукти компанії проходять суворі випробування перед тим, як їх випустять на конвеєр. Монітори кров'яного тиску проходять випробування за протоколом ESH (European Society of Hypertension), глюкометри проходять випробування за протоколом ISO15193:2013.

Дані про життєдіяльність пацієнта зберігаються на хмарі. Компанія розробила серію спеціальних хмарних сховищ даних, які регульовані міжнародними стандартами з безпеки даних. Коли користувач синхронізує один з продуктів зі своїм смартфоном чи планшетом, інформація надсилається до однієї з хмар. За допомогою цього хмарного сховища користувач має доступ до своїх медичних даних з будь-якого комп'ютера, смартфона чи планшета в будь-якій точці світу. Медичні дані пацієнта є повністю анонімні та конфіденційні, проте за бажанням пацієнта ці дані можна надсилати лікарю для оперативного аналізу стану здоров'я.

Компанія надає можливість вибору з 9 різних продуктів.

*Connected Wrist Blood Pressure Monitor* – простий у використанні монітор, вимірює кров'яний тиск, пульс та здатний виявляти аритмію у пацієнтів (рис. 2). Пристрій розміщується на зап'ясті пацієнта. Постійний моніторинг тиску пацієнта є важливим питанням у медицині. Цей пристрій дозволяє лікарю моніторити тиск і пульс, щоб якнайкраще адаптувати метод лікування пацієнта та знівелювати кардіоваскулярні ризики. Пристрій йде в комплекті з iHealth MyVitals застосунком, що забезпечує простий та надійний інтерфейс із різноманітними графіками та таблицями. За допомогою цього застосунку можна постійно проводити моніторинг кров'яного тиску відповідно до стандартів міжнародної організації з охорони здоров'я і ділитися цими даними з лікарем. Потужна батарея пристрою розрахована на майже 80 вимірювань із збереженням даних про тиск пацієнта [2].



Рис. 2. *Connected Wrist Blood Pressure Monitor* [2]



Рис. 3. *Connected Arm Blood Pressure Monitor* [3]

*Connected Arm Blood Pressure Monitor* – пристрій, схожий на попередній, відрізняється тим, що розміщується не на зап'ясті, а на руці (рис. 3). Крім того, пристрій є на 20 % дорожчим від попереднього [3].

*Connected Scale* – розумні ваги для регулярного вимірювання ваги пацієнта з метою недопущення наднормової втрати або нарощування ваги (рис. 4). Крім того, ці ваги дозволяють виміряти ефекти збалансованої дієти та регулярної фізичної активності. Як і звичайні ваги, пристрій миттєво та точно відображає вагу користувача, проте завдяки підключенню до мобільного додатка *iHealth MyVitals App* продукт дозволяє накопичувати статистику ваг користувача, зберігати їх на хмарному сховищі та надсилати дані лікарю. Програма зберігає до 200 вимірювань у пам'яті, завдяки чому зберігається велика історія попередніх вимірювань ваги пацієнта, що покращує якість статистики [4].



Puc. 4. *Connected Scale* [4]



Puc. 5. *Wireless Body Analysis Scale* [5]

*iHealth Wireless Body Analysis Scale* – подібні до попередніх ваг, але крім того обчислюють індекс жиру в тілі, кісткову масу, м'язеву масу і водяну масу в організмі (рис. 5). Завдяки більшій кількості показників користувачу набагато простіше підібрати правильну і збалансовану дієту та дізнатись про стан організму загалом. Порівняно з попередніми вагами цей продукт дорожчий на 30 % [5].

*Connected Body Analysis Scale* – ваги, що поєднують всі переваги попередніх двох продуктів, але крім того за допомогою спеціального алгоритму дозволяють оцінити оптимальну кількість калорій, що слід вживати користувачу в найближчому майбутньому для поліпшення стану здоров'я (рис. 6). Цей продукт є найновішим продуктом компанії та дорожчим від базових ваг на 40 % [6].



Puc. 6. *Wireless Body Analysis Scale* [7]



Puc. 7. *Activity & Sleep Tracker* [8]

*Activity & Sleep tracker* – цей пристрій можна носити протягом всього дня; він вимірює кількість кроків, пройдену відстань та спалені протягом дня калорії (рис. 7). Завдяки синхронізації з відповідним застосунком надається можливість щоденно перевіряти свої результати, переглядати статистику та ставити собі нову мету в кількості пройдених кроків (денна норма це 10000 пройдених кроків). Бонусом пристрою є безшумний будильник [7].

*Wireless Pulse Oximeter*– пристрій для відслідковування рівню кисню в крові, пульсу та індексу перфузії (рис. 8). Такі вимірювання стануть в нагоді хворим на астму чи обструктивну пульмонарну хворобу для швидкого відстеження їхнього стану здоров'я. Крім того, корисним пристрій буде і для курців, що кидають курити, оскільки вони постійно спостерігатимуть покращення стану крові, що надасть їм мотивації. Спортсменам пристрій покаже реакцію організму на ті чи інші види вправ. Завдяки синхронізації з відповідною програмою користувач спостерігатиме перебіг хронічних хворіб або результат спортивних вправ. Пристрій надзвичайно простий у використанні: достатньо притулити палець і за лічені секунди отримати результати [8].



Рис. 8. iHealth Wireless Pulse Oximeter [8]



Рис. 9. iHealth Connected Mini Glucometer [9]

*Connected Mini Glucometer* – компактний портативний пристрій, що дає змогу вимірювати рівень цукру в крові (рис. 9). Пристрій стане в нагоді людям з цукровим діабетом для моніторингу рівня глюкози в крові. На вихід пристрій видає рівні глюкози в крові, записує їх у внутрішній пам'яті та відсилає на хмарне сховище, щоб постійно інформувати лікаря. Крім того, є можливість встановлення сповіщень при певних лімітах рівня цукру в крові. Пристрій приєднується до смартфона за допомогою AUX-роз'єму, що забезпечує високу його портативність [9].

*Wireless Smart Gluco – Monitoring System* – пристрій, за функціоналом схожий на попередній за винятком набагато кращого та повноцінного інформування пацієнта про дані про рівень цукру в крові (рис. 10). Наявність алгоритму прогнозування зміни рівня цукру в крові дає змогу створити більш вдалу схему лікування пацієнта [10].

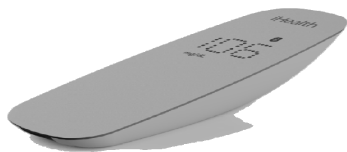


Рис. 10. Wireless Smart Gluco – Monitoring System [10]

Перевагами компанії iHealth та її продуктів є висока точність та надійність, велика тривалість існування на ринку. Широкий спектр продуктів та комплектуючих до них робить компанію впливовим гравцем на ринку. Невисока ціна продуктів забезпечує їх доступність для кінцевого користувача [11]. Недоліками продуктів iHealth є надто велика диференційованість та відсутність універсальності, адже користуватись великою кількістю продуктів, більшість з яких не є легкими в постійному користуванні, незручно.

Крім того, технічно пристрої побудовані так, що у випадку несправностей користувач не може їх розібрати та полагодити самостійно. А також продукти не є ударо- та вологостійкими, що робить їх вразливими до використання в реальних умовах [11].

## Інші існуючі системи

Наступною схожою системою є *AiQ BioMan*. Ця компанія змогла помістити мобільну медичну систему в звичайну футболку. Завдяки цьому є можливість вимірювання рівнів серцебиття, дихання та температури шкіри. Крім того, в дорожчій версії продукту є сенсори електрофізіологічних сигналів. Перевагами продукту є інноваційність рішення, недоліком – невисока точність результатів вимірів і відсутність їхнього аналізу чи синхронізації зі сховищем [12].

*Metria Wearable Sensor* є компактним пристроєм, що приєднується до тіла та збирає дані про кількість подихів за хвилину, кількість годин сну користувача. За допомогою WiFi пристрій надсилає ці дані на смартфон користувача. Перевагою пристрою є невисока ціна та можливість застосування у багатьох видах діяльності, недоліком є невелика кількість показників та відсутність медичного аналізу результатів [12].

*BodyTel* – це комплекс пристроїв, що вимірюють рівень глюкози в крові та рівень тиску. Кожен пристрій має Bluetooth – модуль, за допомогою якого відсилає отримані дані на домашню станцію користувача. Після отримання необхідних даних станція надсилає їх в базу даних, що доступна лікарю. Крім можливості перегляду даних, лікарі мають можливість сповіщати пацієнтів на основі певних обмежень показників, які визначає лікар. Домашня станція також забезпечує можливість зворотного зв'язку з лікарем, коли один або декілька показників стану здоров'я пацієнта виходять за межі норми. Перевагами системи є налагоджений зв'язок з лікарем та продумана система оповіщень, недоліком є прив'язаність системи до домашньої станції, що унеможливує мобільність системи. Крім того, надсилання даних на домашню станцію є можливим лише за допомогою Bluetooth [13].

*Imec* – це мобільний електроенцеалограф для моніторингу стану мозку пацієнта. Всі отримані дані автоматично надсилаються на смартфон користувача. Ця система сьогодні перебуває в процесі розроблення та знаходиться на стані існування прототипу. Систему ще не завершено, вона не пройшла необхідних випробувань для виходу на ринок.

*Moticon* – високотехнологічний супінатор, який працює з параметрами руху носія. Пристрій вимірює кількість кроків, вагу носія та інші параметри. Значного поширення пристрій набув серед спортсменів. Перевагою є можливість застосування у взутті будь-якого типу. Недоліком пристрою є зв'язок з комп'ютером, що забезпечується за допомогою USB-маячка, що не є достатньо зручно у використанні і не дає змоги отримувати необхідні дані в режимі реального часу.

*Preventice BodyGuardian RMS* – система для постійного моніторингу стану здоров'я пацієнтів з аритмією серця. Вона дає лікарю змогу переглядати необхідні показники пацієнта завдяки невеликому сенсору, що кріпиться до грудної клітки пацієнта. Дані через смартфон надсилаються лікарю. Перевагами системи є висока точність результатів, недоліками – складність у користуванні, не зовсім продуманий інтерфейс та ціна продукту [14].

## Аналіз можливостей Apple Watch

Apple Watch – це розумний годинник, розроблений Apple Inc. Він гарантує фітнес-відстеження і можливості дослідження стану здоров'я, а також інтеграцію з іншими продуктами і послугами Apple. Пристрій доступний у чотирьох варіантах: Apple Watch Sport, Apple Watch, Apple Watch Hermès і Apple Watch Edition. Годинники відрізняються за матеріалами корпусу та розміром екрана. Apple Watch базується на підключеному бездротовому iPhone для виконання багатьох його функцій за замовчуванням (інтеграція дзвінків і можливість набору текстових повідомлень). Він сумісний з iPhone 5 або пізнішими моделями, працює iOS 8.2 або пізнішої версії завдяки використанню Bluetooth або Wi-Fi. Пристрій, який презентував Тім Кук 9 вересня 2014 року, швидко став бестселером розумних годинників з випуском понад 4200000 одиниць у другому кварталі 2015 року, згідно з даними аналітичної компанії Canalys.

Метою Apple Watch було звільнити людей від їхніх телефонів. Apple Watch працює при підключенні за допомогою Bluetooth або Wi-Fi до телефону, а потім за допомогою його доступу до всіх застосунків, які є завантаженими на мобільний пристрій. Розроблення Apple Watch було таємним, поки не опублікували статтю Wired, яку можна знайти в Інтернеті [15].

**Апаратна частина.** В Apple Watch використано систему на чипі – S1. Він використовує лінійний привід, що називається “Taptic Engine”, щоб забезпечити зворотний тактильний зв’язок при отриманні сповіщення або повідомлення і використовується для інших цілей відповідними додатками. Годинник оснащено вбудованим давачем для вимірювання пульсу, що використовує як інфрачервоний, так і видимий спектр світла та фотодіоди. Всі версії годинника Apple Watch мають 8 гігабайтів пам’яті, операційна система дозволяє користувачу зберігати до 2 гігабайтів музики та 75 мегабайтів фотографій. Саме Apple Watch було вибрано в процесі розроблення системи, оскільки він може створювати пару з iPhone і передавати дані давачів в програму Apple Health, через яку можна отримати необхідні дані про стан здоров’я пацієнта. Батарея Apple Watch витримує понад 18 годин змішаного використання. Годинник заряджається за допомогою індуктивної зарядки кабелю, що є схожим на MagSafe від MacBook. Якщо заряд батареї є меншим ніж 10 %, годинник перейде в режим економії енергії, який дає змогу тільки бачити годину. Крім того, продукт захищено від вологи, що потенційно дає змогу відстежувати фізичний стан плавців. Спеціальні випробування показали, що Apple Watch може функціонувати у разі занурення у воду, щоправда, сенсор тоді стає менш точним [16].

**Програмна частина.** Apple Watch працює на ОС – WatchOS, чий інтерфейс базується на головному екрані з круговим набором іконок програм. Переміщення на головному екрані відбувається за допомогою сенсорів або корони збоку годинника. Мінімальні вимоги для роботи – це iPhone 5 та iOS 8.2 – саме на цій версії годинник був анонсований. Він здатний отримувати повідомлення та телефонні дзвінки за допомогою спареного iPhone. “Погляди” дозволяють користувачам переключатись між сторінками, що містять віджети. WatchOS також підтримує Handoff, щоб пересилати контент з Apple Watch на iOS або OS X і використовуватись Siri для голосових команд. Apple Watch також підтримує Apple Pay і дозволяє використовувати його із старішими моделями iPhone, які не підтримують NFC. Застосунки Apple Watch розроблені, щоб взаємодіяти з iOS-аналогами, наприклад e-mail, телефон, календар, повідомлення, карти, музика, фотографії, нагадування тощо. В розробці системи нас цікавить застосунок Fitness, що дозволяє відстежувати фізичну активність користувача і надсилати дані на iPhone на Health App та інші програми, що використовують HealthKit. WatchKit – застосунок, що працює у фоновому режимі на iPhone як розширення застосунків і відсилає дані про фізичний стан носія на телефон. Таким чином, WatchOS-додатки повинні бути в комплекті відповідно з iOS-додатком і синхронізуватись автоматично з iPhone [17].

У майбутніх версіях Apple Watch буде використано операційну систему WatchOS 2, представлену на WWDC 2015. В ній додано підтримку основних програм, нічний режим, нові циферблати з можливістю налаштування timelapse відео як фону і ще багато інших змін [18].

Основні зміни в WatchOS 2:

- Нічний режим. Дозволяє пристрою працювати за низького заряду батареї, постійно показуючи годину. Крім того, в цьому режимі також працює і будильник; щоби вимкнути його, достатньо натиснути на кнопку.
- Timelapse фони. В ОС доступні 24-годинні записи відео з Гонконгу, Лондону, Нью-Йорку, Шанхаю та Парижу. Ці відео можна поставити на заставку годинника в режимі очікування. Протягом дня годинник відображає відповідну пору доби в одному з цих міст, наприклад, вночі – нічне небо міста.
- TimeTravel. Новий режим, що дозволяє користувачу за допомогою руху коронки скролити вперед і назад по таких програмах, як фотографії, календар тощо.
- Вдосконалення Siri. Додано можливість голосової команди про початок нових вправ, отримання шляху на карті, пошуку слова в словнику тощо. Додано можливість відповіді на дзвінок або електронну пошту.
- Вдосконалення застосунків Activity і Workout. Вправи з зовнішніх застосунків можуть бути додані в Workout. Додано інтерактивні досягнення та підсумок щотижневих вправ. Дані про виконані вправи зберігаються автоматично.

- Apple Pay, Apple Wallet вдосконалення. Додано підтримку дисконтних карток та дебетових карток. Додано можливість заносити дані з зовнішніх застосунків.
- Вдосконалення карт. Транспортний режим, що показує транспортні лінії, станції пересадки тощо в великих містах. Підтримка найоптимальнішого маршруту до місця призначення. Інформація про відправлення різних видів транспорту.
- Вдосконалення програвача музики. Додано кнопку для швидкого програвання музики.
- Додано підтримку багатьох мов.

Окремо слід виділити нові можливості для програмістів в WatchOS 2. Основним нововведенням є набір програм, що покращують загальні параметри програм через те, що їх написано переважно від WatchOS 2. Крім того, розробникам надано прямий доступ до акселерометра, мікрофона, корони і, що найважливіше, до медичних сенсорів пристрою і TapTic Engine, що безпосередньо буде використовуватись в процесі розроблення системи. Також покращено інтеграцію стандартних програм годинника з iOS для забезпечення швидшої та якіснішої синхронізації між пристроями [18].

Для відстеження стану здоров'я пацієнта було вибрано саме Apple Watch завдяки таким перевагам:

- Дисплей пристрою є надзвичайно чутливим. Компанія Apple змогла поєднати невеликі розміри екрана пристрою із значною чутливістю екрана. Це дозволяє легко пересуватись по екрану та вибирати відповідні програми та елементи. Крім того, дисплей по-різному реагує на силу натиску. Також Retina-дисплей забезпечує високу чіткість зображуваних на екрані елементів.
- Головне меню програми радіальне. На меню всі програми розміщені радіально від кутів екрана і переміщення працює у всіх напрямках.
- Високий запас батареї. Apple заявляє, що заряду годинника вистачає приблизно на 18 годин активного користування, різні випробування показали, що до кінця дня залишається приблизно 25 % заряду батареї, що є доволі непоганим показником порівняно з аналогами.
- Вбудована інтеграція з Siri. Ця технологія дозволяє за допомогою голосових команд виконувати велике різноманіття завдань, не вимагаючи уваги користувача, включно з диктуванням тексту, виставленням нагадувань та пошуковими запитам в інтернеті.
- Можливість відповідати на телефонні дзвінки. Сьогодні це єдиний годинник, що дозволяє безпосередньо приймати вхідні дзвінки при створенні пари зі смартфоном.
- Технологія "TapTic". Ця технологія дозволяє повідомляти користувача про різні повідомлення чи нагадування за допомогою вібрації на зап'ясті. Також ця технологія матиме непряме застосування в розробці системи через можливість надсилати візуалізований пульс.
- Майбутні вдосконалення до WatchOS 2. Завдяки переліченим перевагам цієї ОС вибір Apple Watch є найперспективнішим з погляду розроблення мобільної медичної системи.

Незважаючи на значну кількість переваг, годинник має свої недоліки.

Основним недоліком є те, що без зв'язки з iPhone більшість можливостей годинника зводяться нанівець, включно з можливістю відстежувати стан здоров'я, що є ключовою необхідністю в процесі розроблення системи [19].

Другим недоліком пристрою є його ціна, яка варіює залежно від типу годинника. В розробці системи будуть використовуватись Apple Watch та Apple Watch Sport з дисплеями 38 і 42 дюйми відповідно, виготовлено годинники з алюмінію та нержавійної сталі. Apple Watch Edition є ексклюзивним продуктом з ціною від 10000\$, який не має жодних переваг щодо функціоналу, а відрізняється лише вартістю матеріалів. Ціна Apple Watch Sport починається від 349\$, Apple Watch – від 599\$. Але в умовах росту курсу долара такі ціни вважаються недоліком пристрою.

Третім потенційним недоліком пристрою є те, що внаслідок зміни кольору шкіри, наприклад, татування, сенсори пристрою починають працювати неточно, що не дає змоги правильно встановити стан здоров'я пацієнта. Причина в тому, що для моніторингу пульсу користувача годинник світить зеленими спалахами на шкіру і записує кількість зеленого світла, що поглинається кров'ю. Проте після зміни кольору шкіри ця функціональність не може повністю правильно



опрацьовувати показники поглинання зеленого світла, що спричиняє можливі неточності в результатах [19].

Одним з основних застосунків, який є корисним для опрацювання фізичного стану користувача і буде використаним під час розроблення системи, є Activity App. Цей застосунок надає просте візуальне подання денної фізичної активності користувача за допомогою трьох кілець, що показують всю необхідну інформацію (рис. 11). Так званий “Stand ring” показує, як часто користувач вставав з місця. “Move ring” показує кількість калорій, спалену користувачем. “Exercise ring” показує, скільки хвилин користувач робив фізичні вправи. Основною метою цієї програми є можливість встановлення своїх денних лімітів індивідуально і закриття цих кілець [19].



Рис. 11. Додаток Activity App [19]

Додаток “Стій”. Сидіння надто тривалий час має певні ризики для здоров’я. Сенсори Apple Watch визначають, коли користувач встає з місця, і записують це. Якщо він сидить понад годину, годинник нагадує про це користувачу. “Stand ring” закривається, коли користувач встає з місця і рухається хоча б хвилину кожної години на день (рис. 12). Це може видатись дрібницею, але часті перерви під час сидіння позитивно впливають на стан здоров’я загалом [19].



Рис. 12. Додаток Stand [19]



Рис. 3. Додаток Move [19]

Додаток “Рухайся”. Кожного тижня Apple Watch пропонує покращувати показники рухливості, щоб спалювати щодня певну кількість калорій, враховуючи нещодавні показники користувача. “Move ring” закривається, коли користувач спалює встановлену кількість калорій на поточний день (рис. 13). Користувач може змінювати запропоновану кількість калорій, збільшуючи або зменшуючи її залежно від самопочуття того чи іншого дня. Головна мета “Move ring” – це невеликі, але постійні покращення показників руху щотижня для забезпечення прогресу в стані здоров’я носія. Додаток “Вправи”. Apple Watch зберігає дані про фізичну активність користувача щодня. “Exercise ring” закривається, коли носій зробить хоча б 30 хвилин вправ щодня. Вправи необов’язково виконувати підряд протягом півгодини – користувач сам розподіляє їхню кількість протягом дня залежно від власних рекомендацій.

Окрім цих загальних функцій програми Activity App існують багато інших застосунків, створених різними компаніями для просування своїх продуктів. Завдяки цим застосункам годинник стане в пригоді велосипедистам, людям, що займаються йогою чи гімнастикою [20].

### Висновки та перспективи подальших наукових розвідок

Сьогодні існує велика кількість мобільних медичних систем, що вимірюють найрізноманітніші показники життєдіяльності людини. Проте більшість розглянутих систем є відносно новими і потребують багатьох покращень, деякі з них взагалі знаходяться на стадії розроблення

прототипів. Крім того, всі розглянуті системи вимагають прив'язки до певного обладнання, що не є завжди зручним у повсякденному користуванні.

Для усунення всіх незручностей у користуванні існуючими системами необхідно створити систему, яка є інтегрована у розумний годинник, що забезпечить зручність у користуванні, а також механізм зберігання та аналізу медичних даних на хмарному сховищі.

У результаті аналізу розроблено класифікацію “розумних годинників”. За кількістю розумних показників: малофункціональні, повнофункціональні. За можливістю інтеграції з іншими пристроями: неінтегровані, частково інтегровані, повністю інтегровані. За кількістю програмних додатків та популярністю на ринку: поширені, не поширені. За вартістю: дешеві, дорогі. Також завдяки проведеному порівнянню схожих існуючих систем було виділено основні особливості та необхідні функції, що будуть інтегровані в майбутню систему. Крім того, порівняно особливості дизайну схожих систем з метою створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу.

1. Patricia Mechael. *The Case for mHealth in Developing Countries* / Mechael Patricia // *Mobilizing Markets: Special Edition of MIT Innovations Journal for the GSMA Mobile World Congress*. - Cambridge: MIT Press, 2009. – P. 153–168. 2. Istepanian R. *Introduction to the Special Section on M-Health: Beyond Seamless Mobility and Global Wireless Health-care Connectivity* // *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*. – 2004. – Vol. 8(4). – P. 405–413. 3. *Radiation-reduction strategies in cardiac computed tomographic angiography* / Roobottom C. A., Mitchell G., Morgan-Hughes G., Mitchell Morgan-Hughes // *Clin Radiol*.- 2010.-Vol.65 (11).-P. 859–67. 4. “*Overview of elastography—an emerging branch of medical imaging*”/ Sarvazyan A., Hall T. J., Urban M. W., Fatemi M., Aglyamov S. R., Garra B. S. // *Current Medical Imaging Reviews*. – 2011. – Vol. 7 (4). – P. 255–282. 5. (July 2008). “*Molecular imaging in drug development*”/ Willmann J. K., van Bruggen N., Dinkelborg L. M., Gambhir S. S. // *Nature Reviews Drug Discovery*. – 2008. – Vol. 7 (7). – P. 591–607. 6. Villringer A., *Non-invasive optical spectroscopy and imaging of human brain function* / Villringer A., Chance B.; Chance // *Trends in neurosciences*. – 1997. – Vol. 20 (10). – P.435–442. 7. Hargreaves R.J. *The role of molecular imaging in drug discovery and development* / Hargreaves R. J. // *Clinical pharmacology and therapeutics*. – 2008. – Vol. 83 (2). – P. 349–53. 8. Matthews P. M. “*Non-invasive imaging in experimental medicine for drug development*” / Matthews P. M., Rabiner I., Gunn R. // *Current Opinion in Pharmacology*. – 2011. – Vol. 11 (5). – P. 501–7. 9. Parker K. J. *Imaging the elastic properties of tissue: the 20 year perspective* / Parker K. J., Doyley M. M., Rubens D. J. // *Physics in Medicine and Biology*. – 2011. – Vol. 56 (2). – P. 513. 10. Eva Dou *Who Is Apple’s Watch Maker?* / Eva Dou // *The Wall Street Journal*. – 2015. – February 8. 11. Kelion Leo *Apple Watch prices and apps revealed* / Kelion Leo // *BBC News Online*. - 2015. – March 10. 12. *Teardown shows Apple Watch S1 chip has custom CPU, 512MB RAM, 8GB storage* // *AppleInsider*. – 2015. – April 30. 13. *Apple Said to Have Team Developing Wristwatch Computer*// *Bloomberg*. – 2015. – July 15. 14. *Apple’s Cook on New Products: Take the Time to Get It Right* // *Digits. Wall Street Journal*. – 2015. – July 15. 15. *Get ready for Apple Watch 2.0* // *CNET. Retrieved*. – 2015. – June 10. 16. *Australian app creator's triumph with Apple Watch* // *The Age*. – 2014. – September 13. 17. *Cunningham Andrew. Apple releases WatchKit developer tools alongside first iOS 8.2 beta* / Cunningham Andrew // *Ars Technica. Condé Nast. Retrieved*. – 2015. – May 15. 18. *Your heart rate. What it means, and where on Apple Watch you'll find it.* // *Apple Inc.* – 2015. – May 30. 19. *Apple Watch launch: Plan ahead – it's by appointment only* // *CNET. Retrieved*. – 2015. – July 15. 20. *Rumor: Apple working on wearable iPod with Siri control* | *iMore // iMore. Retrieved*. – 2015. – September 1.