

Применения (опыт разработки и внедрения информационных технологий)

DOI <https://doi.org/10.15407/usim.2018.04.0057>

УДК 004.75+004.932.2:616

О.С. КОВАЛЕНКО, д-р мед. наук, зав. відділу,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
askov49@gmail.com

Л.М. КОЗАК, д-р біолог. наук, пров. наук. співробітник,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
lmkozak52@gmail.com

О.О. РОМАНЮК, мол. наук. співробітник,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
kankan7@gmail.com

Т.А. МАРЕСОВА, мол. наук. співробітник,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
tamaresova@gmail.com

Л.В. НЕНАШЕВА, мол. наук. співробітник,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
larnen@ukr.net

Г.І. ФИНЯК, магістр
Національний технічний університет "Київський політехнічний інститут"

МОБИЛЬНІ ЗАСТОСУНКИ У СТРУКТУРІ СУЧАСНИХ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Подано аналіз завдань та можливих рішень щодо включення мобільних застосунків в структуру медичних інформаційних систем. Описано структуру взаємозв'язків цих застосунків, орієнтованих на лікаря та пацієнта, яка об'єднує платформу Android та функціональні блоки. Описано функції мобільного застосунку, де передбачено виконання операцій з аналізу за певними завданнями.

Ключові слова: цифрова медицина, мобільні застосунки, медичні інформаційні системи, підтримка прийняття рішень лікарем, статистичні звіти.

Вступ

Використання мобільних пристроїв для охорони здоров'я (*m-health*) спрямовано на покращення здоров'я та добробуту людей у всьому світі. *M-health* надасть змогу знизити витрати і покращити якість медичної допомоги, зміцнити взаємодію пацієнта та лікаря щодо проведення

профілактичних заходів, поліпшити та підтримувати здоров'я людини у довгостроковій перспективі. На сьогодні в світі вже сформовано передумови активного використання мобільних пристроїв. За використання мобільних технологій створено більш ніж п'ять мільярдів точок контакту між споживачами, медичними праців-

никами, керівниками системи охорони здоров'я та фармацевтичною сферою під час постачання медикаментів та товарів медичного призначення. Дослідження *Park Associates* демонструють, що майже 30 відсотків домогосподарств у США, які мають широкосмуговий доступ в Інтернет, мають хоча б один трекер активності або медичний давач. Ще 13 відсотків планують придбати подібний пристрій в найближчий рік.

Актуальність розроблення мобільних застосунків для медичних центрів, приватних клінік буде зростати з кожним днем. Функції мобільних пристроїв та застосунків охоплюють широке коло повсякденних дій, таких як складання планів на день, формування меню правильного харчування, складання графіку тренувань.

Особливо слід відзначити інформаційні функції мобільних застосунків — надання інформації про стан здоров'я користувача цього пристрою, оперативне одержання інформації щодо лікарських засобів, забезпечення можливості з'єднання за необхідності з сімейним лікарем або здійснення контролю за прийомом ліків [1].

Застосування ІТ в медицині дає змогу лікарям проводити онлайн-консультації в будь-який зручний час, що зумовлює підвищення доступності медичних послуг. Пацієнти - користувачі мобільних пристроїв, можуть дистанційно отримати кваліфіковану допомогу від досвідчених лікарів. Таким чином відбувається автоматизація бізнес-процесу.

Найбільшу активність в сфері *mHealth* мають перш за все країни з високим рівнем доходу на душу населення. За даними опитування, 72 відсотка лікарів Німеччини, Великобританії та Франції активно використовують мобільні технології у своїй практиці [2].

Зрозуміло, що потенціал мобільного зв'язку трансформуватиме систему охорони здоров'я та механізми надання медичних послуг населенню, відбуватиметься подальша автоматизація бізнес-процесу надання медичної допомоги. За результатами попередніх досліджень, мобільні телефони дістали використання для підтримки медичних та соціальних втручань, зокрема під час збору даних для досліджень у галузі охорони здоров'я [4] та для підтримки медико-санітарної

освіти та клінічної практики для населення [5]. Відзначено успішне використання мобільних телефонів задля підтримки телемедицини та віддаленого медичного обслуговування [6], для проведення епідеміологічних досліджень [7].

Сьогодні залишається актуальним обмін інформацією між лікарями різних медичних установ чи консультантами, головним інформаційним джерелом такого обміну є цифрові медичні зображення. Поширюється використання дистанційного обговорення результатів лікування та застосованих методів лікувально-діагностичного процесу. Такий взаємозв'язок часто здійснюється за використання мобільних пристроїв.

Запропонована стаття ґрунтується на актуальності проблеми і реалізує можливість обміну цифровими медичними даними в середовищі сучасних медичних інформаційних систем за допомоги мобільних пристроїв.

Постановка проблеми

Різноманітністю завдань використання мобільних технологій у секторі охорони здоров'я, спрямованого на вдосконалення якості медичних послуг та доступу до якісного догляду, зумовлено широкий спектр програмних продуктів, запропонованих задля їхнього розв'язання. Програми *m-health* мають допомогти пацієнтам здійснювати оперативний і регулярний зв'язок з лікарем або консультантом.

Все розмаїття *mHealth* умовно поділяють на п'ять основних груп:

- програми (застосунки) медичної спрямованості;
- медичні інформаційно-довідкові служби, включаючи екстрені телефонні служби;
- діагностичні пристрої для смартфонів, в тому числі різноманітні пристрої або гаджети (чіпи, пояси, браслети, «розумні» окуляри тощо);
- мобільна телемедицина, призначена для дистанційної взаємодії як самої лікарської спільноти, так і для зв'язку з пацієнтом;
- керування медичними даними, координація робочого процесу установ сфери охорони здоров'я.

Сьогодні проводять різноспрямовані дослідження, в яких оцінюють специфічні функціо-

нальні можливості смартфонів для організації ефективної діяльності різних служб системи охорони здоров'я, включаючи експертизу використання цифрових щоденників за параметрами дослідження, використання тексту коротких повідомлень (*SMS*) в керуванні процесами надання медичної допомоги [8], забезпечення обізнаності з питань підтримки та покращення здоров'я, поліпшення дотримання пацієнтами антиретровірусної терапії [9], порівняння ефективності використання записів мобільних телефонів з традиційними паперовими записами у контрольованих дослідженнях фармпрепаратів [10], а також дистанційні тренінги медичних працівників з ВІЛ/СНІД за умов обмежених ресурсів [11].

Британські розробники програми *m-Health GSM* мали за мету підвищити потенціал служби охорони здоров'я для охоплення ризикових груп населення, насамперед жінок і дітей, які не мають доступу до основних медичних послуг. Ця програма створює міцніші зв'язки між постачальниками та одержувачами медичних послуг, покликана підтримати комерційно стійкі медичні послуги, які трансформують життя людей, що потребують допомоги, а також сприяють добробуту матерів та сімей в країнах, що розвиваються [12].

Глобальна система позиціонування (*GPS*) і смартфони з підтримкою геоданих пропонують безліч додаткових можливостей застосування, здатних сприяти зростанню самостійності та якості життя людей з інвалідністю та/або множинними хронічними станами [3], а також надавати додаткову інформацію в епідеміології, охороні громадського здоров'я тощо [13]. Аналізуючи застосування мобільного телефону та портативного комп'ютера, обчислювальних пристроїв для охорони здоров'я та клінічної практики, дослідники [14] виділили кілька ключових характеристик, які зумовлюють переваги використання мобільних телефонів перед іншими інформаційними та комунікаційними технологіями, такі як мобільність, безперервний потік даних і можливість підтримки достатньо потужних обчислень за допомоги мультимедійних програмних застосунків. Саме реалізація цих переваг створює стійкі умови для підвищення економічного ефекту у разі використання мо-

більного зв'язку у забезпеченні дистанційної медичної допомоги та телемедицини [15].

За проектом ЄС [16], спрямованого на побудову дистанційної системи моніторингу здоров'я літніх людей з множинними хронічними захворюваннями, розроблено мобільний застосунок *eCAALYX*. Маючи за мету залучення пацієнтів, опікунів і лікарів до оперативної взаємодії, розробники визначають основну функціональність мобільної платформи *eCAALYX* - бути бездоганним "поінформованим" посередником між мобільними давачами здоров'я, які використовують літні люди, та веб-сайтом медичних працівників, забезпечити лікаря і пацієнта інформацією про отримані дані вимірювання від давачів і про географічне розташування користувача (пацієнта) засобами *GPS* смартфона. Мобільна платформа також має функцію аналізу отриманих даних для ідентифікації інформації про певні зміни, включаючи легко виявлені аномалії на основі наявних експертних медичних знань, такі як тахікардія та ознаки респіраторних інфекцій. Інтерфейс дає змогу користувачеві оперативно оцінювати поточні медичні дані, отримані від давачів, виконувати нові вимірювання та спілкуватися з опікунами.

Зазначимо основні проблеми розвитку мобільних пристроїв. Головною вимогою до них в медичній галузі є необхідність безперервної та автономної роботи цих мобільних платформ. Необхідно брати до уваги, що значна частка користувачів зазвичай не мають знань з такої технології, а також враховувати стан користувачів цільової групи з низкою фізичних (наприклад, поганий зір) та/або когнітивних порушень, що може додатково обмежувати використання мобільних пристроїв. Слід також зазначити проблеми щодо застосування інтелектуальних механізмів в обмеженому мобільному ресурсі.

Треба виділити у загальному колі завдань два складника стосовно зручності мобільної платформи для забезпечення потреб більшості користувачів: фізичне обслуговування мобільного пристрою (наприклад, смартфона) і розроблення та використання його програмного забезпечення.

За результатами аналізу підходів до реалізації технічного обслуговування були прийняті

практичні рішення, серед яких: використання док-станцій для спрощення зарядки акумулятора мобільного пристрою; використання мобільного телефону без кнопок і з великими сенсорними екранами, які дають змогу створювати віртуальні кнопки настільки великими, наскільки потрібно, замість маленьких кнопок, як на звичайних клавіатурах комерційних мобільних телефонів; всі дії з технічного обслуговування виконуються дистанційно користувачем або локально, технічними працівниками.

Розглянувши спектр застосунків, які активно розробляються, можна виділити декілька блоків за прикладною спрямованістю:

- фітнес-додатки (комплекси вправ, контроль виконання);
- застосунки для ведення здорового способу життя (дієтологія, режими навантаження, поради тощо);
- одержання і збереження різних медичних метрик користувача (пульс, тиск, робота серця, сон тощо) та обсягу і регламенту наданої йому медичної допомоги різного виду;
- застосунки для нагадування про прийом ліків і зберігання медичної документації (наприклад, *Medical Note*);
- спеціалізовані застосунки для людей, які страждають на певну хворобу;
- застосунки для взаємодії з медичним центром або клінікою.

Отже, розроблення та використання мобільних додатків для медичних установ забезпечить виконання таких основних функцій: облік пацієнтів клінік та обсягу наданої медичної допомоги; дистанційне спостереження їхнього стану; одержувати, зберігати і передавати результати діагностичних обстежень; контроль правильності призначеного лікування; проведення віддаленого навчання; надання консультацій малодосвідченим співробітникам.

Структура взаємозв'язків мобільних застосунків, орієнтованих на користувача

Мобільний застосунок має бути орієнтований у першу чергу на користувача та його потреби. Для

будь-якого застосунку архітектура має звичайну базову структуру, а саме ядро (платформа на базі *Android*, *IOS* чи *Windows Mobile*) та функціональні блоки, які можна використовувати у режимах повного або часткового включення (рис. 1). Для медичних мобільних застосунків визначають два основних типи користувачів — лікар та пацієнт, які відрізняються набором можливостей та обмежень у доступі до певної інформації.

Основні функціональні блоки мобільного застосунку:

- база даних пацієнтів ;
- база даних лабораторних досліджень;
- база даних інструментальних досліджень, яка містить як цифрові медичні зображення (*DICOM*), так і дані медичних сигналів (*SCP*);
- база даних лікарських препаратів, яка має бути актуальною в кожен момент часу стосовно дозволу використання того чи іншого засобу, терміну дії реєстрації чи карантину;
- база даних госпіталізації;
- модуль підтримки прийняття рішень;
- блок оброблення статистичних даних.

Мобільний застосунок лікаря має основне обмеження доступу для користувача-лікаря: доступ лікарю надано до наявної інформації баз даних згідно з переліком його пацієнтів.

Мобільний застосунок пацієнта забезпечує можливість бачити лише свої персональні дані, має обмеження щодо використання окремих баз даних, не має доступу до блоків підтримки прийняття рішень щодо здійснення лікувально-діагностичного процесу та блоку аналізу статистичних даних.

Варто зазначити, що, не зважаючи на тип користувача, необхідно забезпечити захист персональних даних та ввести двостороннє шифрування.

Реалізація функції оброблення статистичних медичних даних з використанням мобільних застосунків

Головний принцип інформатизації системи охорони здоров'я визначає, що якість прийняття рішень лікарем безпосередньо залежить від обсягу, достовірності та оперативності інфор-

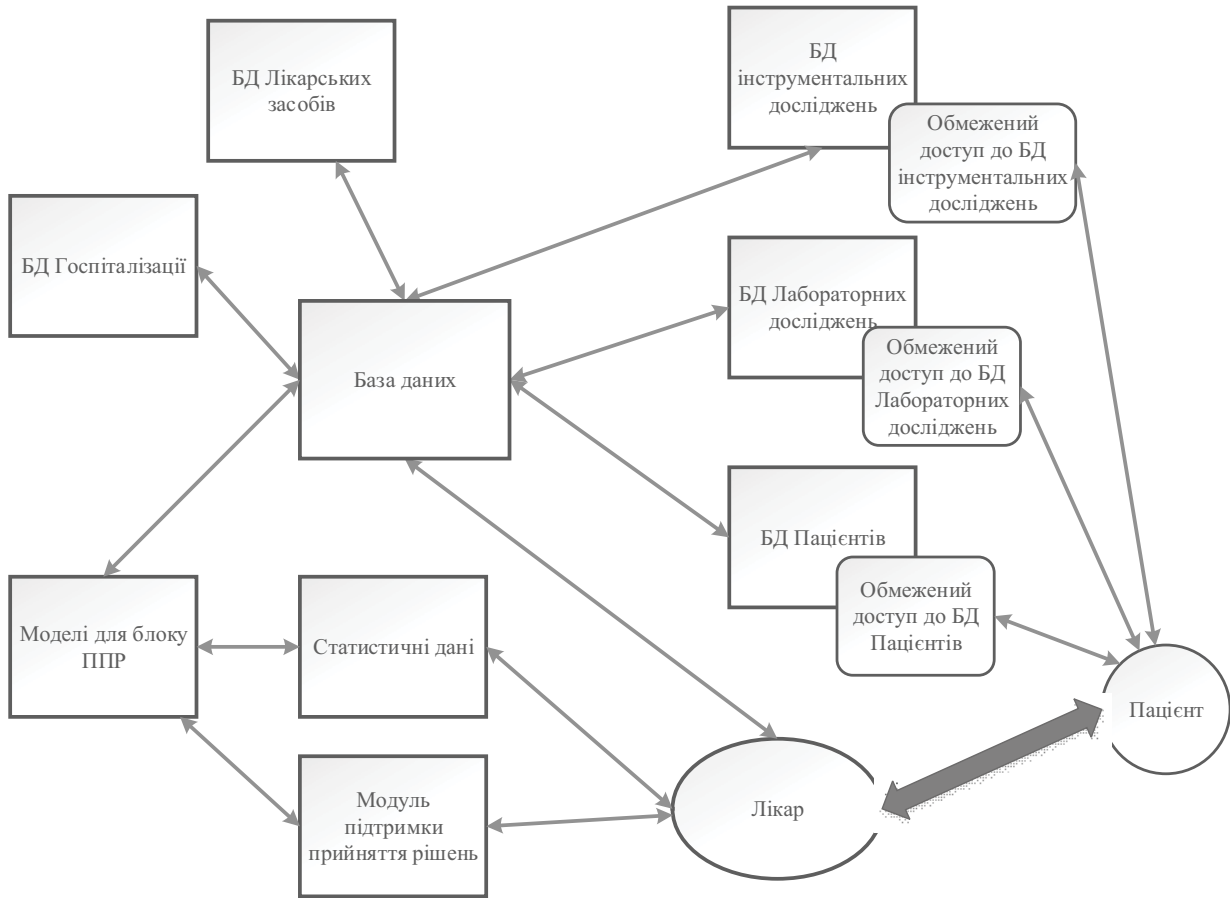


Рис. 1. Структура взаємозв'язків мобільних застосунків, орієнтованих на лікаря та пацієнта

мації. Покоління медичних інформаційних систем (клінічних, госпітальних, експертних ІС та спеціалізованих модулів) створювалися задля впровадження у життя цього принципу. Розробники кожної такої системи намагались щонайповніше виконати завдання за цим принципом. Розвиток технічних засобів надає нові можливості для інформатизації системи охорони здоров'я, але висуває нові завдання та вимоги щодо їх виконання.

Донедавна клінічні інформаційні системи створювалися на базі структури лікарняної комп'ютерної мережі, основою побудови якої слугувала технологія локальних мереж. Ця технологія понад 20 років не лишала позицій найбільш розповсюдженій завдяки порівняно невисокій вартості обладнання, яка має тенденцію зниження, і достатніх надійності та швидкості пере-

дачі інформації, обсяги якої стрімко зростають з еволюцією технології. Локальна мережа об'єднувала АРМі лікарів, діагностичні комплекси та АРМі фахівців підрозділів забезпечення діяльності медичного закладу, а також сервер БД, телекомунікаційний і веб-сервери [17, 18].

Зараз, у сучасних клініках лікарі разом зі стільниковими комп'ютерами застосовують різні мобільні пристрої (планшети, мобільні телефони тощо). Природно, що і вся інформація про стан здоров'я пацієнтів може надходити саме на ці гаджети.

Статистичні дані про стан пацієнтів, термін їх перебування на стаціонарному лікуванні та загальна кількість захворювань, операцій, середні показники по відділеннях чи лікарні загалом, тривалість лікування та інші дані є важливим компонентом в адмініструванні будь-

```

StatisticsReport.xls - Module3 (Code)
[General] FIO2

Function ReplaceTimeToRange()
For Each Cell In Selection
Select Case Cell
Case Is > 1
Cell.FormulaR1C1 = "3. більше 24год."
Case Is < 0.5
Cell.FormulaR1C1 = "1. до 12год."
Case Else
Cell.FormulaR1C1 = "2. 12-24 год."
End Select
Next
End Function
    
```

a

```

Function TimeFormat()
Selection.NumberFormat = "dd.mm.yyyy hh:mm:ss"
For Each Cell In Selection
Dim q As String
If Cell <> 0 Then
q = (Right(Left(Cell.FormulaR1C1, 3), 2) * 24) + Right(Left(Cell.FormulaR1C1, 8), 2) & ":" & Right(Left(Cell.FormulaR1C1, 12), 2)
Cell.FormulaR1C1 = q
Else
Cell.FormulaR1C1 = 0
End If
Next
End Function
    
```

б

```

Function FIO2()
For Each Cell In Selection
If Cell Like "[ ]*" Then
Dim sq As String
Dim isq As Integer

isq = InStr(1, Cell.Value, " ", 1)
Cell.Value = Left(Cell.Value, isq + 1) & "."
End If
Next
End Function
    
```

в

```

Function SaveW(ByRef FileName_ As String)
On Error GoTo errSave
Dim NameFile As Variant
If Val(Application.Version) < 12 Then
NameFile = Application.GetSaveAsFilename(InitialFileName:=Environ("USERPROFILE") & "\Desktop\" & FileName_ & " " & Format(Now, "dd.r
If NameFile = False Then
MsgBox "Файл не збережено.", 48
Else
If Right(NameFile, 4) = ".xls" Then
ActiveWorkbook.SaveAs FileName:=NameFile, FileFormat:=xlNormal, WriteResPassword="", _
ReadOnlyRecommended:=False, CreateBackup:=False
    
```

г

Рис 1. Функціональні внутрішні модулі програми-макроса

яким закладом охорони здоров'я, адже завдяки таким даним забезпечено можливість контролю та корекції окремих лікарняних процесів.

Сучасність вимагає від завідувача відділення бути не тільки лікарем, але й адміністратором,

що потребує додаткового часу, тому для полегшення роботи авторами розроблено програмний модуль *StatisticsReport*, за допомогою якого на основі повної інформації БД (загальні дані та окремо по відділеннях) здійснюється пер-

винне оброблення медичної інформації для аналізу ефективності медичної діяльності та формування статистичних звітів. Модуль написано на *VBА* і пристосовано для використання як мобільний застосунок в структурі медичної інформаційної системи.

Користувачами розробленого мобільного застосунку є лікарі відділень закладів охорони здоров'я. Джерелами даних для статистичного оброблення є основні медичні форм 025/о, 003/о та 066/о, узгоджені Міністерством охорони здоров'я і повинні використовуватися в кожному закладі охорони здоров'я будь-якого рівня медичної допомоги. Цим забезпечено універсальність використання розробленого застосунку.

Для уніфікації медичних записів необхідно в автоматизованому режимі здійснити корекцію низки складників аналізованого інформаційного масиву. Серед основних внутрішніх функцій уніфікації, які забезпечує розроблений модуль, зазначимо функції ранжування часових показників (рис 2, *а*), перетворення та зведення часу до загального формату (рис 2, *б*), автоматичного замінування неправильних записів (рис 2, *в*) та автоматичного збереження кінцевого результату (рис 2, *г*).

В процесі оброблення запитів необхідно знаходити наявні некоректні чи неповні записи, які зроблено працівниками різних підрозділів медичної установи. В розробленому програмному модулі реалізовано функцією автоматичного корегування записів, що забезпечує в процесі оброблення запитів для формування звітів автоматичну заміну некоректних записів, таких як назви медичних установ, форма направлення, дані про лікаря, який здійснює лікувальні процедури конкретному пацієнту, означення виду операційного втручання, види надання медичної допомоги (амбулаторне чи госпіталізація) тощо.

Для окреслення спектру завдань, які є у реєстрі виконання розробленого модулю, наведемо декілька реалізацій різнотипних запитів за потребами лікаря, працівника закладу охорони здоров'я (ЗОЗ).

Виконання запиту за стаціонарними картками.

Як вхідні дані має бути використано файл, вивантажений з медичної ІС. Для цього користувач на мобільному застосунку вводить параметри запиту та часові межі.

Допускається вибір додаткових фільтрів по окремих відділеннях та/або лікарях. Файл має містити такі стовпці: Лікар; Результат лікування; Проведено ліжко-днів; Вік; Стать; Дата виписки; Основний діагноз; Дата госпіталізації; Ким направлений: ЗОЗ. Послідовність стовпців не має значення. Наявність будь-яких інших або пустих стовпців також не має значення.

Розроблений програмний модуль надає можливість формувати також звіти за різними зрізами: статеві-віковим складом, кількістю днів, проведених хворим у стаціонарі, діагнозами тощо.

Виконання запиту з хірургічної активності. Первинні дані містяться у файлі БД медичної інформаційної системи під назвою "Хірургічна Активність". Для вивантаження даних з цього файлу треба вказати часові межі і, за необхідності, прізвище лікаря-хірурга. Під час оброблення цього запиту за функцією автоматичного замінування також буде автоматично замінено деякі некоректні або неповні записи за допомоги внутрішніх функціональних модулів.

У мобільному застосунку передбачено виконання операцій для аналізу за низкою завдань: аналіз загальної кількості операцій, кількості операцій за окремою нозологією, визначення відсотку оперативних втручань та терапевтичного лікування з повним одужанням, з ускладненнями, з повторними зверненнями тощо. За кожним з цих видів аналізу може бути надано конкретний деталізований звіт. Отже, за результатами такого аналізу лікарю надано можливість визначати ефективність певного виду хірургічних та терапевтичних лікувальних заходів для подальшого корегування тактики лікування, а також автоматично формувати необхідні статистичні звіти про діяльність відділення чи кожного лікаря.

Відповідність вимогам до програмного продукту та технічного забезпечення. Під час створення макетів взаємодії з користувачем важливо вра-

ховувати рекомендації щодо роботи з інтерфейсом для різних цільових платформ застосунків. На будь-якій платформі мобільні застосунки мають працювати з постійною ефективністю. У 75 відсотках розробок *m-Health* використано платформи *iOS* та *Android*. Натепер стає популярнішою платформа *Android*, коли 86 відсотків розробників використовують операційну систему *Google*, тоді як *Apple* - 81 відсоток. Тим не менше, 15 відсотків розробників на початкових проектах випускають свої перші додатки на *Windows Phone*, а 19 - на *HTML5* [19].

Підкреслимо, що в основу кожного застосунку має бути покладено принцип забезпечення взаємодії між різними розділами програми. Так, в *iOS* для цього використовується панель вкладок в нижній частині екрана, в *Android* - панель вкладок у верхній частині екрану, а в *UWP* - елемент керування *Pivot* або вкладка. Зазначимо, що особливості обладнання зумовлюють реалізацію механізму взаємодії з користувачем. Рішення про взаємодію з ним необхідно приймати з урахуванням форм-фактора пристроїв. Оскільки екран планшета набагато більший за екран мобільного телефону, то за використання планшета одноразово може бути надано більший обсяг інформації.

Необхідно приділити багато уваги розташуванню сервісів. Сьогодні всю сервісну частину, яка використовується мобільними застосунками, розташовано в «хмарах» або на інших сховищах. До цієї інформації треба віднести класифікатори, довідники, бази даних та бази моделей.

Розроблений мобільний застосунок забезпечує роботу лікаря зі структурованими базами даних медичної інформації, які містять результати всіх прийомів, проведених в межах конкретного закладу охорони здоров'я, а також дані, які можна інтегрувати із зовнішніх джерел, включаючи сторонні системи електронних медичних документів, інформацію інших закладів охорони здоров'я, лабораторій, дані про спектр надання медичної допомоги в інших медичних закладах.

Відповідні бази даних дають змогу фахівцям миттєво отримувати доступ до інформації па-

цієнтів стосовно предмету їхнього захворювання, що допомагає лікарю приймати швидші і точніші рішення. За наявності відкритого *API* бази даних інші користувачі можуть отримувати доступ до певних даних.

Для формування інфраструктури цифрової медицини за сучасними вимогами та створення сучасних технічних засобах розроблено структуру розподіленого персоналізованого мобільного сховища, яка складається з декількох блоків згідно з призначенням відповідного мобільного пристрою, з якого надходить інформація для довгострокового зберігання. За типом одержувана інформація об'єднує електронні медичні записи, цифрові медичні зображення, цифрові медичні сигнали (електрокардіограми і електроміограми), дані про лікарські засоби тощо. Всі ці блоки є пов'язаними між собою за принципом ідентифікації пацієнта або/та лікаря, а також з загальним сховищем даних, яке міститься у «хмарі».

Така функціонально-структурна схема дає змогу реалізувати ефективний обмін даними між медичними працівниками та пацієнтами, що забезпечує підтримку прийняття рішень лікарем під час роботи з пацієнтом.

Невід'ємним складником є інтелектуальний сервіс підтримки прийняття лікарських рішень, за використання якого здійснюють оброблення та аналіз отриманих медичних сигналів та цифрових медичних зображень. Такий сервіс передбачає обов'язкову перевірку допустимості проведення аналізу відповідно до моделей, що знаходяться в базі моделей.

Отже, користувачі мобільних застосунків — консультанти і лікарі, працюють в середовищі цифрової медицини і мають змогу за допомогою цих застосунків одержувати необхідну медичну інформацію, отримують готові рішення щодо руху пацієнта з певним діагнозом в закладі охорони здоров'я з використанням електронного медичного документа пацієнта.

Особливо слід відзначити, що лікар отримує можливість використовувати сервіси з підтримки прийняття рішень під час постановки діагнозу або вибору тактики лікування.

Висновки

Основні завдання з розроблення та використання мобільних застосунків для медичних установ охоплюють такі основні функції: вести облік пацієнтів клінік та обсяг наданої медичної допомоги; спостерігати дистанційно їх стан; одержувати, зберігати і передавати результати діагностичних обстежень; контролювати правильність призначеного лікування; проводити віддалене навчання; надавати консультації малодосвідченим співробітникам.

Запропонована структура взаємозв'язків мобільних застосунків, орієнтованих на лікаря та пацієнта, об'єднує платформу *Android* та функціональні блоки: модуль підтримки прийняття рішень, бази даних пацієнтів, лабораторних та інструментальних досліджень, бази даних лікарських препаратів, госпіталізації та блок

оброблення статистичних даних. Мобільні застосунки лікаря та пацієнта відрізняються набором можливостей та обмежень у доступі до конкретної інформації.

У мобільному застосунку оброблення статистичної інформації передбачено виконання операцій для аналізу за низкою завдань: аналіз загальної кількості хірургічних втручань, кількості хірургічних втручань за окремою нозологією, визначення відсотку оперативних втручань та терапевтичного лікування з повним одужанням, з ускладненнями, з повторними зверненнями тощо. Використання мобільного застосунку надає змогу лікарю не тільки автоматично формувати необхідні статистичні звіти про діяльність відділення або кожного лікаря, а і визначати ефективність певного виду хірургічних та терапевтичних лікувальних заходів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. The future of healthcare is not people vs machines. <https://techcrunch.com/2016/07/11/the-future-of-healthcare-is-not-people-vs-machines/>
2. Почему разработка приложений для медицины стала актуальной. <http://art-coral.com/blog/pochemu-razrabotka-prilozheniy-dlya-mediciny-stala-aktualnoy-it-v-medicine>
3. П.В. Никитин, А.А. Мурадянц, Н.А. Шостак Мобильное здравоохранение: возможности, проблемы, перспективы. *Клиницист*. 2015. № 4, т. 9. С. 13—21.
4. Gomesa P., Antunes M. Mobile edoclink: a mobile workflow and document management application for healthcare institutions. *Procedia Technology*. 2012. № 5. pp. 932—940.
5. Фокин С.Ю., Киричек Р.В. Обзор медицинских приложений, устройств и технологий связи Интернета Вещей. *Информационные технологии и телекоммуникации*. 2016. Т. 4. No 4. с. 67—80.
6. American Diabetes Association Recommendations. — 2016. <http://www.diabetes.org/food-andfitness/fitness/types-of-activity/what-we-recommend.html>.
7. Neto O.B.L., Loyo R., Albuquerque J., Perazzo J., Barbosa V., Simxes Barbosa C. Using mobile technology to conduct epidemiological investigations. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 48(1):105-107, Jan-Feb, 2015.
8. Dicianno B.E., Parmanto B., Fairman A.D., Crytzer Th.M., Yu D.X., Derek G.P., Petrazzi C.A. Perspectives on the Evolution of Mobile (mHealth) Technologies and Application to Rehabilitation. *Physical Therapy*, Volume 95, Issue 3, 1 March 2015, pp. 397—405.
9. Zhenwei Ch. et al. World Bank, mobile applications for the Health sector 11 (2011), http://siteresources.worldbank.org/Informationandcommunicationandtechnologies/Resources/mHealth_report.pdf.
10. Park L.G., Howie-Esquivel J., Dracup K. A quantitative systematic review of the efficiency of mobile phone interventions to improve medication adherence. *J Adv Nurs*, 2014;70(9):1932-53.
11. Zolfo M., Iglesias D., Kiyani C., Echevarria J., Fucay L., Llacsahuanga E., et al. Mobile learning for HIV/AIDS healthcare worker training in resource-limited settings. *AIDS Res Ther*, 2010; 7:35.
12. Mobile for development m-health. <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/mhealth/>
13. Agarwal S., Le Fevre A.E., Lee J., L'Engle K., Mehl G., Sinha C., et al. Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) checklist. *BMJ*, 2016;352:i1174.
14. Royal College of Physicians. Using apps in clinical practice. London: RCP; 2015.

15. Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Methodologies for assessing telemedicine: A systematic review of reviews. *Int J Med Inform* 2012;81(1):1 11. doi:10.1016/j.ijmedinf.2011.10.009.
16. Bourke A.K., Prescher S., Koehler F., Cionca V., Tavares C., Gomis S., Garcia V., Nelson J. Embedded Fall and Activity Monitoring for a Wearable Ambient Assisted Living Solution for Older Adults. 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS, San Diego, California USA, 28 August – 1 September, 2012.
17. Романюк О.А., Коваленко А.С., Козак Л.М. Информационное обеспечение взаимодействия систем инструментального исследования и системы длительного хранения цифровых медицинских изображений в учреждениях здравоохранения. *Киб. и выч. техн.* 2016, № 184. С. 56–71.
18. Коваленко А.С., Козак Л.М., Романюк О.А. Информационные технологии цифровой медицины. *Киб. и выч. техн.* 2017, №1(187). С.67–79.
19. mHealth App Developer Economics. The current status and trends of the m-Health app market. URL:<http://research2-guidance.com/r2g/r2g-mHealth-App-Developer-Economics-2016.pdf>.

Надійшла 03.12.2018

REFERENCES

1. The future of healthcare is not people vs machines. <https://techcrunch.com/2016/07/11/the-future-of-healthcare-is-not-people-vs-machines/>
2. Why the development of applications for medicine has become relevant. <http://art-coral.com/blog/pochemu-razrabotka-prilozheniy-dlya-mediciny-stala-aktualnoy-it-v-medicine>
3. Nikitin P.V., Muradyants A.A., Shostak N.A. 2015. Mobile Health: Opportunities, Challenges, Prospects. *Clinicist*. № 4, V. 9. — pp. 13–21
4. Gomesa P., Antunes M. 2012. Mobile edoclink: a mobile workflow and document management application for health-care institutions. *Procedia Technology*. № 5. pp. 932 – 940.
5. Fokin S.Yu., Kirichek R.V. 2016. Overview of medical applications, devices and communication technologies of the Internet of Things. *Information technology and telecommunications*. V. 4. No 4.p. 67–80.
6. American Diabetes Association Recommendations.-2016. <http://www.diabetes.org/food-andfitness/fitness/types-of-activity/what-we-recommend.html>.
7. Neto, O.B.L., Loyo, R., Albuquerque, J., Perazzo, J, Barbosa, V., Simxes Barbosa, C., 2015. “Using mobile technology to conduct epidemiological investigations”. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 48 (1), pp. 105–107.
8. Dicianno, B.E., Parmanto, B., Fairman, A.D., Crytzer, Th.M., Yu, D.X., Derek, G.P., Petrazzi, C.A., 2015. “Perspectives on the Evolution of Mobile (mHealth) Technologies and Application to Rehabilitation”. *Physical Therapy*, 95 (3), pp. 397–405.
9. Zhenwei, Ch. et al. World Bank, mobile applications for the Health sector 11, [online] Available at: <http://sitere-sources.worldbank.org/Informationandcommunicationandtechnologies/Resources/mHealth_report.pdf> [Accessed 16 Oct. 2018].
10. Park, L.G., Howie-Esquivel, J., Dracup, K., 2014. “A quantitative systematic review of the efficiency of mobile phone interventions to improve medication adherence”. *J. Adv Nurs*, 70 (9), pp. 1932–1953.
11. Zolfo, M, Iglesias, D, Kiyani, C, Echevarria, J, Fucay, L, Llacsahuanga, E, et al., 2010. “Mobile learning for HIV/AIDS healthcare worker training in resource-limited settings”. *AIDS Res Ther.*, pp. 7–35.
12. Mobile for development m-health. [online] Available at: <<https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/mhealth/>> [Accessed 16 Oct. 2018].
13. Agarwal, S., LeFevre, A.E., Lee, J., L’Engle, K., Mehl, G., Sinha, C. et al., 2016. “Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) checklist”. *BMJ*, 352 p. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.i1174>
14. Using apps in clinical practice. Royal College of Physicians. [online] Available at: <<https://www.rcplondon.ac.uk/guidelines-policy/using-apps-clinical-practice-guidance>> [Accessed 16 Oct. 2018].
15. Ekeland, A.G., Bowes, A., Flottorp, S., 2012. “Methodologies for assessing telemedicine: A systematic review of reviews”. *Int. J. Med. Inform.*, 81(1), pp.1–11. doi:10.1016/j.ijmedinf.2011.10.009.
16. Bourke, A.K., Prescher, S., Koehler, F., Cionca, V., Tavares, C., Gomis, S., Garcia, V., Nelson, J., 2012. “Embedded Fall and Activity Monitoring for a Wearable Ambient Assisted Living Solution for Older Adults”. 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS, San Diego, California USA, 28 August – 1 September, 2012, pp. 248–251.

17. Romanyuk O.A., Kovalenko A.S., Kozak L.M. 2016. Information support of the interaction of instrumental research systems and the system of long-term storage of digital medical images in health care facilities. *Kibernetika i vycislitel'naa tehnika*. 184. pp. 56—71. (in Russian).
18. Kovalenko A.S., Kozak L.M., Romanyuk O.A. 2017. Information technology of digital medicine. *Kibernetika i vycislitel'naa tehnika*. 187. pp. 67—79. (in Russian).
19. mHealth App Developer Economics. The current status and trends of the m-Health app market. [online] Available at: <<http://research2guidance.com/r2g/r2g-mHealth-App-Developer-Economics-2016.pdf>> [Accessed 16 Oct. 2018].

Received 03.12.2018

O.S. Kovalenko, DSc (Medicine), Professor,
Head of of Medical Information Systems Department
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
of the National Academy of Sciences of Ukraine
and Ministry of Education and Science of Ukraine,
Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine
Iaskov49@gmail.com

L.M. Kozak, DSc (Biology), Leading Researcher of Department of Medical Information Systems
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
of the National Academy of Sciences of Ukraine
and Ministry of Education and Science of Ukraine,
Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine Imkozak52@gmail.com

O.O. Romanyuk, Junior Researcher of Department of Medical Information Systems
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
of the National Academy of Sciences of Ukraine
and Ministry of Education and Science of Ukraine,
Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine
kankan7@gmail.com

T.A. Maresova, Junior Researcher of Department of Medical Information Systems
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
of the National Academy of Sciences of Ukraine
and Ministry of Education and Science of Ukraine,
Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine
tamaresova@gmail.com

L.V. Nenasheva, Junior Researcher of Department of Medical Information Systems
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
of the National Academy of Sciences of Ukraine
and Ministry of Education and Science of Ukraine,
Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine

G.I. Finyak, Master student
The National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Peremohy av., 37, Kiev, 03056, Ukraine

MOBILE APPLICATIONS IN THE STRUCTURE OF MODERN MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

Introduction. *M-health* will reduce costs and improve the quality of medical care, strengthen the interaction of the patient and the physician with regard to the implementation of preventive measures, improve and support human health in the long run.

Purpose. The purpose of the papers is to realize the possibility of exchanging digital medical data among the modern medical information systems with the help of mobile devices.

Methods. The mobile application was developed using an Android-based platform, the digital medical imaging database was formed using the *DICOM*, the medical signal database - *SCP*. The module *StatisticsReport* is written on *VBA* and adapted for using as a mobile application in the structure of the medical information system.

Results. The structure of the interconnection of mobile applications that combines the Android platform with functional blocks: decision support module, patient database, database of laboratory and instrumental research, a drug database and hospitalization, and a block of statistical data processing, are described. The mobile application provides an analysis for number of tasks: the analysis of the total number of surgical interventions, the number of surgical interventions per specific disease, the percentage of surgical interventions and therapeutic treatment with full recovery, complications, repeated appeals, etc. A detailed report is provided for each types of analysis.

Conclusion. With the help of the developed module for mobile device the physician was given the opportunity to determine the effectiveness of a certain type of surgical and therapeutic treatment for further correction of treatment tactics, as well as to formulate the necessary statistical reports on the activities of the department or each doctor automatically.

Keywords: *digital medicine, mobile applications, medical information systems, decision-making support, statistical reports.*

А.С. Коваленко, д-р мед.наук, профессор, зав. отделом,
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем НАН и МОН Украины
03187 г. Киев, просп. Академика Глушкова, 40
askov49@gmail.com

Л.М.Козак, д-р биолог. наук, вед. научный сотрудник
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем НАН и МОН Украины
03187 г. Киев, просп. Академика Глушкова, 40
lmkozak52@gmail.com

О.А. Романюк, мл. научный сотрудник,
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем НАН и МОН Украины
03187 г. Киев, просп. Академика Глушкова, 40
kankan7@gmail.com

Т.А. Маресова, мл. научный сотрудник,
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем НАН и МОН Украины
03187 г. Киев, просп. Академика Глушкова, 40
tamaresova@gmail.com

Л.В. Ненашева, мл. научный сотрудник,
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем НАН и МОН Украины
03187 г. Киев, просп. Академика Глушкова, 40
larnen@ukr.net

Г.И. Финяк, магистр,
Национальный технический университет
"Киевский политехнический институт им. И.Сикорского",
г. Киев, Украина

МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Введение. Использование средств *mHealth* сократит расходы и повысит качество медицинской помощи, укрепит взаимодействие пациента и врача при реализации профилактических мер, улучшит и окажет поддержку здоровью человека в долгосрочной перспективе.

Цель. Целью этой статьи является анализ обмена цифровыми медицинскими данными между современными медицинскими информационными системами с помощью мобильных устройств и описание разработанных мобильных приложений для анализа медицинской информации на рабочем месте врача.

Методы. Мобильное приложение разработано с использованием платформы на базе *Android*. База данных цифровых медицинских изображений, которая использована в разработке, сформирована с использованием *DICOM*, базы данных медицинских сигналов - *SCP*. Модуль *StatisticsReport* написан на *VBA* и адаптирован для использования в качестве мобильного приложения в структуре медицинской информационной системы.

Результаты. Описана структура взаимосвязи мобильных приложений, которая объединяет платформу *Android* с функциональными блоками: модуль поддержки принятия решений, базы данных пациентов, лабораторных и инструментальных исследований, базы данных лекарств и госпитализаций, а также блок обработки статистических данных. Мобильное приложение обеспечивает анализ следующих задач: определение общего количества хирургических вмешательств, количества операций конкретной нозологии, процента хирургических вмешательств и терапевтического лечения до полного выздоровления, осложнений, повторных обращений и пр. По каждому запросу предоставляется подробный отчет.

Выводы. Посредством разработанного модуля для мобильного устройства врачу предоставляется возможность определять эффективность типа хирургического и терапевтического лечения для дальнейшей коррекции тактики лечения, а также автоматического формулирования необходимых статистических отчетов о деятельности больницы, отделения и каждого врача.

Ключевые слова: цифровая медицина, мобильные приложения, медицинские информационные системы, поддержка принятия решений врачом, статистические отчеты.