

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Дички Андрія Івановича

на тему «Алгоритмічне та програмне забезпечення процесів автоматичної ідентифікації на основі багатоколірних завадостійких штрихових кодів у медичних інформаційних системах», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

### **Актуальність теми дисертації**

Актуальність дисертаційної роботи здобувача Дички А. І. полягає в тому, що для суспільства надзвичайно важливим завданням є інформатизація медичної галузі. Оскільки цифрова медицина набуває дедалі більшого поширення, то важливе значення в ній мають медичні інформаційні системи, що є сукупністю організаційних і технічних засобів для пошуку, збереження та оброблення даних, розроблені спеціально під потреби системи охорони здоров'я.

Аналіз наявних медичних інформаційних систем показує, що вони, будучи на загал універсальними, є недостатньо функціонально розвиненими для сучасних потреб медичних закладів. Зокрема, в таких системах недостатньою є ідентифікація пацієнтів з подальшою їх автентифікацією та авторизацією, а також автоматизація процесів надання їм відповідних медичних послуг, передусім під час їх організації. Йдеться насамперед про потребу спростити доступ пацієнтів до власних медичних даних, а також удосконалити електронну взаємодію лікаря та пацієнта з використанням мобільних пристроїв.

Для вирішення цих та інших завдань доцільно у складі медичної інформаційної системи застосовувати технологію штрихового кодування даних, оскільки вона забезпечує швидке й безпомилкове отримання інформації шляхом сканування штрихкодowego зображення з об'єкта обліку. Для цього доцільно використати багатоколірні штрихові коди, які забезпечують у декілька разів більшу щільність інформації порівняно з традиційними чорно-білими штриховими кодами. Це дасть змогу зберігати у штрихкодovому вигляді значні обсяги даних, що характерно для медичної галузі, передусім практично кожного пацієнта. Збільшення інформаційної щільності багатоколірних штрихових кодів зі збереженням властивості завадостійкості при їх використанні у медичних інформа-

ційних системах вимагає розроблення спеціалізованого алгоритмічного та програмного забезпечення, що й формує актуальність науково-технічного завдання дисертаційного дослідження, виконаного здобувачем.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Уперше запропоновано архітектуру програмної системи як ядро медичної інформаційної системи, характерною ознакою якої є забезпечення багатоколірного завадостійкого штрихового кодування персональних даних пацієнтів та розподіленого зберігання мультимодальних медичних даних, що дає можливість: забезпечити швидке і безпомилкове введення даних пацієнта, гарантувати цілісність даних, а також спростити процеси створення програмного забезпечення для галузі охорони здоров'я нового покоління – медичних інформаційних систем з автоматичною ідентифікацією об'єктів медичного документування.

2\*. Уперше розроблено метод синтезу символіки (множини штрихкодів знаків) заданої потужності та колірності завадостійкого штрихового коду для реалізації у медичній інформаційній системі на основі багатоколірного штрихового кодування інформації, який ґрунтується на тому, що цифрові еквіваленти (вектори) багатоколірних штрихкодів знаків символіки є кодовими словами багатозначного коректувального коду, здатного виправляти одно- або двократні помилки (ушкодження) в межах кожного штрихкодів знака, що при зчитуванні (скануванні) з носія штрихкодів знаків – як структурних одиниць багатоколірного штрихкодів зображення, забезпечує достовірне відтворення даних або виявлення значної частини багатократних ушкоджень елементів штрихкодів знака, і таким чином утворює нижній рівень забезпечення завадостійкості багатоколірних штрихкодів зображень (рівень штрихкодів знаків).

3. Уперше розроблено метод підвищення завадостійкості багатоколірних штрихових кодів при їх використанні в медичній інформаційній системі, який



ґрунтується на застосуванні дворівневого контролю ушкоджень (спотворень), що виникають при скануванні багатоколірного штрихкодowego зображення, з використанням двох многозначних коректувальних кодів: коду, який виправляє одно- або двократні ушкодження – на рівні штрихкодowych знаків (нижній рівень), та коду Ріда-Соломона – на рівні усієї штрихкодовой позначки (верхній рівень), та полягає в тому, що особливістю застосування многозначного коректувального коду на нижньому рівні контролю ушкоджень є те, що цифровий еквівалент (вектор) багатоколірного штрихкодowego знака має бути кодовим словом цього коректувального коду, а особливістю застосування многозначного коректувального коду на верхньому рівні контролю ушкоджень є те, що він має виправляти спотворення двох видів – помилки та стирання, де факт виявлення багатократного ушкодження елементів штрихкодowego знака на нижньому рівні контролю кваліфікується на верхньому рівні контролю як стирання, що, завдяки удвічі меншому витрачанні ресурсу в коді Ріда-Соломона на виправлення стирання порівняно з виправленням помилки, дає можливість істотно поліпшити завадостійкість штрихкодowych позначок: при застосуванні на нижньому рівні контролю многозначного коду БЧХ – на (35 – 45)%, а многозначного коду Хемінга – на (12 – 25)%.

4. Удосконалено теоретичні засади розроблення вимог до проєктованого програмного забезпечення, які полягають у тому, що на відміну від наявного підходу до визначення пріоритетності функціональних вимог якісними (нечисловими) показниками – "ключова", "необхідна", "бажана" тощо, запропоновано – на основі п'яти числових критеріїв ("вигода", "втрата", "вартість", "ризик", "близькість вигоди"), яким присвоюють числові значення з діапазону 1...10 на основі їх експертного оцінювання, кількісно визначати загальний пріоритет вимоги шляхом формульного обчислення, що дає можливість упорядковувати вимоги за спаданням пріоритету та на цій підставі ефективно планувати та розподіляти роботи між командами виконавців з урахуванням їх кваліфікації та кількісного складу, а також виконувати поквартальне планування робіт з розроблення програмного забезпечення.

Отримані у дисертаційній роботі Дички А. І. наукові результати є обґрунтованими та достовірними, що забезпечується коректною поставкою

задач дослідження, належним теоретичним обґрунтуванням наукових положень дисертації та підтверджується результатами виконаних експериментів.

Отже, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Дички А. І. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення та напрямам досліджень відповідно до освітньої програми "Інженерія програмного забезпечення".

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям програмної інженерії.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Дички Андрія Івановича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.\* Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **Мова та стиль викладення результатів**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Текст дисертації викладено послідовно, логічно та доступно для сприйняття і розуміння; стиль мовлення – науковий. При викладенні матеріалу використана загальноприйнята науково-технічна термінологія. Текст роботи у достатньому обсязі проілюстрований таблицями, рисунками, графіками та фрагментами програмного коду.

Дисертація містить вступ, 4 розділи, висновки, список літератури та додатки. Загальний обсяг дисертації 231 сторінка.

У вступі наведено актуальність теми дисертації, мету і задачі дослідження, наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів, зв'язок роботи з науковими програмами.



У першому розділі дисертаційної роботи проаналізовано алгоритмічно-програмні рішення для автоматичної ідентифікації даних пацієнтів у медичних інформаційних системах. Проаналізовано стан функціональних можливостей сучасного медичного програмного забезпечення, зокрема програмні рішення, пов'язані із застосуванням мобільних пристроїв для охорони здоров'я. Досліджено особливості багатоколірного штрихового кодування інформації. Сформовано вимоги до розроблення архітектури програмної системи, у якій передбачається можливість автоматизованого доступу пацієнта до своїх медичних даних на основі багатоколірного штрихового кодування інформації.

У другому розділі розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення процесів створення багатоколірних завадостійких штрихкодів як мінімальних структурних одиниць штрихкодів зображення. Розроблено метод синтезу символіки заданої потужності та колірності завадостійкого штрихового коду для реалізації в медичній інформаційній системі на основі багатоколірного штрихового кодування інформації.

У третьому розділі розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення завадостійкості багатоколірних штрихових кодів у медичних інформаційних системах. Запропоновано метод підвищення завадостійкості багатоколірних штрихових кодів, який ґрунтується на застосуванні дворівневого контролю ушкоджень з використанням двох многозначних коректувальних кодів: коду, який виправляє одно- або двократні ушкодження у межах штрихкодів знака, та коду Ріда-Соломона – на рівні усієї штрихкової позначки.

У четвертому розділі запропоновано технологію проектування програмного забезпечення для реалізації процесів автоматичної ідентифікації у медичних інформаційних системах на основі багатоколірного завадостійкого штрихового кодування інформації. На основі аналізу та пріоритизації функціональних вимог розроблено архітектуру програмного забезпечення у складі медичної інформаційної системи, характерною особливістю якої є застосування багатоколірного штрихового кодування для автоматичної ідентифікації об'єктів медичного документування.

У висновках підсумовано отримані у дисертаційній роботі наукові та практичні результати.

У додатках наведено таблиці експериментальних даних, отриманих в результаті досліджень, що провадились у другому та третьому розділах, а також програмний код розробленого в рамках дисертаційної роботи програмного забезпечення.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати дисертації висвітлені у 7 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, внесених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на двох наукових фахових конференціях.

Серед 5 наукових статей, опублікованих за тематикою дослідження, – 1 статтю опубліковано англійською мовою у виданні, включеному до переліку наукових фахових видань України з присвоєнням категорії «А», а 4 статті – у фахових виданнях з присвоєнням категорії «Б». Для всіх публікацій характерний високий науковий рівень, а також неухильне дотримання здобувачем принципів академічної доброчесності.

Отже, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

Незважаючи на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи здобувача Дички А. І., потрібно зробити до матеріалу роботи деякі зауваги.

1. У багатьох науковців, натрапивши в мережі Інтернет на назву дисертації здобувача, може виникнути запитання: '...автоматичної ідентифікації ...' когочого? Відразу спадає на думку – 'автоматичної ідентифікації *пацієнтів* ...'. Однак, ознайомившись поверхнево з роботою, стає зрозумілим, що йдеться про автоматичну ідентифікацію все ж таки даних пацієнтів.

2. Здобувач у своїй роботі чомусь часто вживає такий термін, як 'штрихове кодування інформації'. А взагалі то в роботі йдеться про кодування даних – числових чи текстових (які спочатку перетворюють в числові), що відображають



ту чи іншу інформацію. Тут також потрібно констатувати факт того, що в мережі Інтернет трапляються обидва терміни і довільне їх визначення. Наприклад, кодування інформації – операція заміни коду текстових даних; заміна звичайних текстових даних скороченими умовними позначеннями тощо. Водночас, кодування даних – це процедура, коли одну послідовність символів, якою подана інформація, замінюють на іншу.

3. Автор дисертаційної роботи, судячи з наукової новизни результатів його дослідження, стверджує, що ним "1. Уперше запропоновано архітектуру програмної системи як ядро медичної інформаційної системи...". Однак, згідно з темою його роботи, там записано тільки "Алгоритмічне та програмне забезпечення ...", то звідки взялася програмна система? Можливо все ж таки йдеться про те, що автором "Уперше запропоновано архітектуру програмного забезпечення..." і цього, як на мій погляд, є цілком достатньо для доктора PhD. Окрім цього, будь-яка наявна медична інформаційна система вже кимось розроблена і вже в багатьох медичних закладах України впроваджена і успішно функціонують, а перед тим вже хтось початково спроектував її як архітектуру, так і ядро. Тому автор дисертаційної роботи не може, як на мене, претендувати на "...ядро медичної інформаційної системи...", а від сили тільки на *складову* цієї системи, що також є достатнім для доктора PhD.

4. Здобувач у своєму дослідженні, судячи з його назви, претендує тільки на програмне забезпечення, що для доктора PhD було б цілком достатньо. Однак, автор у багатьох розділах своєї роботи чомусь часто згадує про розроблену ним програмну систему для автоматичної ідентифікації. А це, як відомо, є набагато вище і складніше, а ніж просто програмне забезпечення для автоматичної ідентифікації медичних даних, що є цілком достатньо для доктора PhD. Інакше автор дисертаційної роботи цим самим, як на мене, закриває для себе проведення подальших досліджень в цьому напрямі, адже все вже ним зроблено тепер. Водночас, у своєму дослідженні автор може претендувати на розроблену ним *систему* автоматичної ідентифікації пацієнтів.

5. У першому розділі дисертації, аналізуючи наявний стан програмного забезпечення медичної галузі, бажано було б додатково навести класифікацію

програмно-алгоритмічних рішень в медичних інформаційних системах хоча б за двома-трьома класифікаційними ознаками – для повноти аналізу.

6. Аналізуючи штрихові коди як один з видів автоматичної ідентифікації даних, які доцільно також застосовувати в медичних інформаційних системах, достатньо було б обмежитись розглядом тільки двовимірних (матричних) штрихових кодів, а лінійні штрихові коди не розглядати, оскільки за допомогою них можна подавати тільки незначні обсяги даних.

7. При формуванні вимог до програмної системи, яка у своєму складі мала б мати автоматичну ідентифікацію даних на основі багатоколірних штрихових кодів (розд. 1), необхідно було докладніше описати наявну потребу розроблення таких функціональних вимог, наведених автором у табл. 1.3 (стор. 56 і 57), з обґрунтуванням доцільності кожної з них.

8. Розділ 2, в якому автор розглядає алгоритмічне та програмне забезпечення завадостійкості багатоколірних штрихових знаків, можна було б скоротити в тій частині, де він описує класичні процедури кодування-декодування даних багатозначними кодами Хеммінга та БЧХ (Боуза–Чоудхурі–Хоквінгема), замінивши їх посиланнями на відповідні літературні джерела, що спростило б сприйняття матеріалу, або віднести їх у додатки.

9. Аналізуючи характеристики якості розробленого автором програмного забезпечення для автоматичної ідентифікації даних на основі багатоколірних завадостійких штрихових кодів (розд. 4.3) необхідно було б чіткіше сформулювати критерії оцінювання якості такого програмного забезпечення, наприклад за стандартом ISO/IEC 25010, і вже тільки після цього можна застосовувати організацію моніторингу його функціонування у складі медичної інформаційної системи на основі метрик.

Вважаю, що висловлені мною зауваги не є визначальними і не применшують загальну наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження здобувача, тобто не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Дички Андрія Івановича на тему «Алгоритмічне та програмне забезпечення проце-



сів автоматичної ідентифікації на основі багатоколірних завадостійких штрихових кодів у медичних інформаційних системах» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого вирішує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Дичка Андрій Іванович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії в галузі знань "Інформаційні технології" за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

#### Офіційний опонент:

професор кафедри  
програмного забезпечення  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
доктор технічних наук, професор

 Юрій ГРИЦЮК

Підпис проф. Ю. І. Грицюка завіряю  
Вчений секретар НУ "Львівська політехніка"



 Роман БРИЛИНСЬКИЙ