

УДК 004.03:65-574.5

**О. В. ВИСОЦЬКА, І. Ю. ПАНФЬОРОВА, А. С. КОЗЮК, Г. С. ДОБРОРОДНЯ***Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна***ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ  
СТУПЕНЯ ТЯЖКОСТІ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКУ**

*В статті розглянуто задачу автоматизації процесу визначення ступеня тяжкості колоректального раку. В роботі була побудована функціональна модель, яка забезпечує детальне відображення процесу функціонування інформаційної системи. Отримані результати відображають структурований опис процесів для інформаційної системи визначення ступеня тяжкості колоректального раку. Функціональна модель дозволяє реалізувати процес визначення ступеня тяжкості колоректального раку, сприяє усуненню помилок на стадії реалізації і функціонування системи та допоможе більш чітко уявляти систему і взаємодію всіх видів діяльності осіб, які беруть участь в проведенні діагностичних заходів.*

**Ключові слова:** модель, бізнес-процес, діагностика, інформаційна система, колоректальний рак

**Вступ**

Через несвоєчасну діагностику колоректального раку (КРР) показник смертності хворих, які помирають протягом одного року після встановлення діагнозу, в Україні становить більше 40%. Одним із пріоритетних напрямків в боротьбі з розповсюдженням КРР є визначення ступеня тяжкості хворих на колоректальний рак, а також розробка принципово нових методів та систем ранньої його діагностики.

Існує велика кількість факторів, що впливають на розвиток КРР людини, тому для збору та аналізу цих факторів доцільно використовувати комп'ютерні методи та системи. Медичні інформаційні системи не лише забезпечують зберігання інформації в електронній карті пацієнтів, але й допомагають здійснювати всю організаційну роботу установи та забезпечують підтримку рішень лікаря під час надання медичних послуг.

Першим етапом розробки будь-якої інформаційної системи є побудова IDEF0 діаграм, яка дозволяє провести аналіз і реорганізацію бізнес-процесів. Розробка IDEF0 діаграм сприяє структурованому опису процесів, які автоматизуються. Таким чином, необхідно розробити IDEF0 діаграми для процесу визначення ступеня тяжкості КРР, які будуть покладені в основу інформаційної системи діагностики КРР [1].

**Аналіз стану питання  
і постановка задачі**

Існують різні підходи до відображення моделі бізнес-процесів, серед яких виділяються функціона-

льний і об'єктно-орієнтований підходи. У функціональному підході головним структуроутворюючим елементом є функція (дія), в об'єктно-орієнтованому підході - об'єкт [2].

Об'єктно-орієнтований підхід передбачає на першому етапі виділення класів об'єктів, а далі визначення тих дій, в яких беруть участь об'єкти. При цьому розрізняють пасивні об'єкти (медичні документи), над якими виконуються дії, і активні об'єкти (лікар, пацієнт), які здійснюють дії. Такий підхід точніше дозволяє виділяти операції над об'єктами, а також вирішувати завдання доцільності існування самих об'єктів. Недолік об'єктно-орієнтованого підходу полягає в меншій наочності конкретних процесів для осіб, які приймають рішення. Застосування об'єктно-орієнтованого підходу потребує введення додаткових способів представлення інформації про предметні області і методів її аналізу. Для успішного використання подібного механізму потрібна наявність певного рівня кваліфікації в спеціалістів.

Стандарт IDEF0 представляє собою методологію функціонального моделювання та графічну нотацію, призначену для формалізації та опису бізнес-процесів вищого рівня. Опис процесу подібний до моделі «чорного ящика», що містить входи, виходи, управління та механізму, який поступово деталізується до необхідного рівня. Дана модель використовується при організації бізнес-процесів і проектів, заснованих на моделюванні всіх процесів, як адміністративних, так і організаційних [3].

Переваги функціонального підходу полягають в наочності і зрозумілості представлення бізнес-процесів на різних рівнях абстракції, що особливо важливо на стадії впровадження розробленої інформаційної системи в діяльність лікаря.

На сьогоднішній день системи управління практично всіма медичними процесами мають яскраво виражену функціональну спрямованість.

Процес декомпозиції інформаційної системи підтримки прийняття рішень на автоматизовані функції здійснюється за допомогою структурного підходу. Відомі три групи засобів структурного моделювання: діаграми, що ілюструють функції, які система повинна виконувати, зв'язку між ними і потоки даних (діаграми SADT (IDEF0, IDEF1)); діаграми, що моделюють дані і їх взаємозв'язки, фактичним стандартом тут стали ERD (Entity-Relationship Diagrams) - діаграми «сутність-зв'язок»; діаграми, що моделюють поведінку системи, які залежать від часу (аспекти реального часу); найбільш часто аспекти поведінки системи в часі моделюються за допомогою STD (State Transition Diagrams) - діаграм переходів станів [4]. Вибір методології та нотації структурного моделювання безпосередньо залежить від специфіки предметної області, для якої створюється модель, і від об'єкта аналізу: функцій, поведінки системи, потоків даних. В медицині часто використовуються методології функціонального і інформаційного моделювання (IDEF0, IDEF1). За допомогою методології функціонального моделювання IDEF0 досліджувана система представляється у вигляді набору взаємопов'язаних функцій. Методологія моделювання інформаційних потоків всередині системи IDEF1 дозволяє відображати і аналізувати їх структуру і взаємозв'язки [5].

Відома функціональна модель системи управління медичними діагностичними послугами, яка спрямована на перерозподіл прибутку між пацієнтами і ЛПУ таким чином, щоб максимально врахувати інтереси пацієнтів і медичного закладу в частині фінансових результатів і залучення додаткових відвідувачів [6].

Існує комплекс системних моделей процесу створення інтелектуальних інформаційних технологій для систем технічної діагностики, який дозволяє виділити основний спектр функціональних завдань процесу створення систем технічної діагностики і їх інформаційний супровід, а також дозволяє обґрунтовано сформулювати вимоги до їх реалізації в складі інтелектуальних інформаційних технологій [7].

Існує ряд автоматизованих робочих місць лікарів-онкологів. Серед яких – автоматизоване робоче місце «Врач онколог», яке дозволяє формувати звітні форми по онкології. Запис пацієнта до лікаря відбувається через меню «Дневник врача». Система дозволяє записати пацієнта згідно з графіком роботи лікаря, а також автоматизує та зберігає дані діагностики та лікування онкохворих [8].

Інформаційна система аналізу результатів анкетування та оцінки факторів ризику виникнення онкозахворювань реалізована у вигляді програмного комплексу, який складається з двох незалежних модулів «ПІФАРО» і «РИСК», перший з яких призначений для виявлення факторів ризику, а другий для проведення анкетування населення на основі побудованої прогностичної моделі. Недоліком цієї системи є велика кількість суб'єктивної інформації [9].

Експертна система діагностики пухлин шкіри MelaSearch дозволяє з допомогою комп'ютерного аналізу зображення в режимі реального часу оцінити ймовірність злякисного новоутворення. Система дозволяє проводити первинний аналіз зображення, отриманого за допомогою дерматоскопа і завантажених в базу даних, визначати характер шкірного новоутворення; автоматично обчислює стандартні дерматоскопічні критерії і шукає схожі зображення в базі даних з відомим діагнозом [10].

Система "Прогноз", являє собою програмне застосування методів обчислювальної діагностики для класифікації обстежуваних за результатами лабораторного та клінічного тестування. Отримані дані дозволяють охарактеризувати схильність пацієнта до пухлинної хвороби [11].

Комплексна інформаційна система ARIA - онкологія дозволяє контролювати всі аспекти догляду за пацієнтами з онкологією. ARIA поєднує в собі можливості обліку та реєстрації даних на всіх етапах лікування [12].

Європейська інформаційна система лікування раку ECIS, включає в себе роботу дев'яти окремих пакетів (EUROCARE, ENCR, IARC, OECI, JRC та DG SANCO та ін.) [13] і дозволяє координувати й управляти всім процесом збору даних, контролювати якість, управління і аналіз інформації.

Також існує інформаційна система QCCAT, яка збирає, аналізує та забезпечує своєчасний та точний підхід для підвищення ефективності послуг для онкохворих [14].

Головним недоліком всіх вище розглянутих систем є відсутність можливості ранньої діагностики КРР.

Аналіз і використання ефективних методологій структурного аналізу - інформаційного та функціонального моделювання дозволить візуалізувати процес визначення ступеню тяжкості КРР, що сприятиме встановленню чіткої структури при розробці інформаційної діагностичної системи.

Отже, метою роботи є формалізація і опис інформаційної системи визначення ступеню тяжкості КРР, шляхом створення IDEF0 діаграм.

## Результати

Була побудована функціональна модель процесу визначення ступеня тяжкості КРР з використанням CASE-засобу All Fusion Process Modeler 7(BPwin), який підтримує методологію IDEF0 (функціональна модель), IDEF3 (WorkFlowDiagram) і DFD (DataFlowDiagram).

На першому кроці створення IDEF0 діаграми описуємо всі її елементи: вхід, вихід, управління, механізми і роботу. На рисунку 1 приведено схему функціональної структури інформаційної системи визначення ступеня тяжкості КРР.

Для даного бізнес-процесу необхідні: персональний комп'ютер (ПК), дискримінаційний аналіз, стандарти надання медичної допомоги, медичні стандартні форми, а також закони України.

На вхід контекстної діаграми надходять дані лікаря та пацієнта, гістологічні дослідження, біохімічний та імунологічний аналіз крові. Імунологічні показники крові включають: аспарагінову амінотрансферазу, аланінову амінотрансферазу, гамма-глутомілтрансферазу, креатинфосокиназу, лактатдегідрогеназу.

Біохімічні показники крові: глюкоза, сечовина, креатинін, загальний білок, магній, фосфор, холестерин, альбумін, залізо, білірубін, лужна фосфатаза.

Для більш детального опису інформаційної системи визначення ступеня тяжкості КРР була побудована діаграма декомпозицій першого рівня, яка представлена на рисунку 2.

Модель визначення тяжкості КРР включає в себе п'ять важливих процесів: «Збір даних для діаг-

ностики КРР», «Обробка масиву показників описуючих захворювання, що визначається» (кодування даних), «Визначення дискримінаційних функцій», «Визначення ступеню тяжкості КРР», «Формування висновку і збереження отриманих результатів обстеження пацієнтів з ймовірністю КРР».

На початковому етапі надання медичної допомоги зчитуються дані гістологічних досліджень, результати біохімічного та імунологічного аналізу крові, а також дані пацієнта та лікаря.

Потім проводиться обробка вхідних показників, визначаються дискримінаційні функції та проводиться діагностика КРР [15]. В останньому процесі формується висновок і зберігаються отримані результати обстеження пацієнтів з ймовірністю КРР.

Результатом роботи «Збір даних для діагностики КРР» є інформація про стан пацієнта, яка приходить на вхід роботи «Обробка показників, описуючих захворювання, що визначається» результатом якої є закодовані дані. Відібрані дані представляються як кількісні, категоріальні (номінальні) та порядкові показники. Під час визначення суттєвих для оцінювання ступеня тяжкості КРР ознак використовували карту кодування для 10 діагностичних показників. Ці показники, що в різному ступені відповідали другому, третьому, четвертому ступеню важкості КРР, поставили у відповідність 10-мірному вектору, що враховував наявність та величину кожної ознаки.

Початком для роботи «Визначення дискримінаційних функцій» є вхідні дані, отримані з попередньої роботи. Результатом «Визначення дискримінаційних функцій» є модель визначення тяжкості КРР

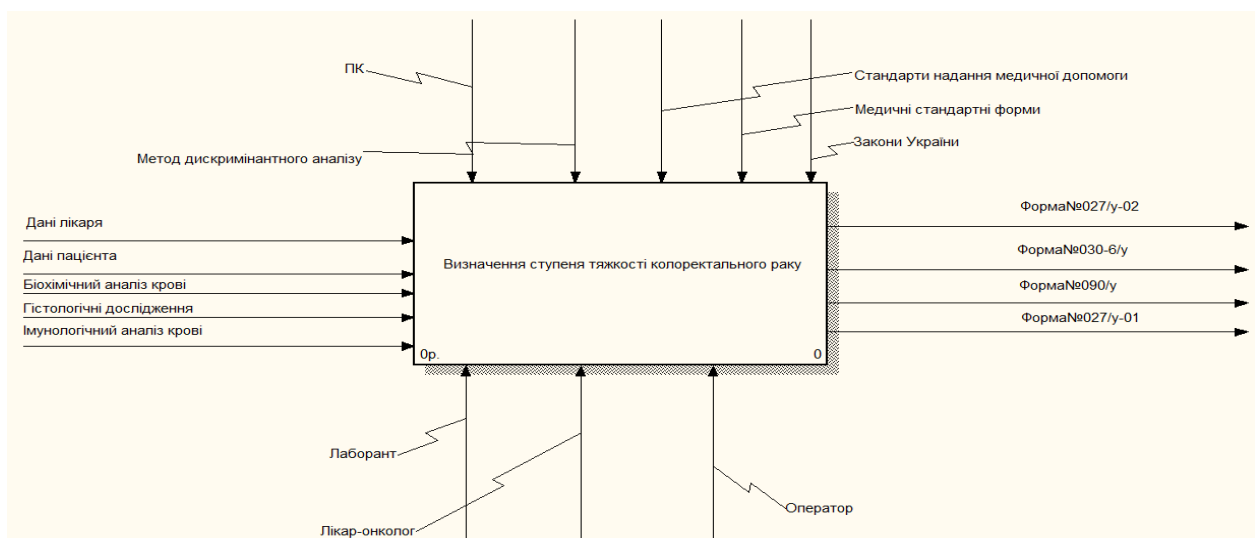


Рис. 1. Схема функціональної структури інформаційної системи визначення ступеня тяжкості КРР (контекстна діаграма)

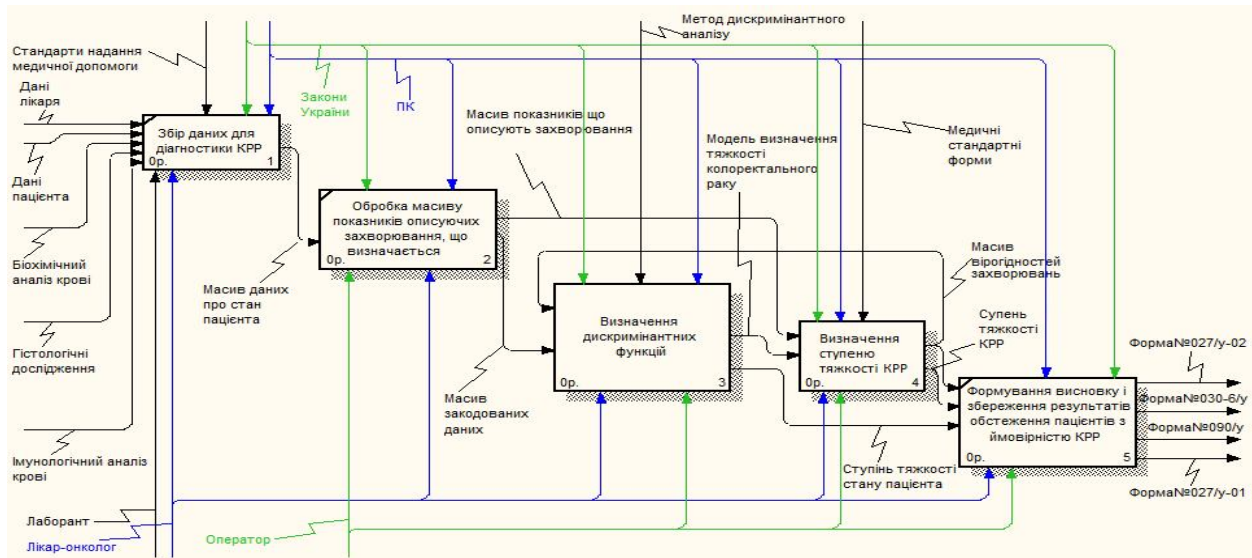


Рис. 2. Схема функціональної структури інформаційної системи визначення ступеня тяжкості КРР (декомпозиція 1-го рівня)

на підставі якої в блоці «Визначення ступеню тяжкості КРР» встановлюється діагноз та формуються вірогідності тяжкості захворювання. Ця інформація використовується при роботі «Формування висновку і збереження отриманих результатів обстеження пацієнтів з ймовірністю КРР», який формує медичні форми №030-6/y – огляд онколога, а також форми №027/y-02, № 090/y, № 027/y-02.

Таким чином, процес «Визначення ступеня тяжкості колоректального раку», зазначений на діаграмі першого рівня, деталізується за допомогою

п'яти функцій на діаграмі другого рівня. Діаграма декомпозиції другого рівня представлена на рисунку 3. Це декомпозиція процесу «Визначення дискримінантних функцій».

Даний процес містить у собі такі роботи: «Визначення інформативних показників для синтезу дискримінантних функцій колоректального раку», «Визначення кількості дискримінантних функцій для діагностики колоректального раку», «Визначення коефіцієнтів канонічної кореляції», «Визначення значущості дискримінантних функцій методом  $\lambda$ -Уилкса», «Формування дискримінантних функцій для визначення стадії колоректального раку».

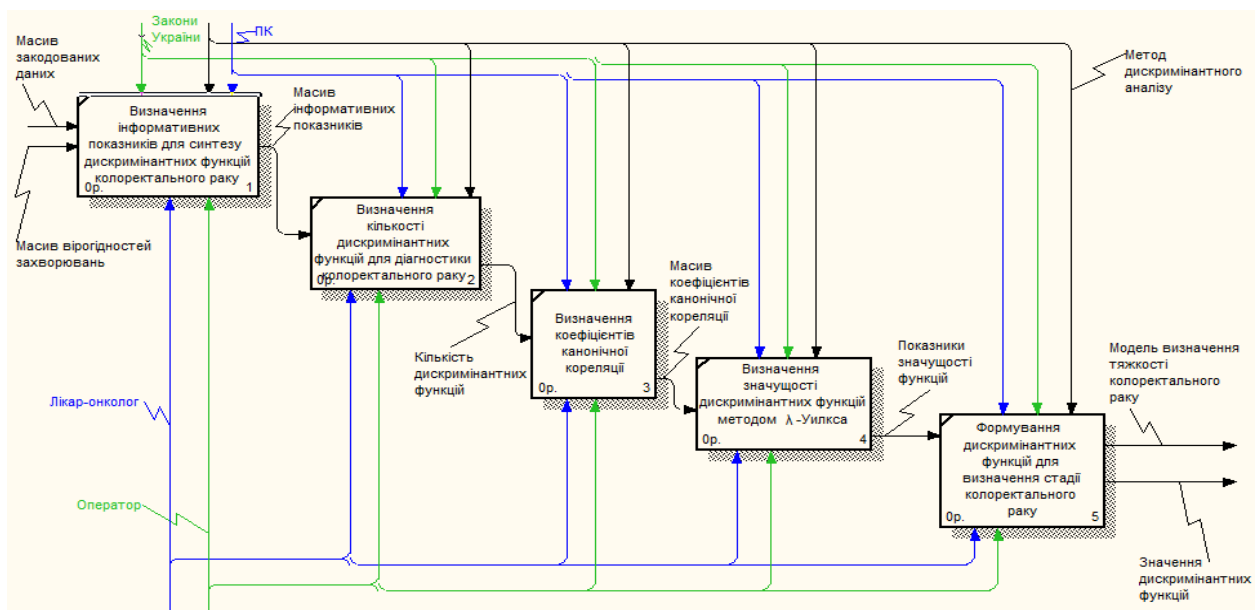


Рис. 3. Схема функціональної структури інформаційної системи визначення ступеня тяжкості КРР (декомпозиція процесу «Визначення дискримінантних функцій»)

значущості дискримінантних функцій методом  $\lambda$ -Уїлкса», «Формування дискримінантних функцій для визначення стадії колоректального раку». Перераховані етапи зв'язані між собою.

Результатом першої роботи є інформативні показники, які є вхідними даними для виконання роботи «Визначення кількості дискримінантних функцій для діагностики колоректального раку». На виході другої роботи отримуємо значення кількості дискримінантних функцій для визначення стадії КРР. Отримані дані надходять на початок роботи «Визначення коефіцієнтів канонічної кореляції», де формується масив коефіцієнтів канонічної кореляції. Далі дані прямують на вхід «Визначення значущості дискримінантних функцій методом  $\lambda$ -Уїлкса», а на виході отримуємо показники значущості функцій. На виході останньої роботи «Формування дискримінантних функцій для визначення стадії колоректального раку» формується модель визначення тяжкості захворювання, згідно з якою визначається ступінь тяжкості КРР, та отримуємо значення дискримінантних функцій.

Діаграма декомпозиції другого рівня представлена на рисунку 4. Це декомпозиція процесу «Проведення діагностики КРР».

Даний процес містить у собі такі роботи: «Побудова територіальної карти», «Ідентифікація об'єкту на основі розрахунку відстані Махаланобісу», «Побудова графіку розподілу об'єктів в залежності від стадії КРР», «Визначення ступеню тяжкості колоректального раку». Всі ці етапи зв'язані між собою.

Результатом першої роботи є синтезована територіальна карта, яка надходить на початок роботи «Ідентифікація об'єкта на основі розрахунку відстані Махаланобісу». На виході другої роботи отримуємо показники відстані Махаланобісу. Отримані дані надходять на початок роботи «Побудова графіку розподілу об'єктів в залежності від стадії КРР», де створюється графік розподілу об'єктів.

Результатом останньої роботи «Визначення ступеню тяжкості колоректального раку» є формування ступеня тяжкості КРР та масиву вірогідностей захворювань.

Таким чином, процес «Проведення діагностики КРР», зазначений на діаграмі першого рівня, деталізується за допомогою чотирьох робіт на діаграмі другого рівня.

Отже, процес «Визначення ступеню тяжкості колоректального раку», зазначений на діаграмі першого рівня, деталізується за допомогою дев'яти робіт на діаграмі другого рівня.

Представлені в роботі результати будуть покладені в основу інформаційної системи визначення ступеню тяжкості КРР, яка буде реалізована за допомогою об'єктно-орієнтованої мови програмування C# з використанням системи керування базами даних MySQL.

За допомогою розробленої технології були проведені дослідження пацієнтів з ймовірністю КРР.

Наведемо приклад. Пацієнт А, історія хвороби № 862, звернувся до поліклінічного відділення Харківського обласного онкологічного центру зі скаргами на підвищення інтенсивності звичайних

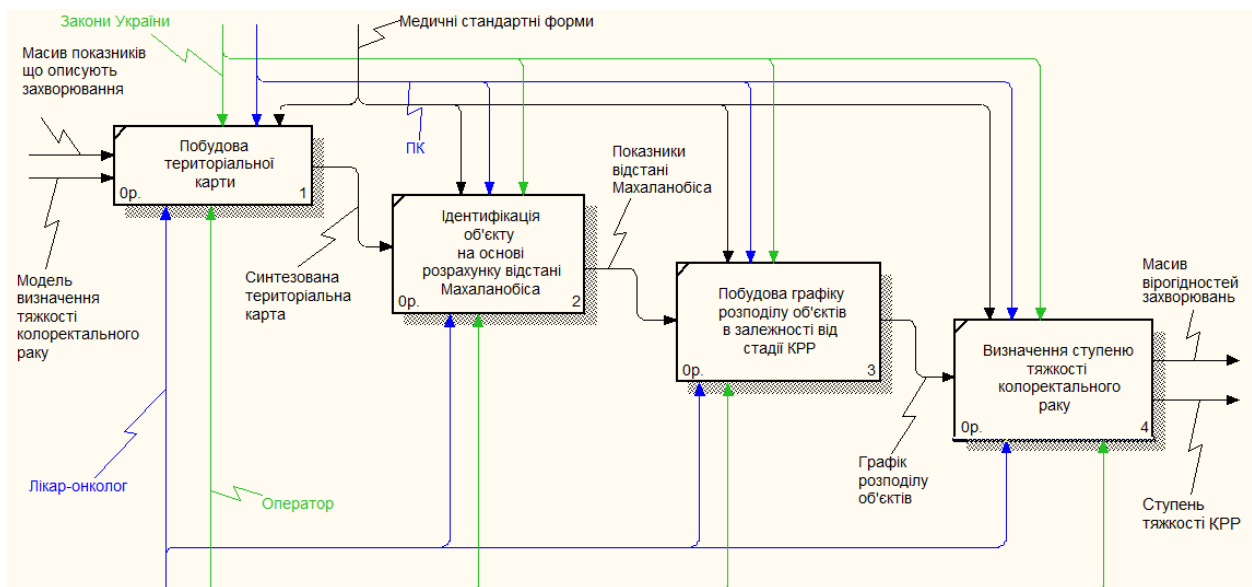


Рис. 4. Схема функціональної структури інформаційної системи визначення ступеня тяжкості КРР (декомпозиція процесу «Проведення діагностики КРР»)

запорів, які супроводжуються здуттям живота, без ознак ендогенної інтоксикації, слабкість, відсутність апетиту. Згідно проведених клініко-інструментальних досліджень було встановлено: AST – 6.0 u/l, ALT – 14.0 u/l, BIL – 10.7  $\mu$ mol/l, GGT – 1.1 u/l, GLUC – 5.5 mmol/l, СК-N – 65.0 u/l, CREA – 92.0 mmol/l, Phos – 1.12 mmol/l, CHOL – 6.7 mmol/l, ALB – 44.8 g/l.

Розраховані значення дискримінантних функцій: DF1(X) = -2.227, DF2(X) = -0.299. Пацієнту поставлено попередній діагноз – КРК 2-го ступеню тяжкості, що додатково було підтверджено гістологічним дослідженням біопсійного матеріалу. На основі об'єктивного обстеження, додаткових методів дослідження та консультації спеціалістів було встановлено клінічний діагноз: КРР другого ступеня тяжкості.

## Висновки

Таким чином, в даній роботі побудовано функціональну модель «Визначення ступеня тяжкості коло ректального раку». Спроектвані IDEF0 діаграми є початковим етапом процесу створення інформаційної системи визначення ступеня тяжкості КРР у пацієнтів.

Подання інформаційної системи як сукупності взаємозалежних процесів та робіт визначення ступеню тяжкості КРР, дозволяє досягти багатьох позитивних моментів, зокрема, більш чітко уявляти систему і взаємодію всіх видів діяльності осіб, які беруть участь в проведенні діагностичних заходів, забезпечують можливість обміну та аналізу об'єктів мовою, зрозумілою як користувачеві та аналітику, так і спеціалісту-експерту предметної області.

## Литература

1. Елиферов, В. Г. Бизнес-процессы. Регламентация и управление [Текст] / В. Г. Елиферов, В. В. Репин. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 319 с.
2. Черемных, С. В. Структурный анализ систем: IDEF-технологии [Текст] / С. В. Черемных, И. О. Семенов, В. С. Ручкин. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 208 с.
3. Репин, В. В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление [Текст] / В. В. Репин. – М. : Манн, Иванов и Фебер, 2014. – 512 с.
4. Кузнецов, М. В. MySQL 5. В подлиннике [Текст] / М. В. Кузнецов, И. В. Симдянов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 1007 с.
5. Особенности проектирования медицинской информационнои системы поддержки принятия решений, основанной на интеллектуальном анализе данных [Текст] / Г. В. Кнышов, А. В. Руденко, Е. А. Настенко, А. В. Яковенко, С. О. Сиромеха, С. С. Галич // Кибернетика и вычислительная техника. – 2014. – № 177. – С. 79 – 87.
6. Соколов, Е. В. Функциональная модель системы управления медицинскими диагностическими услугами [Текст] / Е. В. Соколов, Е. В. Костырин // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 2. – С. 1011-1018.
7. Емельянов, В. А. Функциональное моделирование процесса создания интеллектуальных информационных технологий для систем технической диагностики [Текст] / В. А. Емельянов // Системы обработки информации. – 2014. – № 7. – С. 127–131.
8. Автоматизированное рабочее место врача онколога [Электронный ресурс] / В. В. Тихомиров, Н. В. Кривко, А. А. Хуколенко [та ін.]. – 2015. – Режим доступа: <http://buzookod.ru/index.php/otdel-informatsionnykh-tekhnologij/arm-onkologa-lpu>. – 22.09.2016.
9. Диагностика раку молочной залози на основе информациии системы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pan-ta-pani.com/91532-diagnostika-raku-molochno-zalozhi-na-osnovi-informaciijno-sistemi.html>. – 22.09.2016.
10. Кисина, З. Онкология: от качества лечения – к качеству жизни [Электронный ресурс] / З. Кисина // МедВестник. – 2016. – Режим доступа: [http://www.medvestnik.by/ru/sovremennii\\_podxod/view/onkologija-ot-kachestva-lechenija-k-kachestvu-zhizni-14884-2016/](http://www.medvestnik.by/ru/sovremennii_podxod/view/onkologija-ot-kachestva-lechenija-k-kachestvu-zhizni-14884-2016/). – 22.09.2016.
11. Новая технология выявления предопухольных заболеваний и рака [Электронный ресурс] / Н. А. Григорович, А. З. Круглый, З. Л. Круглый, Т. Н. Куделько // Медицинские новости. – 1996. – Режим доступа: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=1198>. – 22.09.2016.
12. Varian Medical Systems. ARIA Oncology Information System [Электронный ресурс] / Varian Medical Systems. – 2015. – Режим доступа: <https://www.varian.com/oncology/products/software/information-systems/aria-ois-radiation-oncology>. – 22.09.2016.
13. The Proposal for European Cancer Information System (ECIS) [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: [http://www.epraac.eu/from\\_heidi\\_wiki/WP9\\_proposal\\_EU\\_Cancer\\_Information\\_System.pdf](http://www.epraac.eu/from_heidi_wiki/WP9_proposal_EU_Cancer_Information_System.pdf). – 22.09.2016.
14. Queensland. Queensland Cancer Control Analysis Team [Электронный ресурс] / Queensland. – 2013. – Режим доступа: <https://qccat.health.qld.gov.au/QueenslandOncologyRepository>. – 22.09.2016.
15. Математическая модель определения степени тяжести колоректального рака [Текст] /

А. И. Бых, Е. В. Высоцкая, А. С. Козюк, А. П. Порван, А. С. Моисеенко // Системы обработки информации. – 2014. – № 9. – С. 192-195.

## References

1. Eliferov, V. G. *Biznes-processy. Reglamentacija i upravlenie* [Business processes. Regulation and Control]. Moscow, NIC INFRA-M Publ., 2013. 319 p.
2. Cheremnyh, S. V., Semenov, I. O., Ruchkin, V. S. *Strukturnyj analiz sistem: IDEF-tehnologii* [Structural analysis of systems: IDEF-technology]. Moscow, Finance and Statistics Publ., 2003. 208 p.
3. Repin, V. V. *Biznes-processy. Modelirovanie, vnedrenie, upravlenie* [Business processes. Modeling, implementation, management]. Moscow, Mann, Ivanov and Feber Publ., 2014. 512 p.
4. Kuznecov, M. V., Simdjanov, I. V. *MySQL 5. V podlinnike* [MySQL 5. In the original]. Saint Petersburg, BHV- Petersburg Publ., 2010. 1007 p.
5. Knyshev, G. V., Rudenko, A. V., Nastenka, E. A., Jakovenko, A. V., Siromaha, S. O., Galich, S. S. Osobnosti proektirovanija medicinskoj informacionnoj sistemy podderzhki prinjatija reshenij, osnovannoj na intellektual'nom analize dannyh [Design features medical information decision support system based on data analysis]. *Cybernetics and Computer Science*, 2014, no. 177, pp. 79-87.
6. Sokolov, E. V., Kostyrin, E. V. Funkcional'naja model' sistemy upravlenija medicinskimi diagnosticheskimi uslugami [Functional model of medical diagnostic services management system]. Moscow, *Science and education: scientific publication MGTU n.a Bauman*, 2015, no. 2, pp. 1011-1018.
7. Emel'janov, V. A. Funkcional'noe modelirovanie processa sozdaniya intellektual'nyh informacionnyh tehnologij dlja sistem tehnicheckoj diagnostiki [Functional modeling of the process of creation of intellectual information technologies for technical diagnostics systems]. *Information processing systems*, 2014, no. 7, pp. 127-131.

8. Tihomirov, V. V., Krivko, N. V., Hukolenko, A. A. *Avtomatizirovannoe rabochee mesto vracha onkologa* [Oncologist workstation]. 2015. Available at: <http://buzookod.ru/index.php/otdel-informatsionnykh-tehnologij/arm-onkologalpu> (accessed 22.09.2016).

9. *Diahnostyka raku molochnoyi zalozy na osnovi-informatsionnoi sistemy* [Diagnosis of breast cancer based on information system]. Available at: <http://pan-ta-pani.com/91532-diaagnostika-raku-molochno-zalozi-na-osnovi-informacionno-sistemi.html> (accessed 22.09.2016).

10. Kisina, Z. *Onkologija: ot kachestva lechenija – k kachestvu zhizni* [Oncology: from the quality of treatment - to the quality of life]. Medvestnik, 2016. Available at: <http://www.medvestnik.by/ru/sovremennii-podxod/view/onkologija-ot-kachestva-lechenija-k-kachestvu-zhizni-14884-2016/> (accessed 22.09.2016).

11. Grigorovich, N. A., Kruglyj, A. Z., Kruglyj, Z. L., Kudel'ko, T. N. *Novaja tehnologija vyjavlenija predopuholevyh zabolevanij i raka* [New technology to identify precancerous diseases and cancer]. Medical news., 1996, Available at: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=1198> (accessed 22.09.2016).

12. Varian Medical Systems. ARIA Oncology Information System. *Varian Medical Systems*. 2015, Available at: <https://www.varian.com/oncology/products/software/information-systems/aria-oiradiation-oncology> (accessed 22.09.2016).

13. *The Proposal for European Cancer Information System (ECIS)*. 2016, Available at: [http://www.epaac.eu/fromheidi\\_wiki/WP9\\_proposal\\_EU\\_Cancer\\_Information\\_System.pdf](http://www.epaac.eu/fromheidi_wiki/WP9_proposal_EU_Cancer_Information_System.pdf) (accessed 22.09.2016).

14. Queensland. Queensland Cancer Control Analysis Team. *Queensland*. 2013, Available at: <https://qccat.health.qld.gov.au/QueenslandOncologyRepository> (accessed 22.09.2016).

15. Byh, A. I., Vysockaja, E. V., Porvan, A. P., Kozjuk, A. S., Moiseenko, A. S. Matematicheskaja model' opredelenija stepeni tjazhesti kolorektal'nogo raka [Mathematical model of the information system for the colorectal cancer extent determination]. *Information processing systems*, 2014, no. 9, pp. 192-195.

Поступила в редакцию 28.11.2016, рассмотрена на редколлегии 09.12.2016

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА

Е. В. Высоцкая, И. Ю. Панфёрова, А. С. Козюк, А. С. Доброродня

В статье рассмотрена задача автоматизации процесса, определения степени тяжести колоректального рака. В работе была построена функциональная модель, которая обеспечивает детальное отображение процесса функционирования информационной системы. Полученные результаты отражают структурированное описание процессов для информационной системы определения степени тяжести колоректального рака. Фу-



нкциональная модель позволяет реализовать процесс определения степени тяжести колоректального рака, способствует устранению ошибок на стадии реализации и функционирования системы.

**Ключевые слова:** модель, бизнес-процесс, дифференциальная диагностика, информационная система, колоректальный рак.

## FUNCTIONAL MODEL OF THE INFORMATION SYSTEM FOR THE COLORECTAL CANCER EXTENT DETERMINATION

*O. V. Vysotska, I. U. Panforova, A. S. Koziuk, H. S. Dobrorodnia*

The problem of the colorectal cancer extent determination process automation was reviewed in the article. The functional model that provides detailed mapping of the information system's functionality was created. The obtained results are showing the structured overview of the processes for the information system of colorectal cancer extent determination. The process of the colorectal cancer extent determination could be implemented on the functional model basis. It helps to eliminate errors at the stage of implementation and operation of the system, and will help to present clearer the system and all possible interactions all persons involved in diagnostic activities

**Keywords:** model, business process, differential diagnosis, information system, colorectal cancer.

**Висоцька Олена Володимирівна** – д-р техн. наук, проф. каф. біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна, e-mail: [evisotska@mail.ru](mailto:evisotska@mail.ru).

**Панфьорова Ірина Юріївна** – канд. техн. наук, проф. каф. інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна, e-mail: [panforova@gmail.com](mailto:panforova@gmail.com).

**Козюк Анастасія** – студент кафедри біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна, e-mail: [anastasiia.koziuk@nure.ua](mailto:anastasiia.koziuk@nure.ua).

**Добrorодня Ганна** – аспірант кафедри біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна, e-mail: [hanna.dobrorodnia@nure.ua](mailto:hanna.dobrorodnia@nure.ua).

**Vysotska Olena** – Doctor of Technical Sciences, Professor of Dept. of Biomedical Engineering, National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine, e-mail: [olena.vysotska@nure.ua](mailto:olena.vysotska@nure.ua).

**Panforova Iryna** – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of Dept. of Information Management Systems, National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine, e-mail: [iryna.panforova@nure.ua](mailto:iryna.panforova@nure.ua).

**Koziuk Anastasiia** – Student of Dept. of Biomedical Engineering, National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine, e-mail: [anastasiia.koziuk@nure.ua](mailto:anastasiia.koziuk@nure.ua).

**Dobrorodnia Hanna** – Postgraduate student of Dept. of Biomedical Engineering, National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine, e-mail: [hanna.dobrorodnia@nure.ua](mailto:hanna.dobrorodnia@nure.ua).