

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-27>

УДК 62-519

Музика Я.В., Якимчук В.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ДОДАТОК ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ТИСКУ МОЗКУ ПРИ ТРАВМАХ ГОЛОВИ

Анотація. Розглянуто технологію зняття та отримання даних температури і тиску у пацієнта з черепно-мозковою травмою. Запропоновано впровадити *NFC*-технологію для використання у медичній галузі: застосувати *NFC*-чип та розроблений додаток з ціллю зменшити травматичні наслідки хірургічних утручань. Розроблено технологію у вигляді системи з програмним забезпеченням для хірургічних відділень, що дозволяє записувати та проводити моніторинг температури і тиску мозку пацієнта без проведення важких операцій, з мінімальним інвазійним втручанням. Описано роботу етапів розробки додатку за допомогою *IDEF0* діаграм. Продумано зв'язок між отриманням даних з *NFC*-чипу та їх записом до бази даних, підготовкою даних до опрацювання та аналізом одержаних параметрів.

Ключові слова: *NFC*-технологія, база даних, черепно-мозкова травма, технологія, додаток для ПК.

Музыка Yaryna, Iakymchuk Victoria

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

AN APPLICATION FOR PROCESSING BRAIN TEMPERATURE AND PRESSURE DATA WITH HEAD INJURIES

Summary. The modern world and the needs of humanity call for development of new medical devices, information technologies and systems that can accelerate treatment methods optimize the process of disease diagnosis and facilitate the procedure of invasive intervention. The creation of computer diagnostic systems for timely pathology diagnosis is one of the biggest priorities nowadays. For the first, such technologies (systems) can be applied in the medical practice for the treatment of traumatic brain injury, allows early disease diagnosing and prescription of adequate medication or surgical treatment. The study considered the technology of collecting and obtaining temperature and pressure data from a patient with a head injury. This can be realized by the implementation of *NFC* technologies: applying of the *NFC* chip and developed application for the aim to reduce the traumatic effects of surgical interventions during operation and receive a regular data about temperature and internal cranial pressure for certain period of time. The technology has been developed in the form of the system with software for surgical departments that allows recording data and monitoring patients' conditions. We also propose to use *ICP* and *ICT* sensors for collecting information and recording data correctly. The program development stages are described through the *IDEF0* diagrams. A microcontroller is used to record patients' data, which helps to organize a database that runs on up to schedule. The connection between the data collected from the *NFC* chip and its recording in the database, as well as, between the preparation of data for processing and analysis of the received parameters have been designed. The application provides the opportunity to separate access for patients and doctors. The medical staff, who will use the application, was given the opportunity to fulfill the relevant data forms, upload graphical and textual information. Accordingly, the patients will be able to review the notes and recommendations made by the doctors in text form. Also, well-designed automated data collection and monitoring of patient's conditions which helps the medical staff to control all important parameters of patients without usage of an additional traumatic surgery. Apparently this described technology is new strategic approach which can help for diagnostic systems in surgical wards for facilitating patient care.

Keywords: *NFC*-technology, database, traumatic brain injury, technology, application for PC.

Постановка проблеми. Телемедичні технології знаходять все більш широке розповсюдження у практиці охорони здоров'я людини: домашня телемедицина, телемедицина катастроф, дистанційний моніторинг фізіологічних параметрів тощо.

На даний час реалізується певна кількість телемедичних проєктів, які будуть застосовуватися у різних напрямках, зокрема в дистанційному моніторингу пацієнтів на етапі відновлювального лікування. У зв'язку з цим виникає потреба в створенні медичних приладів, здатних передавати дані про стан пацієнта на значні відстані. При цьому важливо, щоб процес передачі даних проходив по доступних каналах зв'язку та був захищеним, щоб зловмисники не змогли перехопити інформацію.

Для медичних закладів застосування технологій телемедицини зменшить кількості візитів пацієнтів, тривалість їхнього перебування у стаціонарі, а також сприятиме розвитку персоналізованої медичної допомоги, скринінговій діагностиці захворювань і покращенню якості обслуговування.

Розвиток нових технологій та підвищення доступності хмарних сховищ вносять свій додатковий вклад у покращення телемедицини і мобільних рішень для охорони здоров'я. Зокрема, вже зараз, велика кількість компаній займаються розробкою мобільних рішень у сфері медицини, наприклад: мобільні пристрої для фітнесу та підтримки здорового способу життя, медичні прилади для амбулаторного використання, такі як електрокардіографи, тонометри, глюкометри

та рішення для дистанційної передачі медичної інформації.

Тому використання мікрохвильових та радіочастотних технологій у медицині швидко змінить підрунтя медичної промисловості та буде покращувати охорону здоров'я у всьому світі.

Удосконалені компоненти та постійне масштабування електронних підсистем сприятимуть дослідженню та розробці в галузі біомедичних бездротових імплантів, які підвищать рівень якості життя пацієнтів і зменшать витрати на діагностику та лікування.

Прогрес людства пов'язаний не тільки з роботою і впровадженням нових технологій, що дозволяють полегшити людське життя, але й з непохитним збільшенням побічних факторів цього розвитку, а саме з травматизмом. Серед загальної кількості травм найсерйознішою є черепно-мозкова травма, оскільки спричиняє найвищий показник смертності та веде до втрати працездатності й інвалідності потерпілих.

Оскільки лікування травм голови є однією з найбільших проблем на даний час, то було розпочато роботу та запропоновано створити і використовувати прилад з програмним забезпеченням для моніторингу температури та тиску мозку без проведення важких операцій, з мінімальним інвазійним втручанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних реаліях вимірювання показників температури та тиску мозку є досить складною та травматичною процедурою, яка проводиться з використанням *Brain Pressure Monitor REF HDM 26.1/FV500* виробництва *Spiegelberg* (Гамбург, Німеччина) [1].

Вимірювання показників проводиться у декілька етапів, зокрема внутрішньочерепний тиск (ВЧТ) вимірюють за допомогою паренхіматозних датчиків, тому встановлення датчика є першим етапом операції. Хірургічне втручання безпосередньо відбувається під ендотрахеальним наркозом. Після того як рану обробляють антисептичним розчином, роблять розріз шкіри, підшкірного прошарку, апоневрозу та окістя у точці Кохера з протилежного боку від декомпресивної краніектомії (ДК), тоді накладають фрезований отвір. Пізніше проводять коагуляцію та пункцію речовини мозку, вводять дистальний кінець датчика вимірювання у паренхіму мозку на глибину до трьох сантиметрів, тоді датчик фіксують швом до шкіри та пошарово зашивають рану. Після приєднання датчика до монітору, здійснюють безперервний моніторинг внутрішньочерепного тиску. Потім виконується ще декілька етапів, які є не менш травматичними [2].

У результаті за допомогою інтерфейсу RS232, монітор вимірювання внутрішньочерепного тиску з'єднують з персональним комп'ютером, що дозволяє візуально оцінити, зберегти та опрацювати отримані дані [1].

Відповідно, після покращення стану та нормалізації ВЧТ, датчик необхідно вилучити, що потребує додаткових хірургічних втручань.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Натомість підхід, який пропонуємо використовувати для створення методу отримання даних температури та тиску в черепі пацієнта, який отримав черепно-моз-

кову травму, не потребує серйозних операцій та підключення людей до певних приладів моніторингу, адже він працюватиме за допомогою чіпу з датчиками та розробленого додатку для опрацювання даних за допомогою використання технології *NFC* (*Near field communication*, зв'язок на невеликих відстанях).

Мета статті. Інформаційна технологія (система), яку запропоновано використовувати для вище описаних процедур, включає у себе котушки, полімерні підкладки, шари інкапсуляції та резистори, частково біореактивний *NFC*-чіп і конденсатори. Магнієво-магнітні котушки дозволяють індуктивне з'єднання із зовнішнім зчитувачем даних для передачі живлення та передачі даних. Необхідно зазначити, що система складається з двох основних частин: чіпу, який хірург вживлює під шкіру на голові пацієнта, та додатку для опрацювання даних температури і тиску в черепі людини. На даному етапі, розроблена версія для роботи за допомогою персональних комп'ютерів, застосування даної технології на мобільних пристроях розглядається на перспективу та відповідно до потреб лікарів.

Зв'язок з чіпом здійснюється за допомогою *NFC* технології – це технологія, яка отримала максимальне поширення завдяки можливості здійснювати безконтактний обмін даними [3]. *NFC* має два режими, обидва з яких включають динамічний двосторонній зв'язок (*P2P*). Використовуючи *P2P* («peer-to-peer» або «person-to-person», що означає «від рівного до рівного» або «від людини до людини»), можливо легко обмінюватись інформацією між двома *NFC* приладами. В *NFC* системі єдина платформа мікросхем забезпечує всю обчислювальну функціональність, необхідну для швидкого запису даних, фільтрації програмного забезпечення у режимі реального часу та бездротової передачі сигналів датчиків, захоплених вбудованим 14-бітовим аналого-цифровим перетворювачем [4].

Логічний чіп на основі кремнію фіксує дані, які вимірюються, з високою швидкістю збору, а потім оцифровує та обробляє інформацію для передачі до зовнішнього зчитувача.

Зовнішній зчитувач бездротово забезпечує енергію для логічної роботи мікросхеми та забезпечує малі струми, необхідні для оцінки реакції п'єзорезистивних та терморезистивних датчиків.

Для збору інформації та коректного запису даних використовуються датчики *ICP* та *ICT*. Датчик *ICP* використовується для фіксування показників тиску. *ICT* датчик використовується для збору інформації про температуру, адже є найбільш точним, та надає інформацію про стан температури пацієнта у градусах Цельсія, тобто дані не потрібно додатково опрацювати [5].

Зчитування даних проводитиметься за допомогою зчитувача *ACR1255U*, адже він підтримує два інтерфейси – *Bluetooth Smart* для взаємодії з мобільними пристроями, а також *USB Full Speed* для здійснення операцій у режимі зв'язку з ПК [5]. Отримані дані записуватимуть в базу даних та по ідентифікатору (*id*) будуть прив'язані до конкретного пацієнта, адже в майбутньому це допоможе інтегрувати дані, що було отримано, в електронні медичні картки пацієнта.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для реалізації баз даних використовувати мемо реляційну базу даних, оскільки вона складається з сукупності взаємопов'язаних двовимірних таблиць. Для проектування баз даних використовуємо *MySQL*. Оскільки будь-яка таблиця розглядається як одна з форм представлення теоретико-множинного поняття відношення, завдяки цьому є можливість об'єднувати дані під час виконання запиту з декількох таблиць [6].

Відповідно база даних міститиме декілька таблиць:

1. «Дані про пацієнта», до якої входять наступні поля: *id* пацієнта, ім'я пацієнта, прізвище, дата народження та стан пацієнта.

2. «Вимірювання тиску», до якої входять наступні поля: *id* пацієнта, *id* вимірювання (тип), дата вимірювання, час вимірювання та показник.

3. «Вимірювання температури», до якої входять наступні поля: *id* пацієнта, *id* вимірювання (тип), дата вимірювання, час вимірювання та показник.

Між таблицями «Дані про пацієнта» та «Вимірювання тиску» буде відношення один до багатьох, адже одному пацієнту можна проводити багато вимірювань. Аналогічно з таблицями «Дані про пацієнта» та «Вимірювання температури».

Для кращого розуміння можна ознайомитись з спроектованою моделлю БД (рис. 1).

Оскільки для запису даних пацієнта буде використовуватись мікроконтролер, доцільно організувати базу даних, яка працюватиме за розкладом. Тобто в розкладі буде наведено такі параметри, як: початковий час моніторингу, тривалість вимірювання, кількість вимірювань, тип виміру, *id* виміру та *id* пацієнта для того, щоб зв'язати ці дані з даними про пацієнтів та вимірами (рис. 2).

Оскільки зчитувач записуватиме дані спочатку до текстового документу, то в коді програмного продукту передбачено функцію, яка відповідатиме за опрацювання даних з текстового документу та запис даних у базу *MySQL* для подальшого аналізу.

Засоби розробки. Для реалізації програмного продукту використано мову програмування *Java*. Використовуються також:

- *JavaFX Scene Builder 2.0*
- *JDBC API*

JavaFX Scene Builder 2.0 – це інструмент візуального макету, який дозволяє швидко створювати користувацький інтерфейс додатків без кодування. Набір компонент включає як стандартні кнопки, так і графічні примітиви для малювання та графіки кількох типів. Додатково для будь-якої компоненти можна задати графічні ефекти типу тіней, розмитості. Відповідно у запропонованому користувацькому інтерфейсі використовуємо: *Button, Choice box, Canvas, Charts, TextFlow* та інші необхідні поля [7].

API підключення до бази даних *Java (JDBC)* забезпечує універсальний доступ до даних з мови програмування *Java*. Використовуючи *API JDBC*, можна отримати доступ практично до будь-якого джерела даних, від реляційних баз даних до електронних таблиць. Технологія *JDBC* також забезпечує загальну базу, на якій можна будувати інструменти та альтернативні інтерфейси. *API JDBC* забезпечує доступ до бази даних на базі *SQL*.

Адже *API JDBC* складається з двох пакетів:

- *java.sql*
- *javax.sql*

Технологія *JDBC* дозволяє використовувати мову програмування *Java* для використання можливостей «Написати один раз, запустити будь-де» для додатків, які потребують доступу до великого обсягу даних. За допомогою драйвера, що підтримує технологію *JDBC*, можна підключати всі корпоративні дані навіть у неоднорідному середовищі. Саме тому ця технологія є актуальною для впровадження її у сферу охорони здоров'я [7].

Проектування додатку. *IDEF0* – це методологія графічного опису систем і процесів діяльності організації як безлічі взаємозалежних функцій. Вона дозволяє досліджувати функції організації, не пов'язуючи їх з об'єктами, що забезпечують їх реалізацію.

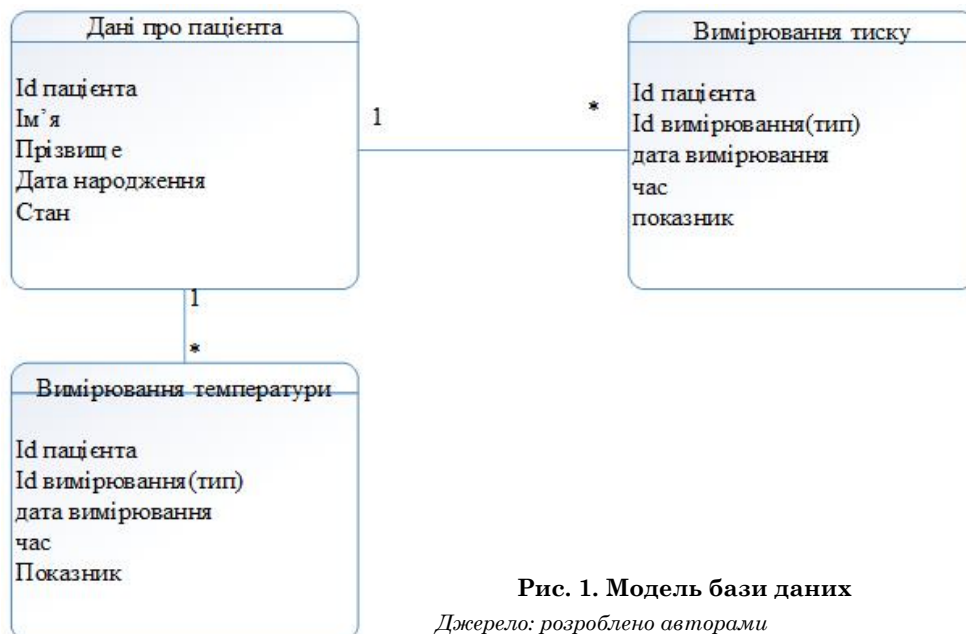


Рис. 1. Модель бази даних

Джерело: розроблено авторами



Рис. 2. Розширена модель бази даних

Джерело: розроблено авторами

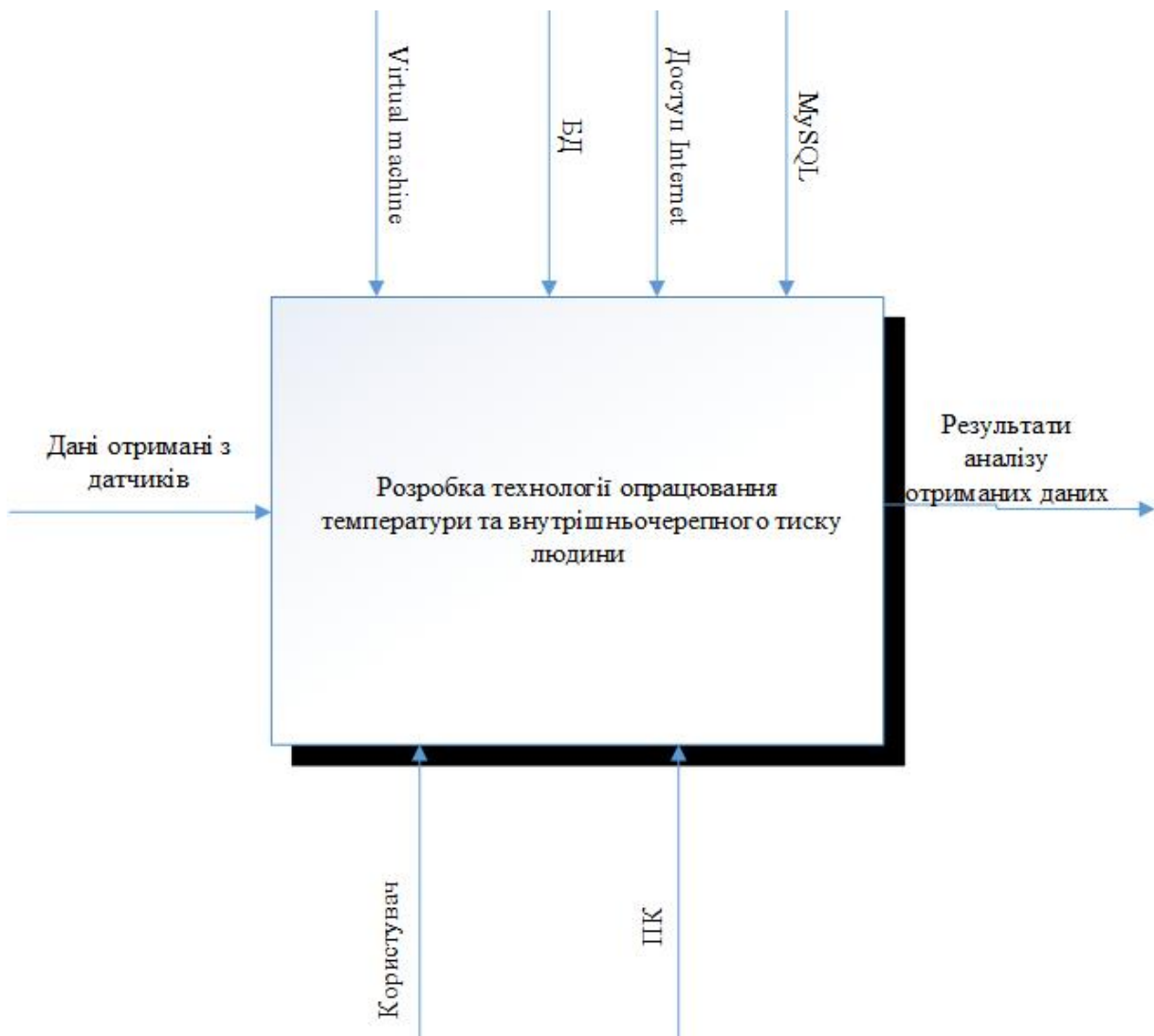


Рис. 3. Контекстна діаграма отримання та аналізу даних

Джерело: розроблено авторами

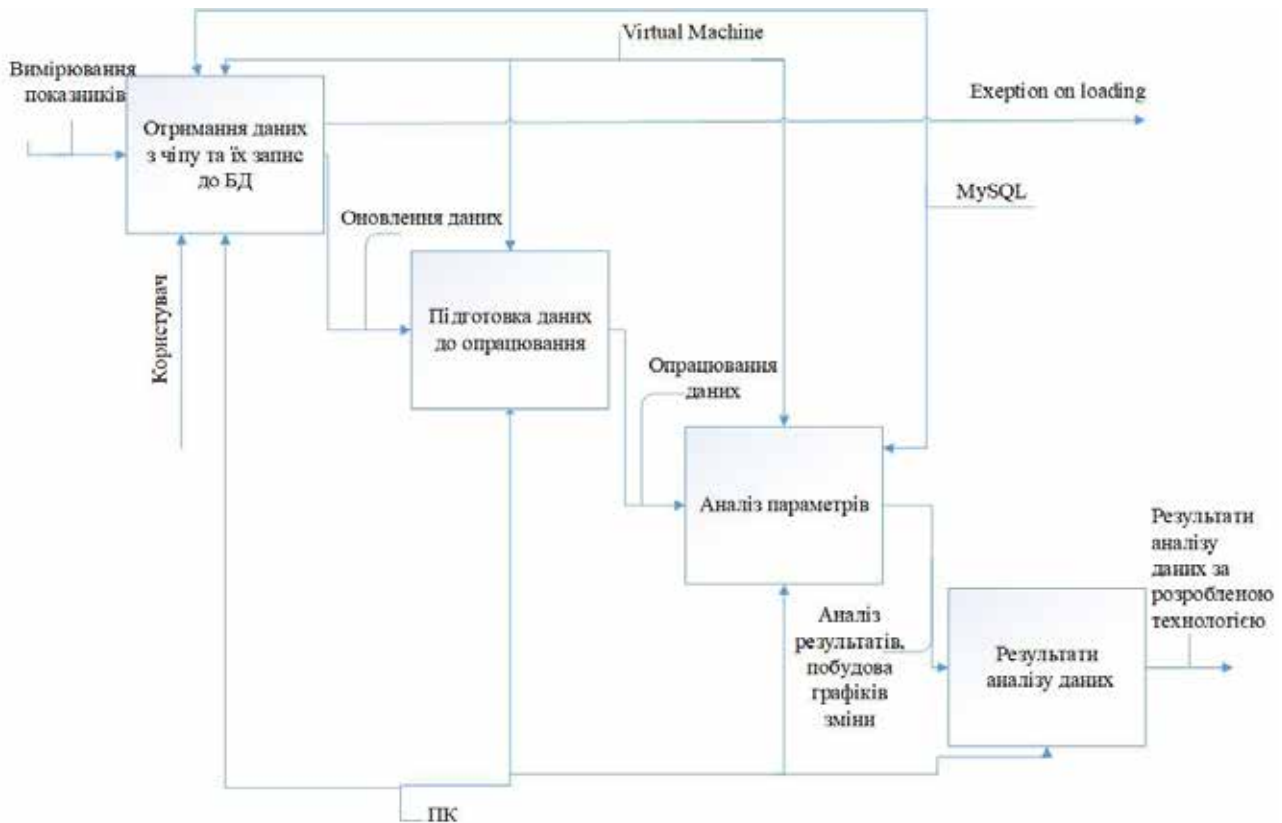


Рис. 4. Діаграма роботи основних етапів додатку

Джерело: розроблено авторами

У стандарті *IDEFO* за допомогою входу показують об'єкти: інформаційні та матеріальні потоки, які перетворюються в бізнес-процеси. Використовуючи механізми *IDEFO*, можна відображати інструменти та ресурси, за допомогою яких відбувається реалізація бізнес-процесу (наприклад, технічні засоби, люди, інформаційні системи тощо). Вихід бізнес-процесу, описаного в стандарті *IDEFO*, повністю відповідає за змістом виходу процесу, описаного за допомогою *DFD*-схеми [8].

На вхід подаються дані, отримані за допомогою спеціальних датчиків. Ресурсами виступають персональні комп'ютери, смартфони. На управління подаються документації *Virtual machine*, *MySQL*, доступ в *Internet*, база наявних даних (рис. 3). Виходом є результат аналізу отриманих показників (звітність про покращення чи погіршення стану та графік зміни показників).

Кожний блок діаграми *IDEFO*-моделі можна додатково деталізувати на іншій діаграмі (рис. 4). Оскільки кожен блок вважається як окремий, повністю певний об'єкт. Поділ такого об'єкта на структурні одиниці називається декомпозицією [8].

Відповідно реалізацію програмного продукту розбито на чотири етапи, що сприятиме кращому розумінню розробки системи та її роботи в цілому:

- 1) отримання даних з чіпу та їх запис до БД;
- 2) підготовка даних до опрацювання: перевірка записаних полів, нормування даних тощо;
- 3) аналіз параметрів: співставлення норми з вимірними даними;
- 4) результати аналізу даних: отримання математичних моделей, побудова графіків залежності зміни параметрів тощо.

Висновки з даного дослідження і перспективи. У даній статті представлено етапи створення та розробки інформаційної системи збору, опрацювання та зберігання даних, які отримуємо від датчиків за допомогою *NFC*-технології. А також методи реалізації попередньої версії запропонованої інформаційної системи. Реалізація здійснюється за допомогою *Java* та додаткових ресурсів – *JavaFX Scene Builder 2.0* та *JDBC API*.

У даному програмному продукті використовуємо можливість роздільного доступу для пацієнтів та лікарів. Таким чином, лікарі зможуть заповнювати відповідні форми даних, загрузити графічну і текстову інформацію. Пацієнти зможуть переглядати рекомендації лікарів, залишені в текстовому вигляді.

Наступним важливим аспектом даної системи є можливість автоматизованого збору та контролю даних. Таким чином, лікар зможе контролювати життєво важливі параметри пацієнта, не проводячи при цьому надважких та травматичних хірургічних утручань.

Дана система має широкі можливості для модернізації шляхом удосконалення окремих її компонент або підключенням додаткових модулів. Крім того, розширення функціональності можливе за рахунок створення різних клієнтських додатків, які будуть використовуватися для зчитування та збору інформації у залежності від профілю медичного закладу. В результаті все це забезпечить ефективне впровадження у медичну практику та використання реалізованого програмного продукту з пристроєм, який працює за допомогою технології *NFC*.

Список літератури:

1. Дзяк Л.А., Зорін М.О., Сірко А.Г. Моніторинг внутрішньочерепного тиску у потерпілих з тяжкою черепно-мозковою травмою (огляд літератури та аналіз власних спостережень). *Український нейрохірургічний журнал*. 2008. № 1. С. 17–22.
2. Дзяк Л.А., Педаченко Є.А., Кобеляцький Ю.Ю. [та ін.]. Сучасні аспекти діагностики, лікування та профілактики внутрішньочерепної гіпертензії при тяжкій черепно-мозковій травмі : Метод. рекомендації. Київ, 2010. С. 16.
3. Музика Я.В., Якимчук В.С. Використання NFC-технології у медичній галузі. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*. 2020. №6. С. 54–58.
4. Елисеєв Н. Технология NFC – возможности и применения. *Электроника: Наука, Технология, Бизнес*. 2011. № 6. С. 10–12.
5. NFC Считыватель ACR1255U Bluetooth. 2019. URL: <https://scan-print.in.ua/p560602670-nfc-schityvatel-acr1255u.html> (дата звернення: 10.03.2020).
6. Куваєв Я.Г., Жукова О.А., Сечкін І.А. Організація реляційних баз даних. Видання друге, доповнене та перероблене. Дніпро, 2017. С. 156.
7. Васильєв А.Н. Самоучитель Java с примерами и программами. Наука и техника, 2016. С. 368.
8. Щербина В.Ю. Курс лекцій «Методологія проектування». Київ : «ЕКМО», 2010. 168 с.

References:

1. Dziak, L.A., Zorin, M.O., & Sirko, A.H. (2008). Monitoryng vnutrishnocherepnoho tysku u poterpilykh z tiazhkoiu cherepno-mozkovoiou travmoiu (ohliad literatury ta analiz vlasnykh sposterezhen) [Intracranial pressure monitoring in patients with severe traumatic brain injury]. *Ukrainskyi neirokhirurhichnyi zhurnal*, vol. 1, pp. 17–22.
2. Dziak, L.A., Pedachenko, Ye.A., & Kobeliatskyi, Yu.Yu. (2010). *Suchasni aspekty diahnostyky, likuvannia ta profilaktyky vnutrishnocherepnoi hipertenzii pry tiazhkii cherepno-mozkovii travmi: metod. rekomendatsii* [Modern aspects of diagnosis, treatment and prophylaxis of intracranial hypertension in severe craniocerebral trauma: method. recommendations]. Kyiv, p. 16.
3. Muzyka, Ya.V., & Iakymchuk, V.S. (2020). Vykorystannia NFC-tekhnohii u medychnii haluzi [Implementation of the NFC technology in the medical industry]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal "Internauka"*, vol. 6, pp. 54–58.
4. Elyseev, N. (2011). Tekhnolohiia NFC – vozmozhnosty y prymeneniia [NFC technology – opportunities and applications]. *Elektronyka: Nauka, Tekhnolohiia, Byznes*, vol. 6, pp. 10–12.
5. (2019). NFC Schytivatel ACR1255U Bluetooth [NFC Reader ACR1255U Bluetooth]. Available at: <https://scan-print.in.ua/p560602670-nfc-schityvatel-acr1255u.html> (accessed 10.03.2020).
6. Kuvaiev, Ia.H., Zhukova, O.A., & Sechkin, I.A. (2017). *Orhanizatsiia reliatsiinyi baz danykh* [Organization of relational databases. Second edition, completed and revised]. Dnipro. (in Ukrainian)
7. Vasylev, A.N. (2016). *Samouchytel Java s prymeramy y prohramamy* [Java self-learning manual with examples and programs]. Sankt-Peterburh: Nauka y tekhnika. (in Russian)
8. Shcherbyna, V.Yu. (2010). *Kurs leksiï «Metodolohiia proektuvannia»* [Course of lectures «Methodology of Design»]. Kyiv: «EKMO». (in Ukrainian)