

**Комлева Н.О.**

Національний університет «Одеська політехніка»

## ІНЖИНІРИНГ БІЗНЕС-ВИМОГ ПРИ РОЗРОБЦІ СКЛАДНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ

*У роботі детально розглянуто низку важливих аспектів інжинірингу бізнес-вимог у контексті розробки складних діагностичних систем, визначаючи потенційні проблеми та виклики, які можуть виникнути на різних етапах процесу. Розглянута взаємодія інжинірингу бізнес-вимог із загальною базою знань у сфері інженерії програмного забезпечення, як відображено у SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge), що підкреслює важливість розуміння цього аспекту у контексті діагностичних систем.*

*Показано, що найчастіше виділяють три рівні вимог: бізнес-вимоги як це високорівневі цілі організації або замовників системи, вимоги користувачів та формалізовані системні, функціональні вимоги, обмеження і зовнішні інтерфейси. У роботі акцент зроблено саме на бізнес-вимогах.*

*В аналізі бізнес-вимог до розробки систем діагностики докладно розглянуто різні аспекти, такі як ступінь структуризації проблеми, кількість етапів діагностичних рішень та режим прийняття діагностичних рішень. Виявлено, як ці аспекти можуть впливати на процес визначення бізнес-вимог та на результати самої розробки діагностичних систем.*

*Особлива увага приділена створенню узагальненої схеми проектування та використання систем діагностики, що сприяє кращому розумінню та управлінню різними аспектами процесу розробки. Схема проектування систем діагностики містить наступні складові: модель об'єкта діагностування, яка будується експертами з використанням відповідного інтерфейсу, модель системи діагностики з інтерфейсом налаштування цієї моделі та аналізатор моделі систем діагностики. Схема, яка демонструє робочий режим системи діагностики, містить об'єкт діагностування, складові для первинної обробки даних об'єкта та для обробки даних відповідно до моделі системи діагностики. Оператор керує робочим процесом, отримує результати роботи системи діагностики та виконує їх верифікацію. Ця схема враховує не тільки технічні аспекти, але і бізнес-потреби, що є важливим елементом успішної реалізації діагностичних систем.*

*У контексті формалізації бізнес-правил використано природну мову, що надає можливість більш ефективно та зрозуміло виражати вимоги та правила. Запропонована формалізація визначає чіткі рамки для взаємодії бізнес-вимог із технічними аспектами розробки діагностичних систем, забезпечуючи їхню відповідність та взаємодію на кожному етапі процесу.*

**Ключові слова:** інженерія програмного забезпечення, вимоги, система діагностики, об'єкт діагностування, формалізація бізнес-правил, природна мова.

**Постановка проблеми.** Проблема інжинірингу бізнес-вимог при розробці складних діагностичних систем виникає через недостатню визначеність та змінюваність вимог замовників. Низька точність формулювання бізнес-вимог та їх нестабільність веде до непорозумінь та помилок у процесі розробки. Негативний вплив на процес інжинірингу бізнес-вимог виникає також при нечіткості стратегії управління змінами в бізнес-вимогах. Це може призвести до затримок у розробці та невдач у реалізації діагностичних систем. Крім того, потенційні загрози успішній розробці діагностичних систем можуть виникати через обмеженість фінансових, людських та технічних ресурсів, необхідності інтеграції нових технологій та апаратних рішень, відсутність високого рівня безпеки та конфіденційності даних тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Діагностичні системи знаходять своє застосування в різних сферах життя, де необхідно виявляти або прогнозувати певні стани, хвороби або проблеми. Розглянемо деякі сфери застосування систем діагностики.

Сучасні технології дозволяють створювати медичні діагностичні системи, які можуть виявляти патології та ризики захворювань з високою точністю [1, с. 48]. Це дозволяє рано виявляти хвороби та забезпечувати швидше та ефективніше лікування [2, с. 1].

В технічній галузі системи діагностики використовуються для виявлення несправностей та забезпечення ефективного технічного обслуговування [3, с. 7]. Вони дозволяють визначати потреби у ремонті чи обслуговуванні на основі аналізу даних про функціонування обладнання.

У критично важливих інфраструктурних сферах енергетики та енергозабезпечення, де безпека є надзвичайно важливою, своєчасне та послідовне виявлення та діагностика несправностей стає дуже важливим операційним процесом [4, с. 1387].

При діагностуванні надзвичайно важливо звертати увагу на якість вхідних даних, оскільки точність та репрезентативність вхідної інформації безпосередньо впливають на надійність та ефективність діагностичного процесу [5, с. 110]. Забезпечення чіткості та зрозумілості у представленні результатів діагнозу є ключовим фактором для сприйняття та інтерпретації інформації [6, с. 234].

При розробці у сфері програмної інженерії потрібно орієнтуватись на документ SWEBOOK (Software Engineering Body of Knowledge) [7, с. 1]. Поточна версія якого містить суму з 15 областей знань, в тому числі: software requirements – вимоги до програмного забезпечення (ПЗ), software design – проектування ПЗ, software construction – конструювання ПЗ, software testing – тестування ПЗ, software maintenance – супровід ПЗ, software engineering process – процес програмної інженерії, software quality – якість ПЗ та інші.

Вимога (requirement) – бажана властивість, характеристика або умова діагностичної системи, яку повинна задовольняти ця система в процесі своєї експлуатації. В загальному випадку збір вимог може бути нетривіальним та носити ітеративний характер.

Зазвичай виділяють три рівні вимог:

1. бізнес-вимоги (business requirements), які містять високорівневі цілі організації або замовників системи;

2. вимоги користувачів, які включають бізнес-правила, атрибути якості тощо;

3. формалізовані системні, функціональні вимоги, обмеження і зовнішні інтерфейси.

Для створення діагностичної системи, як і для інших програмних систем, найважливішим документом є документ Концепція («Бачення»). Він створюється на основі вимог двох перших рівнів вимог.

На межі першого і другого рівня знаходиться документ Концепція («Бачення»), який містить вимоги у текстовому вигляді. Це найважливіший документ програмного проекту, який на високому рівні абстракції описує проблему розробки системи діагностики.

Дана робота присвячена інженерії бізнес-вимог до розроблюваних систем діагностики. Інженерії бізнес-вимог враховує не тільки технічні аспекти, але й зосереджується на стратегічних та практичних вимогах, що визначають успіх систем діагностики в контексті бізнес-середовища.

**Метою роботи** є аналіз та формалізація з використанням природної мови бізнес-правил до розробки систем діагностики в залежності від ступеня структуризації проблеми, кількості етапів діагностичних рішень та режиму прийняття діагностичних рішень.

Таблиця 1

**Бізнес-вимоги до систем діагностування залежно від ступеня структуризації проблеми**

Рівень структуризації проблеми	Опис	Приклад
Гарно структуроване рішення	Система характеризується чітко визначеними правилами та процедурами, може легко застосовувати алгоритмічні методи для прийняття рішень. Проблеми легко розкладаються на конкретні кроки, для яких існують стандартні процедури та алгоритми.	1. Автоматизація обробки результатів лабораторних тестів, де є стандартні критерії для інтерпретації результатів. 2. Розпізнавання стандартних паттернів на знімках рентгенів для діагностики та класифікації захворювань. 3. Моніторинг вітальних функцій: вимірювання та аналіз вітальних показників, таких як пульс, артеріальний тиск та температура, застосовуючи стандартні протоколи.
Погано структуроване рішення	Проблеми менш чітко визначені, і для їх розв'язання необхідно враховувати багато нюансів та варіантів. Вимагається експертний аналіз та врахування багатофакторності.	Для розробки ефективного плану реабілітації система повинна враховувати фізичний стан пацієнта, його індивідуальні потреби та динаміку відновлення. Процес погано структурований через велику кількість факторів, які на нього впливають.
Неструктуроване рішення	Проблема повністю не визначена, і вирішення вимагає творчого підходу та експертного розгляду. Часто можливі кілька альтернативних варіантів рішень.	1. Розробка стратегії діагностування для нового вірусу або захворювання, які ще не мають стандартних протоколів ідентифікації. 2. Визначення діагнозу для пацієнтів із специфічними супутніми захворюваннями.

Таблиця 2

## Бізнес-вимоги до систем діагностування залежно від кількості діагностичних етапів

Етапи	Опис	Приклад
1 етап	Діагностичні рішення мають один чітко визначений етап реалізації за стандартною процедурою.	Застосування стандартного алгоритму для визначення типу хвороби.
Мала кількість етапів	Процес діагностики включає кілька чітко визначених етапів, але їх кількість обмежена і може бути легко врахована та керована.	Розробка плану діагностування пацієнта, який включає набір незалежних послідовних етапів діагностики.
Велика кількість етапів	Реалізація діагностичного рішення включає велику кількість етапів, і кожен етап вимагає окремого управління та контролю.	Діагностування хворих з хронічними захворюваннями: створення такої системи може включати аналіз медичних потреб, розробку індивідуалізованих діагностичних планів, впровадження моніторингу стану пацієнтів та системи звітності.
Невідома кількість етапів	Рішення вимагає творчого підходу, і кількість етапів не може бути передбаченою наперед.	1. Розробка та впровадження нового методу діагностування для рідкісного захворювання, де процес реалізації може змінюватися залежно від отриманих результатів. 2. Створення системи медичного діагностування на основі штучного інтелекту, яка використовує алгоритми штучного інтелекту. Цей процес може включати етапи розробки моделей, навчання їх на великій кількості даних, тестування та поетапне впровадження в медичну практику.

Таблиця 3

## Бізнес-вимоги до систем діагностування залежно від режиму прийняття рішень

Режим прийняття рішень	Опис	Приклад
Індивідуалізований режим	Особисте прийняття діагностичних рішень	Вибір методу діагностування хронічного захворювання.
Груповий режим	Колективне прийняття рішень	Ситуація розгляду діагностичного плану для пацієнта зі складними мультисистемними захворюваннями.
Системний режим	Автоматизоване прийняття рішень	Використання машинного навчання та аналіз зображень для розпізнавання патологічних ознак на медичних знімках, таких як знімки рентгенів, КТ або МРТ.

**Виклад основного матеріалу.** Проведемо класифікацію видів рішень для діагностичних систем на прикладі медичної діагностики (табл. 1–3).

На рисунку 1 показана узагальнена схема проектування та використання систем діагностики, яка надає високорівневий огляд ключових етапів їх розробки та експлуатації.

Проектувальник діагностичної системи використовує інтерфейс, який дозволяє створювати та налаштовувати моделі для вирішення конкретних завдань в обраній сфері. Проектувальник може визначати параметри, обирати вхідні дані та конфігурувати параметри аналізу.

Модель системи діагностики є ядром системи та включає в себе методи аналізу та обробки даних. Ця модель відповідає за прийняття рішень, базуючись на налаштованих параметрах та вхідних даних.

Аналізатор моделі відповідає за оцінку її ефективності. Користувачі можуть змінювати параметри моделі, переналаштовувати та адаптувати її до змін в вхідних даних чи вимогах предметної області.

Формулювання бізнес-вимог зручно проводити з використанням природньої мови, зрозумілої для всіх учасників проекту. Для спрощення обробки формулювань, а також забезпечення

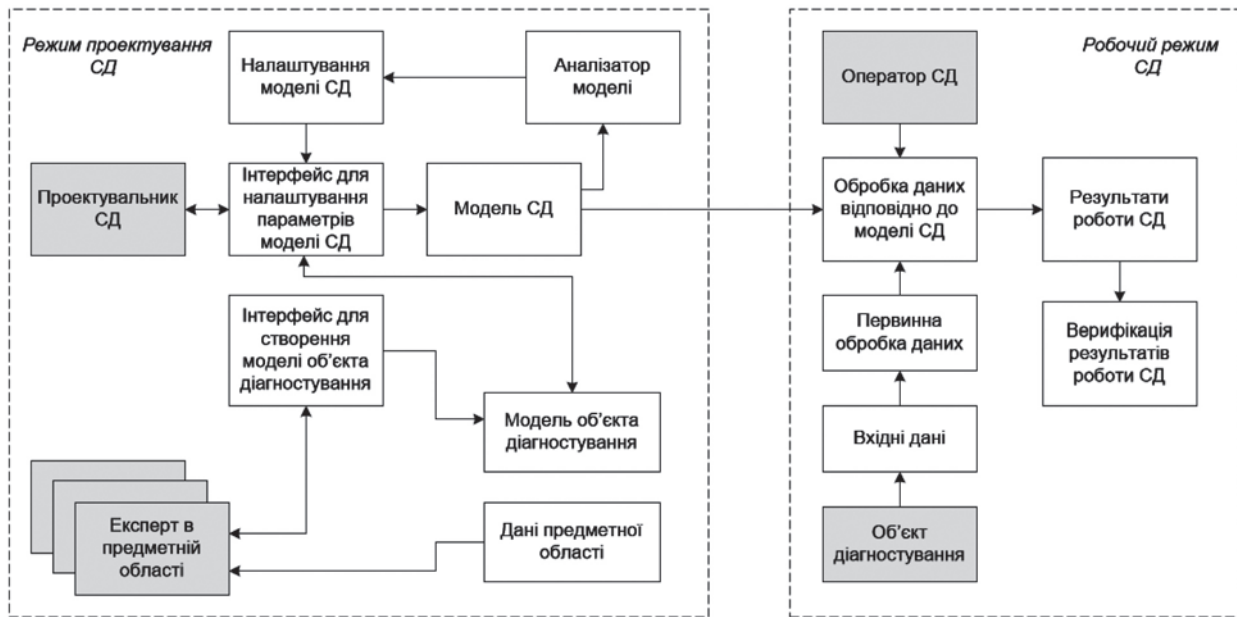


Рис. 1. Узагальнена схема проектування та використання систем діагностики

однозначності та повноти інформації використано шаблон: <Складова підмета> <Складова присудка з формулюванням бізнес-вимоги> <Складова другорядних членів речення з уточненням бізнес-вимоги >.

Визначимо формулювання бізнес-вимог з використанням природної мови за вказаним шаблоном для різних аспектів системи на прикладі медичного діагностування.

Діагностика різних захворювань: <Система> <повинна забезпечувати можливість діагностики різних захворювань> <на основі медичних зображень, лабораторних аналізів та інших клінічних даних>.

Висока точність та надійність діагнозу: <Система> <повинна мати високу точність та надійність діагнозу> <для уникнення помилкових результатів та неправильного лікування пацієнтів>.

Можливість інтеграції з медичними інформаційними системами: <Система (модуль інтеграції)> <повинна бути здатна інтегруватися з існуючими медичними інформаційними системами> <для обміну даними та створення єдиної платформи для медичного персоналу>.

Оптимізація часу проведення діагностики та отримання результатів: <Система (модуль налаштування та оптимізації)> <повинна працювати ефективно та оптимізувати час проведення діагностики та отримання результатів> <шляхом автоматизованого аналізу рентгенів, КТ, МРТ та інших зображень>.

Масштабованість: <Система> <повинна бути масштабованою> <для обробки великої кількості

даних та взаємодії з великою кількістю пацієнтів одночасно>.

Захист конфіденційності та безпеки медичних даних: <Система (модуль безпеки)> <повинна забезпечити високий рівень безпеки та конфіденційності медичних даних> <включаючи шифрування, аутентифікацію та контроль доступу>.

Можливість регулярних оновлень та технічної підтримки: <Система (модуль оновлень)> <повинна мати можливість регулярних оновлень та технічної підтримки> <для вдосконалення функціоналу та врахування нових наукових досліджень та медичних стандартів>.

Легка інтеграція нових технологій: <Система (модуль інтеграції або оновлень)> <повинна бути здатна легко інтегрувати нові технології> <зокрема розумні сенсори, штучний інтелект, та інші інновації в галузі медичної діагностики>.

**Висновки.** У роботі розглянуто проблеми інжинірингу бізнес-вимог, які потенційно присутні при розробці складних діагностичних систем. Показано місце вимог до розробки програмного забезпечення у документі SWEBOOK (Software Engineering Body of Knowledge). Проведено аналіз бізнес-вимог до розробки систем діагностики в залежності від ступеня структуризації проблеми, кількості етапів діагностичних рішень та режиму прийняття діагностичних рішень. Створено узагальнену схему проектування та використання систем діагностики. Запропонована формалізація бізнес-правил з використанням природної мови.

**Список літератури:**

1. Komleva N. O., Cherneha K. S., Tymchenko B. I., Komlevoy O. M. Intellectual Approach Application for Pulmonary Diagnosis. *IEEE First International Conference «Data Stream Mining & Processing»*. Lviv. August 23–27, 2016. P. 48–52. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7583505/> DOI: 10.1109/DSMP.2016.7583505
2. Schütze D., Holtz S., Neff M., Köhler S.M., Schaaf J., Frischen L.S., Sedlmayr B., Müller B.S. Requirements analysis for an AI-based clinical decision support system for general practitioners: a user-centered design process. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. Vol. 23, Is. 1, article No. 144. 2023. Pp. 1–10.
3. Liang R., Ran W., Chen Y., Zhu R. Fault Diagnosis Method for Rotating Machinery Based on Multi-scale Features. *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*. Vol. 36, Is. 1. 2023. Pp. 1–13.
4. Wang S., Shi Q., Qi K., Ma G., Wang D. A novel priority selection system for nuclear power plant. *10th International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Control, and Human-Machine Interface Technologies, NPIC and HMIT*. 2017. Vol. 2, pp. 1387–1396.
5. Крісілов В.А., Комлева Н.О., Бурдейний Є.І Програмна система аналізу якості джерел медичної статистичної інформації. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. Київ, 2019. Том 30 (69) № 5. Ч. 1. С. 109–115. [http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/5\\_2019/part\\_1/19.pdf](http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/5_2019/part_1/19.pdf)
6. Komleva N. , Liubchenko V., Zinovatna S. Evaluation of the Quality of Survey Data and its Visualization Using Dashboards. 15th International Scientific and Technical Conference «Computer Science and Information Technologies» Lviv Polytechnic National University. Lviv, Ukraine, September 23-26, 2020. Vol. 2. Lviv, 2020. – P. 234–237. DOI: 10.1109/CSIT49958.2020.9321970.
7. Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). URL: <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering>

**Komleva N.O. ENGINEERING OF BUSINESS REQUIREMENTS  
IN THE DEVELOPMENT OF COMPLEX DIAGNOSTIC SYSTEMS**

*The paper examines in detail a number of important aspects of business requirements engineering in the context of developing complex diagnostic systems, identifying potential problems and challenges that may arise at various stages of the process. The interaction of business requirements engineering with the general software engineering knowledge base as reflected in the SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge) is discussed, emphasizing the importance of understanding this aspect in the context of diagnostic systems.*

*It is shown that three levels of requirements are most often distinguished: business requirements such as high-level goals of the organization or system customers, user requirements and formalized system, functional requirements, restrictions and external interfaces. The work focuses on business requirements.*

*In the analysis of business requirements for the development of diagnostic systems, various aspects are considered in detail, such as the degree of structuring of the problem, the number of stages of diagnostic decisions, and the mode of making diagnostic decisions. It is revealed how these aspects can affect the process of determining business requirements and the results of the development of diagnostic systems.*

*Special attention is paid to the creation of a generalized scheme for the design and use of diagnostic systems, which contributes to a better understanding and management of various aspects of the development process. The design scheme of diagnostic systems includes the following components: a model of the diagnostic object, which is built by experts using the appropriate interface, a model of the diagnostic system with an interface for setting up this model, and an analyzer of the model of diagnostic systems. The scheme, which demonstrates the working mode of the diagnostic system, contains the object of diagnosis, components for the initial processing of the data of the object and for processing the data according to the model of the diagnostic system. The operator manages the work process, receives the results of the diagnostic system and performs their verification. This scheme takes into account not only technical aspects, but also business needs, which is an important element of the successful implementation of diagnostic systems.*

*In the context of the formalization of business rules, natural language is used, which makes it possible to more effectively and clearly express requirements and rules. The proposed formalization defines a clear framework for the interaction of business requirements with the technical aspects of the development of diagnostic systems, ensuring their compliance and interaction at each stage of the process.*

**Key words:** software engineering, requirements, diagnostic system, diagnostic object, formalization of business rules, natural language.