

INFORMATION TECHNOLOGY FOR MODELING AND MANAGING THE IT-PROJECT ECOSYSTEM

V. Skryhun, O. Sedykh, S. Hrybkov

National University of Food Technologies

Key words:

Information technology

IT-project

IT-project ecosystem

Article history:

Received 03.07.2024

Received in revised form
19.07.2024

Accepted 13.08.2024

Corresponding author:

S. Hrybkov

E-mail:

sergio_nuft@i.ua

Citation: Скригун В. О.,
Сєдих О. Л., Грїбков С. В.
(2024). Інформаційна тех-
нологія для моделювання
та управління екосисте-
мою ІТ проєкта. *Наукові
праці НУХТ*, 30(4), 31—39.
DOI: 10.24263/2225-2924-
2024-30-4-4

ABSTRACT

The aim of the research was to create a new information technology for modeling and managing an IT project ecosystem for food industry enterprises, which will ensure the speed and flexibility of the information system development, its easy integration, and maintenance. Such technology will unite developers and customers into a single symbiosis through metadata that will describe not only the essence and functions of the system but also its final users. The proposed information technology combines elements of modeling, management development control, and maintenance of information systems for the food industry. The modeling of system elements was aimed not only at creating the information system itself but also at modeling the relationships between customers and performers, allowing for planning the execution process, controlling the development process, adhering to deadlines, identifying and documenting the detected drawbacks, and their subsequent elimination. This approach is especially useful for project managers, as it allows to get comprehensive information about each development stage and make more reasonable decisions. In addition, the involvement of customers at the early stages of the modeling process enables documenting all their requirements, which allows creating a more accurate and appropriate final product, while the involvement of final users at the stages of development and testing makes it possible to obtain valuable feedback and adjust the project according to the real needs and expectations of users. This modeling approach ensures a higher level of compliance of the final product with the needs of customers and users, as well as increases the project management efficiency due to the detailed processing of each stage of development. The development and use of such technology will reduce the time needed for creating an IT-product and take into account the peculiarities of the implementation and integration of the project as a whole. The implementation of the proposed technology guarantees an improvement in the quality of the creation and implementation of systems for food industry enterprises since it will take into account the specifics and integration of information systems with automated systems for managing food production technological processes.

DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-4-4

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОСИСТЕМОЮ ІТ-ПРОЄКТА

В. О. Скригун, О. Л. Сєдих, С. В. Грибков

Національний університет харчових технологій

Метою дослідження є створення нової інформаційної технології для моделювання та управління екосистемою ІТ-проєкта для підприємств харчової галузі, що забезпечить швидкість і гнучкість розробки інформаційної системи, легку інтеграцію та супровід. Така технологія поєднає розробників і замовників у єдиний симбіоз за рахунок метаданих, що описують не тільки сутності та функції системи, а також кінцевих користувачів. Запропонована інформаційна технологія поєднає елементи моделювання, контроль розвитку управління та супровід інформаційних систем для харчової галузі. Моделювання елементів системи направлено не тільки на створення самої інформаційної системи, а також на моделювання взаємозв'язків між замовниками та виконавцями, що дасть змогу планувати процес виконання, контролювати процес розробки, дотримуватися термінів виконання, виявляти та документувати виявлені недоліки, а в подальшому їх усувати. Такий підхід особливо корисний для менеджерів проєктів, оскільки дає змогу отримувати вичерпну інформацію про кожен етап розробки і приймати більш обґрунтовані рішення. Крім того, залучення замовників на ранніх етапах процесу моделювання надає можливість документувати всі їхні вимоги, що забезпечує створення більш точного та відповідного кінцевого продукту, а залучення кінцевих користувачів на етапах розробки і тестування дає змогу отримувати цінні відгуки та коригувати проєкт відповідно до реальних потреб і очікувань користувачів. Такий підхід до моделювання забезпечує більш високий рівень відповідності кінцевого продукту потребам замовників і користувачів, а також підвищує ефективність управління проєктами за рахунок детального опрацювання кожного етапу розробки. Розвиток та використання такої технології забезпечить скорочення часу на створення ІТ-продукту та врахує особливості впровадження та інтеграції проєкту в цілому. Впровадження запропонованої технології гарантує підвищення якості створення та впровадження систем для підприємств харчової галузі, адже буде враховувати специфіку та інтеграцію інформаційних систем з автоматизованими системами управління технологічними процесами харчових виробництв.

Ключові слова: інформаційна технологія, ІТ-проєкт, екосистема ІТ-проєкта.

Постановка проблеми. Інформаційні системи відіграють ключову роль у функціонуванні підприємств харчової галузі, забезпечуючи інтегроване управління виробничими процесами, контролем якості продукції, логістичними операціями та ефективним використанням ресурсів. Їхнє впровадження сприяє автоматизації виробництва, що підвищує точність виконання операцій і знижує ризик помилок, пов'язаних із людським фактором.

Створення та супроводження інформаційних систем для підприємств харчової галузі вимагає не лише значних технічних ресурсів, але й ефективного управління

проектами, глибокого розуміння галузевих специфік і постійного вдосконалення систем відповідно до нових викликів і можливостей.

З розвитком інформаційних технологій стає все важче поєднувати різні інформаційні системи на різних рівнях управління, в тому числі із системами управління технологічними процесами харчових виробництв, адже їх створення відбувається з використанням різних технологій, які принципово відрізняються (Hrybkov, Litvinov, & Oliinyk, 2018; Hrybkov, Kharkianen, Ovcharuk, & Ovcharuk 2020). Процес розробки інформаційних систем для підприємств харчової галузі може тривати довго, адже потребує врахування існуючих програмно-технічних комплексів управління як усього підприємства, а також автоматизованих комплексів управління технологічними вузлами. Враховуючи особливості створення інформаційних систем для харчової галузі, виникає потреба у створенні інформаційної технології для моделювання й управління екосистемою ІТ-проектів, що забезпечить підвищення якості моделювання, створення та впровадження інформаційних систем на підприємствах харчової галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток інформаційних технологій переживає бурхливий період, що стало збудником появи екосистем інженерії програмного забезпечення, яке поєднує програмні продукти, платформи, розробників, користувачів і бізнес-організації (Dittrich, 2014).

У (Tetlow, Fishman, Homan, & Rahul, 2023) пропонується використання екологічного підходу до дослідження процесу розробки програмного забезпечення. Основні положення екології програмного забезпечення вчений розглядає як частини інженерії програмного забезпечення і наводить такі напрямки досліджень програмного забезпечення: «зелене» програмне забезпечення, сталий розвиток, цифрові екосистеми.

У праці (Сидоров, Сидоров, & Сидоров, 2020) проаналізовано принципи функціонування програмного забезпечення як екосистеми та вперше пропонується концепція екосистеми артефакту програмного забезпечення. В рамках концепції описана узагальнена модель екосистеми артефакту програмного забезпечення, яка відноситься до типу Cornerstone і складається з трьох складових: платформа, програмне забезпечення та артефакт. Вказані ролі складових в екосистемі, описані зв'язки між ними. Застосування концепції представлено на прикладі екосистеми стилю програмування.

У (Seichter, Dhungana, Pleuss, & Hauptmann, 2010) зазначено, що в сучасних екосистемах програмного забезпечення основна увага приділяється учасникам верхнього рівня, тобто організаціям і командам, які займаються створенням, впровадженням і підтримкою програмних продуктів. Однак існує і нижній рівень — артефакти, роль яких у процесах життєвого циклу програмного забезпечення є надзвичайно важливою.

У праці (Sadi, & Yu, 2015) наводиться низка вимог для опису й аналізу екосистем програмного забезпечення, які використовуються для моделювання екосистем артефактів програмного забезпечення. У (Zhifang, Xiaofei, Zhang, & Xiaoping, 2020; Alencar, Coutinho, Moreira, & Bezerra, 2020; Pinheiro, Coutinho, Santos, & Bezerra, 2022) розглядаються аспекти побудови екосистем програмного забезпечення та їх можливі адаптації, але не розглядається можливості управління ІТ-проектами в цілому.

У (Coutinho, Viana & Santos 2017) запропоновано спосіб стандартизації моделювання екосистеми програмного забезпечення за допомогою стратегії мережі постачання програмного забезпечення (SSN). SSN являє собою серію пов'язаних організацій програмного забезпечення, обладнання та послуг, які співпрацюють, щоб задовольнити потреби ринку. Також у цих працях розглянуто взаємодію між різними екосистемами зі створення програмного забезпечення, запропоновано підходи опису взаємозв'язків між існуючими екосистемами, що важливо для того, щоб успішно інтегрувати нову екосистему, чітко бачити її зв'язки з уже наявними екосистемами.

Але у названих вище працях проводиться аналіз опису процесу моделювання та створення програмного забезпечення як частини ІТ-проєкта. Необхідно відзначити, що в жодній праці не розглядаються аспекти складності інтегрування створюваного програмного забезпечення в існуючі автоматизовані системи управління технологічними процесами, а також не відображено складність взаємодії команди розробників із замовниками та користувачами.

Мета дослідження: провести аналіз існуючих підходів до створення ІТ-проєктів, а також запропонувати інформаційну технологію для моделювання та управління екосистемою ІТ-проєкта для підприємств харчової галузі, що забезпечить швидкість і гнучкість розробки інформаційної системи, легку інтеграцію та супровід.

Матеріали і методи. На основі проведеного аналізу літератури було виділено доцільність розробки технології зі створення та проєктування екосистем програмного забезпечення, що дають змогу використати підходи, описані в цих працях, взяти їх за основу при створенні інформаційної технології для моделювання й управління екосистем ІТ-проєктів для підприємств харчової галузі. В основі запропонованої технології пропонується поєднання об'єктно-орієнтованого підходу з функціональним моделюванням, що надасть можливість створювати гнучкі та масштабовані системи. Об'єктно-орієнтоване моделювання забезпечить структурування програмного забезпечення у вигляді об'єктів, які інкапсують дані та поведінку, що сприятиме реалістичному відображенню предметної області та буде полегшувати повторне використання коду. Об'єктно-орієнтоване моделювання відображає предметну область через об'єкти, які є абстракцією реальних або концептуальних сутностей. Кожен об'єкт містить дані (атрибути) і методи (функції), що визначають його поведінку. Моделі, побудовані на об'єктах, легко представляються у вигляді діаграм класів, де показані зв'язки між об'єктами, їхні властивості та поведінка. До того ж діаграми послідовності і діаграми станів дають змогу візуалізувати динамічні аспекти системи, такі як взаємодія між об'єктами або зміна їх станів у відповідь на події. Необхідно відмити, що це забезпечить детальний опис і вивчення існуючих на підприємстві структур апаратно-програмних комплексів, що надасть можливість легко інтегрувати створювану систему. За рахунок того, що функціональне моделювання зосереджується на чистих функціях, які приймають вхідні дані і повертають результати без зміни глобального стану системи або створення побічних ефектів, забезпечується створення систем, що є передбачувані та надійні, в яких поведінка функцій залишається стабільною незалежно від зовнішнього контексту. Опис і візуалізація відбувається через потоки даних і функціональні діаграми, які показують, як дані

перетікають через систему, обробляючись різними функціями. Це особливо корисно для складних обчислювальних процесів або систем, де важливо розуміти трансформацію даних на різних етапах їх обробки. Такі візуалізації полегшують виявлення потенційних точок оптимізації або місць, де можуть виникати помилки, що робить систему більш надійною і простішою для підтримки. Функціональний підхід підкреслює важливість чистих функцій й уникнення побічних ефектів, що сприяє підвищенню передбачуваності та надійності системи, а також забезпечує визначення всіх бізнес-процесів та їх виконавців на рівні проектування.

Завдяки інтеграції цих підходів, моделі можуть, з одного боку, відображати реальні об'єкти та їхні взаємодії, а з іншого — зберігати функціональну чистоту та забезпечувати модульність і легкість тестування. Така комбінація дає змогу розробникам скористатися перевагами обох методологій, досягаючи більшої ефективності у вирішенні складних завдань і покращуючи адаптивність системи до змін.

Крім поєднання цих підходів моделювання в технологію також поєднують підходи управління ІТ-проектами, зокрема підхід гнучкої розробки Agile. Такий підхід забезпечує швидке та ефективне реагування на зміни, максимізацію цінності для клієнта та забезпечення високої якості продукту шляхом ітеративної розробки. Agile поєднує методології, які поділяють спільні принципи і цінності (Hall, 2017; Ambler, 2003).

Таке поєднання забезпечить прозорість і гнучкість створення проєкту та його подальшу інтеграцію, обговорення в процесі створення та документування, забезпечить взаємодію розробників і замовників.

Для реалізації запропонованої технології пропонується створення веб-орієнтованого додатку на основі клієнт-серверної архітектури з можливістю моделювання та візуалізації моделей, документування та ведення повного контролю розвитку ІТ-проекту з відслідковуванням впровадження та інтеграції кінцевої системи.

Викладення основних результатів дослідження. Запропонована інформаційна технологія поєднує всі складові реального світу, що охоплює всі етапи ІТ-проекту, адже вона відразу включає в роботу замовників і виконавців, а також продовжує його супровід після повної передачі на експлуатацію. Така технологія пропонується для використання в продуктових ІТ-компаніях або великих компаніях з цілими відділами ІТ-сектору, що, у свою чергу, стає цікавим для підприємств харчової галузі. Використання для підприємств харчової галузі обумовлено тим, що під одним брендом можуть поєднуватися різні підприємства харчової галузі з різними видами продукції. Суттєва відмінність від існуючих підходів — це поєднання в єдине ціле не тільки етапів створення й управління ІТ-проектом, а створення на єдиній платформі можливості довготривалої підтримки проєкта, адже більшість сучасних програмних засобів, що використовуються для управління ІТ-проекта, як правило, життєздатні під час роботи над проєктом, а потім задачі архівуються. Веб-орієнтована платформа для моделювання та управління екосистемою ІТ-проекта для підприємств харчової галузі забезпечить доступ 24/7 не тільки для усієї команди розробників, а також усім користувачам і замовникам.

Загальна логічно-функціональна структура інформаційної технології представлена на рис. 1.



Рис. 1. Логічно-функціональна структура інформаційної технології

В основі запропонованої інформаційної технології для створення та проєктування інформаційної технології для моделювання й управління екосистем ІТ-проєктів для підприємств харчової галузі пропонується спочатку змодельовати структуру ІТ-проєкта, призначити відповідальних осіб та описати в загальних рисах сам проєкт. На цьому етапі обов'язковим є опис усіх інформаційних систем на підприємстві, концепцій їх структур, перелік їх функцій, а також опис структур баз і сховищ даних. Для моделювання процесів і структур пропонується використання об'єктно-орієнтованого та функціонального моделювання. В технології пропонується поєднати підходи моделювання, що дасть розробникам можливість використовувати переваги обох методологій, підвищуючи ефективність у вирішенні складних завдань і покращуючи здатність системи адаптуватися до змін. Завдяки тому, що функціональне моделювання зосереджується на чистих функціях, які приймають входні дані та повертають результати, створюються системи, що є передбачуваними та надійними. Поведінка функцій залишається стабільною незалежно від зовнішніх факторів. Опис і візуалізація систем здійснюються через потоки даних і функціональні діаграми, які демонструють перетворення даних через систему за рахунок обробки їх різними функціями.

Об'єктно-орієнтоване моделювання сприяє ефективній організації програмного забезпечення, структуруючи його у вигляді об'єктів, які інкапсулюють як дані, так і поведінкові аспекти системи. Це дає змогу досягти більш реалістичного відображення предметної області, оскільки об'єкти відображають сутності реального

світу або концептуальні елементи, які взаємодіють між собою. Кожен об'єкт у такій моделі включає атрибути, що зберігають стан даних, та методи, які визначають його поведінку і можливі дії. Завдяки такій структурі об'єктно-орієнтоване моделювання забезпечує не лише більш точне відображення реальних процесів, але й значно полегшує повторне використання коду. Оскільки об'єкти є незалежними і модульними, їх можна використовувати в різних частинах системи або навіть в інших проєктах без необхідності значних змін. Це підвищує ефективність розробки, дозволяючи скоротити час і витрати на створення нового функціоналу. Крім того, моделі, побудовані на основі об'єктів, легко візуалізуються у вигляді діаграм класів. Діаграми класів є наочним інструментом для представлення зв'язків між об'єктами, їх властивостей і поведінки, що сприяє кращому розумінню структури і динаміки системи. Це також полегшує спілкування між членами команди розробників і замовниками, дозволяючи ефективніше документувати і пояснювати рішення, прийняті в процесі розробки. Таким чином, об'єктно-орієнтоване моделювання не лише забезпечує високий рівень організації і реалістичності програмного забезпечення, але й сприяє підвищенню гнучкості та ефективності розробки завдяки модульності, повторному використанню коду і наочній візуалізації структури системи.

Моделі в процесі моделювання не тільки дадуть змогу вивчити предметну область, а також здійснити подальший реінжиніринг і швидке проєктування нових ІТ-проєктів. Враховуючи складність автоматизованих систем управління технологічними процесами, які у своїх програмно-апаратних частинах використовують бази та сховища даних, банк моделей дасть змогу з легкістю створювати засоби інтеграції створюваних ІТ-проєктів з існуючими комплексами. Усі створені моделі зберігаються в банку моделей, що надає можливість їх використовувати в рамках певної екосистеми для розробки та удосконалення елементів системи.

Загалом усі метадані та документи зберігають в одному місці, що дає змогу скоротити час на пошук та аналіз інформації. Необхідно відмітити, що метадані, банк моделей і документація оновлюються з кожним етапом з повною фіксацією даних розвитку, що надає можливість оцінити розвиток проєкта від самого початку роботи над проєктом до поточної дати. Крім елементів самого ІТ-проєкта, також фіксується інформація про всіх, хто брав участь у розробці кожного етапу проєкту та здійснював експлуатацію відповідного модуля.

Для реалізації кожного етапу пропонується використання підходів гнучкої розробки Agile для забезпечення швидкого й ефективного реагування на зміни, підвищення цінності для клієнта та забезпечення високої якості продукту шляхом ітеративної розробки.

Висновки

У статті запропоновано створення нової інформаційної технології для моделювання та управління екосистемою ІТ-проєкта для підприємств харчової галузі, що забезпечить швидкість і гнучкість розробки інформаційної системи, легку інтеграцію та супровід. Така технологія поєднає розробників і замовників в єдиний симбіоз за рахунок метаданих, що опишуть не тільки сутності та функції системи, а також кінцевих користувачів і замовників. Запропонована інформаційна технологія поєднає елементи моделювання, контроль розвитку управління та супровід

інформаційних систем для харчової галузі. Моделювання елементів системи направлено не тільки на створення самої інформаційної системи, а також на моделювання взаємозв'язків між замовниками та виконавцями, що дає змогу планувати процес виконання, контролювати процес розробки, дотримуватися термінів виконання, виявляти та документувати виявленні недоліки, а в подальшому їх усувати. На відміну від існуючих технологій моделювання, вона поєднує в собі елементи функціонального та об'єктно-орієнтованого моделювань, але представляє собою не окремі діаграми чи опис предметної області, а використовує концепцію декомпозиції складових з детальною проробкою для менеджерів проєкту, із залученням замовників для документування всіх їх потреб, а також відгуків кінцевих користувачів. На відміну від традиційних технологій моделювання, нова методологія об'єднує в собі елементи функціонального та об'єктно-орієнтованого підходів, пропонуючи більш інтегрований і гнучкий підхід до розробки систем. Замість створення окремих діаграм або описів предметної області ця методологія використовує концепцію декомпозиції складових системи, що дає змогу більш детально опрацьовувати кожен компонент з урахуванням всіх аспектів проєкту. Замість того, щоб обмежуватися загальним описом системи або її окремими частинами, розробники мають можливість вивчати й опрацьовувати всі аспекти проєкту на глибшому рівні, забезпечуючи точність і відповідність кожного етапу вимогам проєкту. Такий підхід особливо корисний для менеджерів проєктів, оскільки він дає змогу їм отримувати вичерпну інформацію про кожен етап розробки і приймати більш обґрунтовані рішення. Крім того, залучення замовників на ранніх етапах процесу моделювання надає можливість документувати всі їхні вимоги та очікування, що забезпечує створення більш точного і відповідного кінцевого продукту. Важливим аспектом цієї методології є також активне залучення кінцевих користувачів на етапах розробки і тестування, що дає змогу отримувати цінні відгуки та коригувати проєкт відповідно до реальних потреб і очікувань користувачів. Такий підхід до моделювання забезпечує більш високий рівень відповідності кінцевого продукту потребам замовників і користувачів, а також підвищує ефективність управління проєктами за рахунок детального опрацювання кожного етапу розробки. Розвиток і використання такої технології дасть змогу скоротити час на створення ІТ продукту та врахувати особливості впровадження та інтеграції проєкту в цілому. Впровадження запропонованої технології забезпечить підвищення якості створення та впровадження систем для підприємств харчової галузі, адже буде враховувати специфіку та інтеграцію інформаційних систем з автоматизованими системами управління технологічними процесами харчових виробництв.

Література

Agile-маніфест розробки програмного забезпечення. Взято з: <http://agilemanifesto.org/iso/uk/manifesto.html>.

Сидоров, Н. А., Сидоров, Н. Н., Сидоров, Е. Н. (2020). Дескриптивна модель екосистеми стилю програмування. *Проблеми програмування*, 2—3, 74—81.

Ambler, S. (2003). *Agile Database Techniques: Effective Strategies for the Agile Software Developer*, Wiley.

Coutinho, E., Viana, D. and Pereira Dos Santos, R. (2017). *An Exploratory Study on the Need for Modeling Software Ecosystems: The Case of SOLAR SECO*. 2017 IEEE/ACM 9th International

Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE), Buenos Aires, 2017, 47—53. doi: 10.1109/MiSE.2017.3.

Dittrich, Y. (2014). Software engineering beyond the project — Sustaining software ecosystems. *Information and Software Technology*, 56(11), 1436—1456.

Francisco Victor da S. Pinheiro, Emanuel Ferreira Coutinho, Italo Santos, Carla, I. M. Bezerra (2022). A Tool for Supporting the Teaching and Modeling of Software Ecosystems Using SSN Notation. *Journal on Interactive Systems*, 2022, 13:1, doi: 10.5753/jis.2022.2602.

Hall, M. G. (2017). Adaptive Code: Agile coding with design patterns and SOLID principles (Developer Best Practices), McLean Gary Hall.

Hrybkov, S. V., Kharkianen, O. V., Ovcharuk, V. O., & Ovcharuk, I. (2020). Development of information technology for planning order fulfillment at a food enterprise. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 3(103), 62—73. doi: 10.15587/1729-4061.2020.195455.

Hrybkov, S. V., Litvinov, V. V., & Oliinyk, H. V. (2018). Web-oriented decision support system for planning agreements execution. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 2(93), 13—24. doi: 10.15587/1729-4061.2018.132604.

Igor R., Alencar, Emanuel F., Coutinho, Leonardo O., Moreira, and Carla I. M., Bezerra. (2020). *A Tool for Software Ecosystem Models: An Analysis on their Implications in Education*. In Proceedings of the XXXIV Brazilian Symposium on 83 Software Engineering (Natal, Brazil) (SBES 2020). ACM, New York, USA, 10.

Kleppmann, M. (2017). Designing Data-Intensive Applications, O'Reilly Media, Inc.

Sadi, M., Yu, E. (2015). Designing Software Ecosystems: How Can Modeling Techniques Help, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Seichter, D., Dhungana, D., Pleuss, A., Hauptmann, B. (2010). Knowledge Management in Software Ecosystems: Software Artefacts as First-class Citizens, *ECSCA, Copenhagen, Denmark*, 119—126.

Tetlow, P., Fishman, N., Homan, P., Rahul. (2023). *Ecosystems Architecture*. Взято з https://pubs.opengroup.org/opengrouppress/ecosystems-architecture/multipage/_book.html.html.

Zhifang, Liao, Xiaofei, Qi, Yan, Zhang, Xiaoping, Fan, (2020). *How to Evaluate the Productivity of Software Ecosystem: A Case Study in GitHub*. Scientific Programming, Hindawi. August 12, 1—13.