



Я. В. Ковівчак, В. І. Дубук, А. О. Косік

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ПРОЄКТІВ

Розроблено автоматизовану систему оцінювання проєктів, яка забезпечить планування, контроль та аналіз якості виконання робіт працівниками підприємств. Розроблена система передбачає збір та аналіз необхідної інформації для менеджерів проєктів, що покращить планування проведення робіт та здійснення контролю за термінами та якістю виконання робіт підприємства. Застосування на практиці запропонованої системи підвищить оперативність проведення робіт, якість їх виконання та допоможе покращити роботу підприємства. Проведено огляд систем-аналогів, які призначені для полегшення виконання завдань збирання, аналізу та опрацювання різної статистичної інформації. Розглянуто їх особливості, переваги та недоліки. Здійснено системний аналіз і побудову дерева цілей для задачі розроблення системи оцінювання проєктів. Розроблено концептуальну модель системи, яка дає змогу визначити основне коло користувачів – зовнішніх сутностей, що будуть співпрацювати з системою. Побудовано діаграму використання для вибраних зовнішніх сутностей, на якій наведено набір базових функцій системи та послідовність доступу до них основних користувачів системи. Для розкриття особливостей динаміки роботи системи та її компонентів розроблено діаграму послідовностей. На цій діаграмі зображено, як послідовно у часі здійснюється взаємодія між компонентами системи під час виконання запитів користувачів. Розроблено діаграму класів, на якій визначено основні класи системи, їх атрибути, методи та взаємозв'язки між класами. Розроблено структурну схему системи. Проаналізовано технології, що використані для розроблення засобу. Розроблено базу даних системи. Виконано реалізацію основних компонентів системи. Розроблено інтерфейс системи. Здійснено тестування як окремих компонентів системи, так і системи загалом. Запропонована система може знайти своє ефективне використання на різних підприємствах, зокрема в IT-секторі, для відбору, опрацювання та аналізу даних про результати роботи найманих працівників.

Ключові слова: збір і аналіз даних; система опрацювання даних; оцінка проєктів; оптимізація роботи; проектування.

Вступ / Introduction

На сучасних підприємствах велику увагу приділяють роботі з персоналом. Для розв'язання задач автоматизації функцій управління на підприємствах, в різних установах і організаціях дедалі більше використовують автоматизовані системи управління внутрішніми процесами. Для ефективної роботи більшості IT-компаній потрібно здійснювати облік витраченого часу, людських ресурсів, досягнутої якості та обсягу виконаних робіт різними виконавцями. Особливо це стає актуальним, коли працівники підприємства переводяться на дистанційний режим роботи. У такому разі виникають додаткові складності з обліком робочого часу працівників і виконаних ними завдань. Одним із способів вирішення цієї проблеми є автоматизація процесів збирання, зберігання, аналізу та опрацювання актуальної для підприємства інформації.

Здійснивши аналіз сучасного IT-ринку, можна прийти до висновку, що більшість IT-компаній вже використовують у своїй діяльності автоматизовані системи збирання та аналізу необхідної інформації і здійснюють

управління компанією на основі цієї інформації. Для таких систем важливим є об'єктивний збір даних, ефективне їх опрацювання та аналіз. На підприємствах і в організаціях це дає змогу спланувати розклад виконання робіт і оптимально розподілити завдання між виконавцями. При цьому менеджери проєктів отримують всю необхідну інформацію про заплановані та виконані роботи. На основі цієї інформації можна робити висновки про ефективність виконання робіт окремими працівниками, узгодженість проведення робіт та якість управління проєктами загалом.

Актуальність вирішення проблеми. З огляду на це, особливої актуальності набуває проблема розроблення автоматизованих систем для збирання статистичних даних, їх аналізу та оцінювання роботи працівників над різними завданнями.

Постановка завдання дослідження. Потрібно розробити автоматизовану систему оцінювання проєктів, яка дасть змогу відбирати та опрацьовувати й аналізувати статистичну інформацію про роботу працівників під час проектування.

Об'єкт дослідження – розроблення системи збирання

Інформація про авторів:

Ковівчак Ярослав Васильович, канд. техн. наук, доцент, кафедра автоматизованих систем управління.

Email: yaroslav.v.kovivchak@lpnu.ua; <https://orcid.org/0000-0003-3562-4924>

Дубук Василь Іванович, канд. техн. наук, доцент, кафедра автоматизованих систем управління.

Email: vasyl.i.dubuk@lpnu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-6339-1032>

Косік Анастасія Олегівна, студент, кафедра автоматизованих систем управління. Email: nkosik166@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Ковівчак Я. В., Дубук В. І., Косік А. О. Розроблення автоматизованої системи оцінювання проєктів. Науковий вісник НЛТУ України. 2023, т. 33, № 1. С. 95–104.

Citation APA: Kovivchak, Ya. V., Dubuk, V. I., & Kosik, A. O. (2023). Development of automated system for evaluation of projects. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(1), 95–104. <https://doi.org/10.36930/40330113>

ня та аналізу статистичних даних про роботу працівників підприємства.

Предмет дослідження – методи та засоби розроблення автоматизованої системи для оцінювання роботи працівників підприємства над виконанням різних виробничих завдань, що дасть змогу вирішувати проблеми як наявних, так і завершених проєктів.

Мета роботи – розробити автоматизовану систему для оцінювання роботи працівників підприємства над виконанням різних виробничих завдань, що дасть змогу вирішити проблеми, пов'язані як з окремими наявними проєктами, так і здійснювати збір, опрацювання та аналіз даних щодо завершених проєктів.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- здійснити огляд наявних систем, за допомогою яких збирають та обробляють статистичні дані;
- розробити та спроектувати структуру системи та її компонентів;
- здійснити практичну реалізацію автоматизованої системи для оцінювання проєктів;
- провести тестування окремих компонентів та системи загалом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Оскільки основною метою розроблюваної автоматизованої інформаційної системи є збір та аналіз даних, їх використання для оптимізації роботи підприємства та оцінювання роботи працівників-виконавців проєктів дизайну приміщень, розглянемо наукові джерела, які висвітлюють відповідну наукову тематику.

Питання збирання та аналізу даних порушено у працях [1, 9, 24, 36]. Відомі сучасні розробки систем опрацювання даних наведено у роботах [2, 13, 14, 19]. Застосування методів аналізу даних для розв'язання практичних задач оцінювання якості проєктів викладено у [28].

Оцінювання проєктів висвітлено у наукових публікаціях [5, 15, 22]. Питанням досліджень оптимізації роботи підприємств присвячено наукові праці [11, 16]. Підходи до оптимізації бізнес-процесів підприємств розкрито у роботах [21, 23], а ті, що ґрунтуються на використанні штучного інтелекту для оптимізації роботи підприємств, описано у роботі [4].

За результатами аналізу літературних джерел можна зробити висновки, що проблема розроблення автоматизованих систем для збирання статистичних даних, їх аналізу для оцінювання роботи працівників підприємств над різними завданнями під час розроблення проєктів з науково-практичного погляду є актуальною та потребує свого вирішення.

Матеріали та методи дослідження. Для того, щоб оптимально розробити систему, потрібно провести системний аналіз проблеми побудови системи. Одним із основних елементів системного аналізу будь-якої розробки є побудова дерева цілей [10]. Дерево цілей є впорядкованою ієрархією цілей. Вершиною дерева цілей є генеральна ціль – розробити автоматизовану систему для відбору та оцінювання даних про роботу над проєктами. Дерево цілей для проблеми розроблення системи зображено на рис. 1.

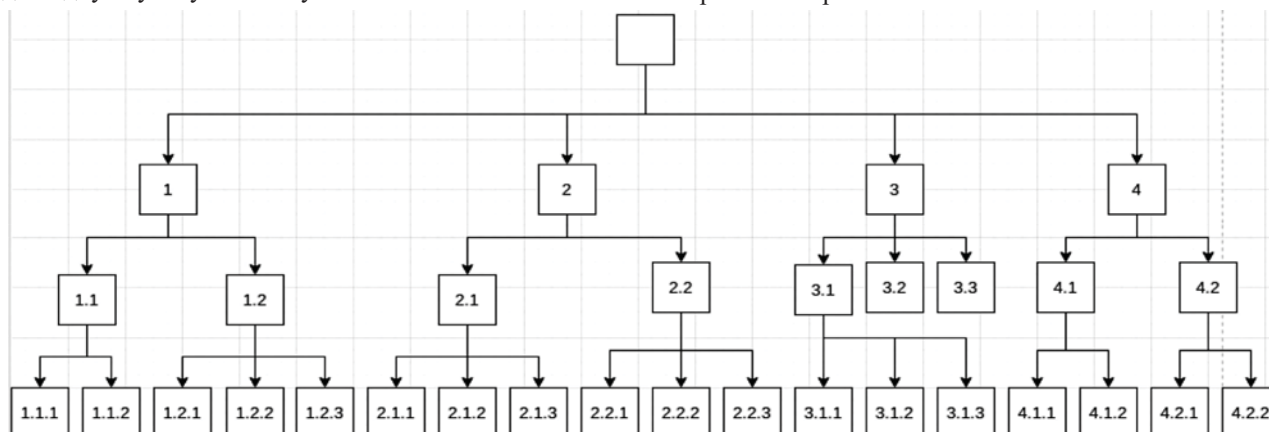


Рис. 1. Дерево цілей / Objective tree

Для досягнення генеральної цілі потрібно виконати такі цілі-завдання, представлені відповідними методами досліджень: 1.1.1. Створення сервісу, що опрацює html сторінку та збирає необхідні дані про проєкт та користувача; 1.1.2. Створення функціоналу, що забезпечить коректне встановлення часу початку та кінця роботи над певним проєктом користувача; 1.2.1. Розробити інтерфейс для вводу необхідних даних про проєкт; 1.2.2. Створення полів з маскою для вводу певного типу даних (наприклад час, дата); 1.2.3. Створення випадяючих меню, для надання можливості вибору користувачу потрібного варіанта серед уже наявних; 2.1.1. Розробити підсистему для фільтрації даних; 2.1.2. Розробити підсистему для групування даних за певним критерієм; 2.1.3. Розробити підсистему форматування даних; 2.2.1. Сформулювати черги для фільтрації; 2.2.2. Сформулювати запити для групування даних; 2.2.3. Реалізувати функції для опрацювання даних; 3.1.1. Розробити підсистему, побудови графіків; 3.1.2. Розробити набір фільтрів аль-

тернативного відображення даних; 3.1.3. Розробити підсистему вибору типу графіків; 4.1.1. Розробити підсистему форматування даних; 4.1.2. Розробити підсистему конвертації даних у таблицю та завантаження їх на пристрій; 4.2.1. Розробити підсистему експортування даних; 4.2.2. Розробити підсистему збереження даних у необхідному форматі.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Оскільки основною метою розроблюваної автоматизованої інформаційної системи є збір та аналіз даних, досліджено засоби, що виконують безпосередньо такі самі функції.

Програмний засіб "Minitab" [18] – це інструмент для опрацювання статистичних даних, розроблений в Університеті штату Пенсильванія у співпраці зі статистичною компанією Triola. Він дає змогу здійснювати аналіз, візуалізацію та зіставлення даних (рис. 2, 3). Це

простий та зручний у використанні програмний засіб, легкий для засвоєння. Побудовані на його основі звіти є інформативними та структурованими. За відгуками користувачів, він належить до групи найкращих програмних пакетів для статистичного аналізу даних. Цей програмний засіб призначений для роботи бухгалтерів, фінансистів, бізнес-аналітиків, оскільки опрацьовує великий обсяг даних.

Основні переваги засобу: можна здійснювати завантаження даних з інших програм, наприклад, імпортувати з таблиць Microsoft Excel [17]; здійснює автоматичне опрацювання даних та оновлення графіків, якщо вносяться додаткові дані; передбачає одночасну роботу різних користувачів; містить вбудований інтерактивний помічник для надання рекомендації та підказок, а також допомагає визначити пріоритетність задач.

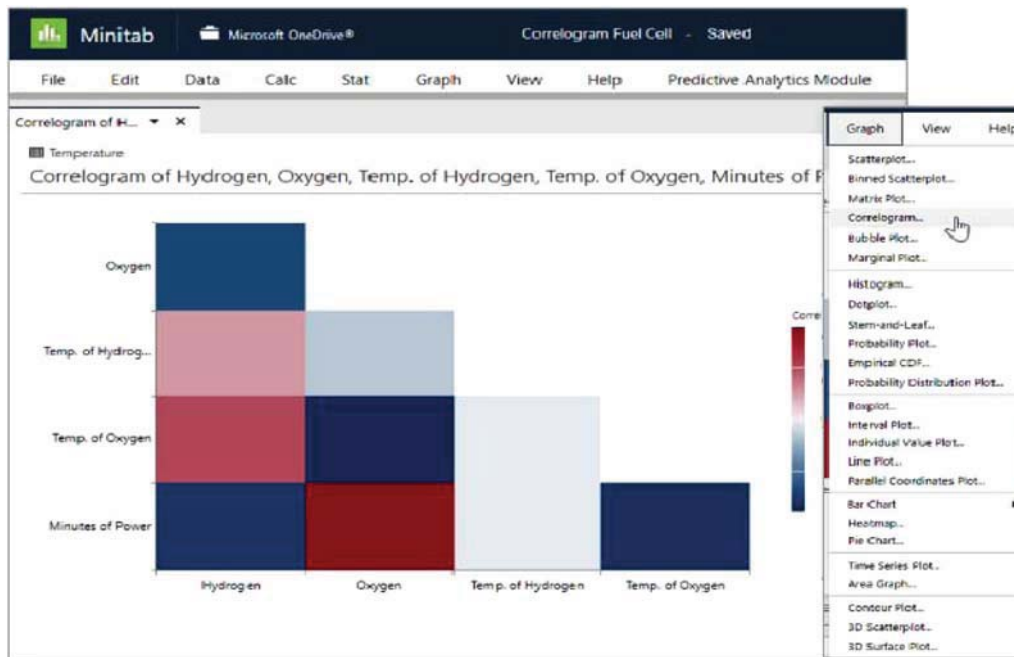


Рис. 2. Візуалізація однієї із функцій засобу Minitab / Visualization of one function from Minitab tool [18]

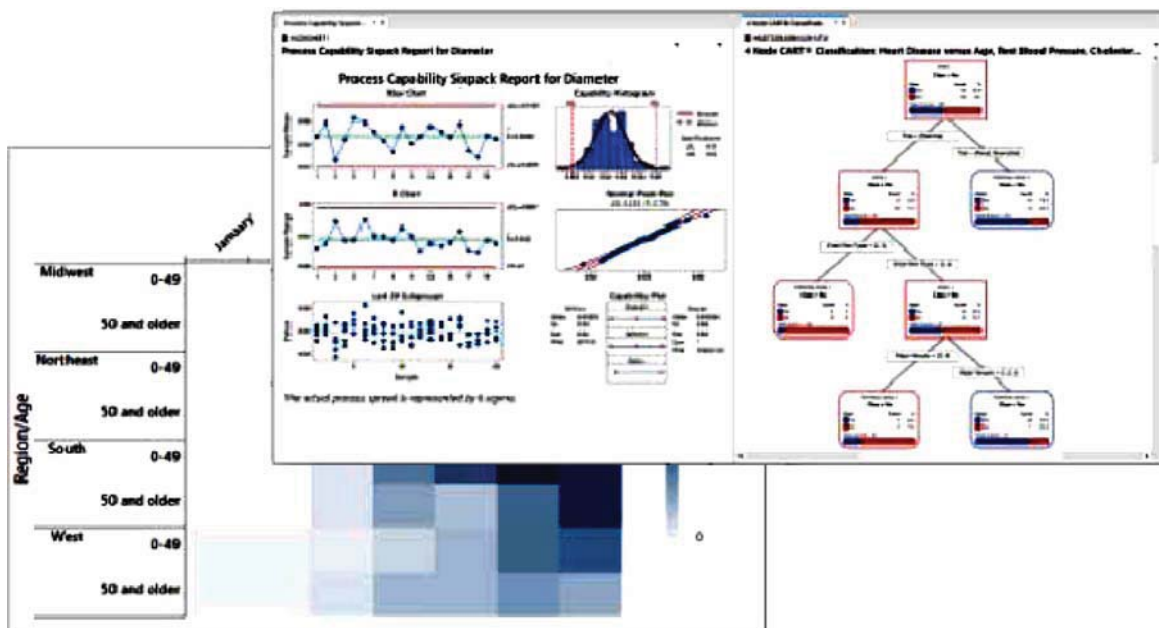


Рис. 3. Візуалізація даних на графіках і діаграмах Minitab / Visualization of data on Minitab graphs and diagrams [18]

Програмне забезпечення Minitab [18] може використовуватись на персональних комп'ютерах із процесорами та операційними системами 64-бітних версій. Передбачає доступ до командного рядка для автоматизації монотонних і рутинних завдань.

Платформа "COMSOL Multiphysics". Ця платформа є одним із найпоширеніших програмних засобів, призначених для моделювання різних фізичних процесів [25]. Інтерфейс засобу наведено на рис. 4. Засіб COMSOL Multiphysics передбачає виконання таких основних функцій: побудова моделей (рис. 5); чисельне

моделювання; відображення результатів розрахунків за допомогою різноманітних діаграм.

Щоб створювати моделі для вирішення спеціалізованих прикладних та інженерних завдань, бізнес-аналітик може доповнювати можливості програмного пакету COMSOL Multiphysics модулями розширення у будь-якому поєднанні. Вони відкривають доступ до додаткових спеціалізованих інструментів, але при цьому доступні в єдиному інтерфейсі користувача і спільно функціонують як єдине ціле незалежно від того, які фізичні явища аналітик може моделювати.

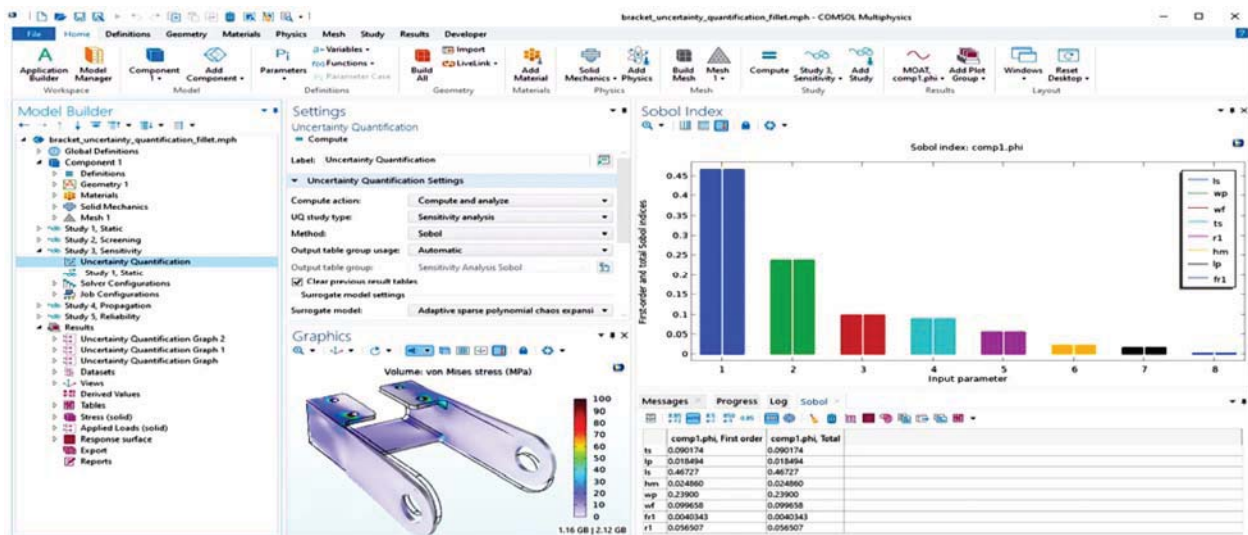


Рис. 4. Інтерфейс платформи COMSOL Multiphysics / Interface of COMSOL Multiphysics platform [25]

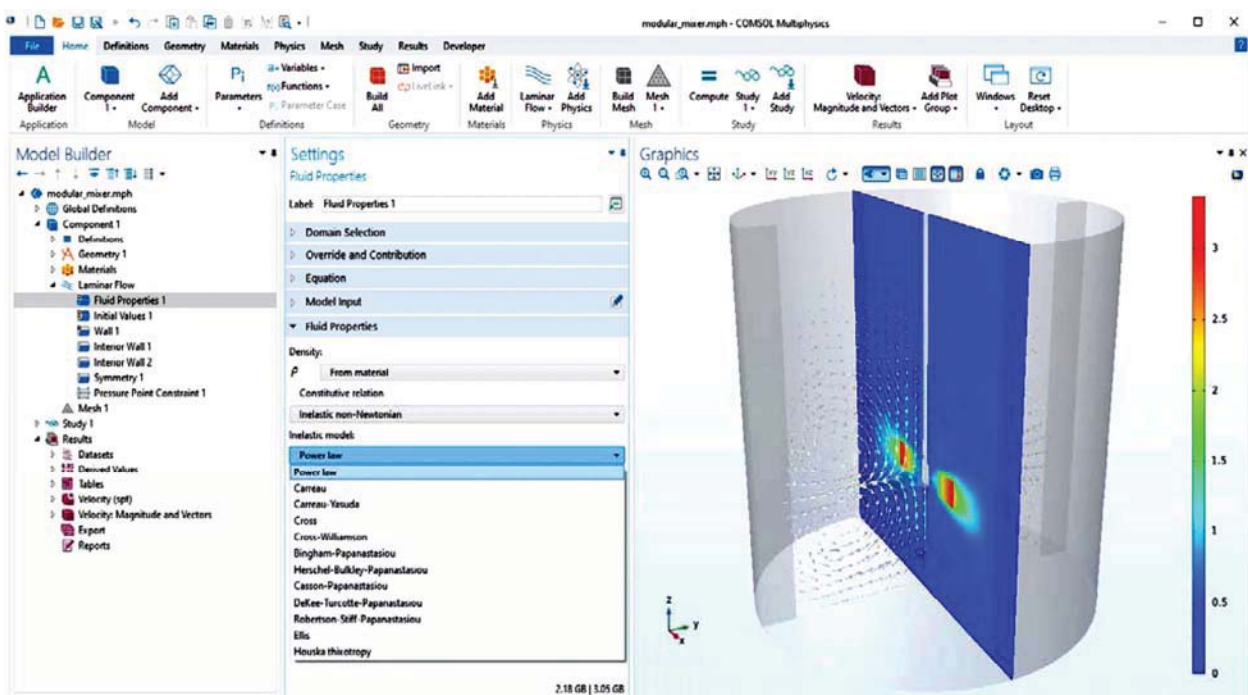


Рис. 5. Створення моделі за допомогою платформи COMSOL Multiphysics / Creation of model by means of COMSOL Multiphysics platform [25]

Здійснивши аналіз платформи COMSOL Multiphysics [25], можна зробити висновок, що цей ужиток має потужний функціонал для розв'язання задач моделювання фізичних процесів у широкому спектрі різноманітних предметних областей, але є складним у використанні.

Програмне забезпечення "Wizard Mac" – новий програмний пакет, призначений для пристроїв, що використовують операційну систему Mac OS [26]. Він передбачає опрацювання та аналіз даних без застосування безпосереднього програмування. Інтерфейс додатку наведено на рис. 6. До основних функцій додатку можна віднести: багатоаспектну візуалізацію даних (додаток використовує вбудовані модулі Mac для створення графічних блоків, діаграм розсіювання, гістограм тощо); статистичне багатовимірне моделювання; побудову моделей прогнозування; гнучку систему імпорту та експорту даних (у програму Wizard можна імпортувати дані з Microsoft Excel, Microsoft Access, Numbers на платформах R, SQLite, MySQL, PostgreSQL). Під час

роботи з версією Wizard Mac Pro можна здійснювати імпорт або експорт даних із програм SPSS, Stata, SAS [26]. Кожен з наведених вище засобів призначений для виконання визначених спеціалізованих завдань. Тому використовувати їх для оцінювання проєктів є нераціональним. Для цього необхідно розробити окремий засіб.

Тут варто зазначити, що статистичний аналіз даних – важлива складова для будь-якої бізнес-діяльності, де є великі масиви інформації, розрахунки та потреба моделювання. Статистичні програми незамінні для розробників, експериментаторів, наукових співробітників, студентів закладів вищої освіти, викладачів і науковців. Достатньо поширене використання програмного забезпечення для статистики серед фахівців – розробників маркетингових технологій, аналітиків, бухгалтерів, фінансистів, державних службовців. І це далеко не повний перелік професій, де інструменти статистичного аналізу – must have у повсякденній роботі. Таких програм існує безліч, але в наведеному вище їхньому огляді було проаналізовано їх основні представники, які є най-

більш зручними у використанні, популярними програмами для статистики. Тут було відібрано найкращі

інструменти, які дають можливість організаціям проводити аналіз, систематизацію, роз'яснення даних.

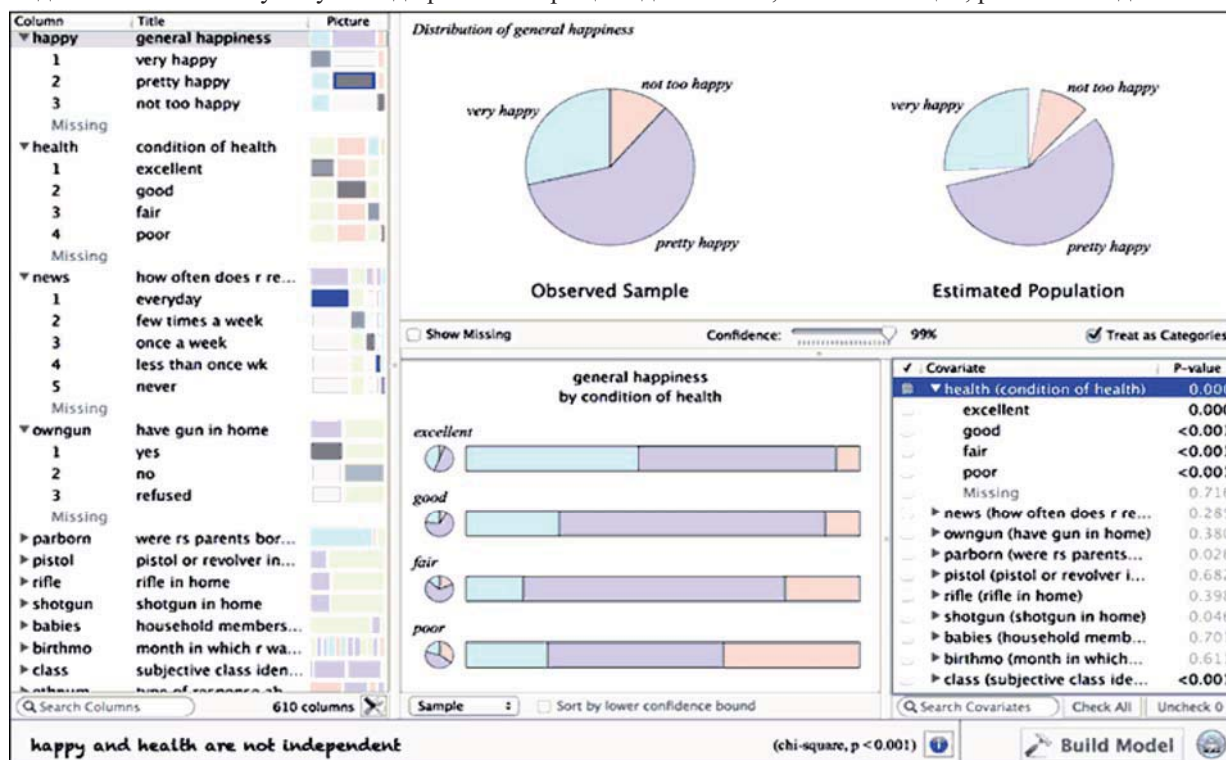


Рис. 6. Відображення інтерфейсу Wizard Mac / Wizard Mac interface view [26]

Оскільки на певному підприємстві, на різних проєктах, можуть бути використані різні програмні засоби для збирання та опрацювання даних, важливим фактором є забезпечення узгодженого представлення звітів, діаграм, таблиць тощо. Це дасть змогу здійснювати ефективний аналіз та обмін статистичною інформацією. Важливими функціями таких систем є: збір даних, генерування графіків, діаграм, імпорт та експорт даних,

створення звітів на основі опрацьованих даних. Для аналізу і проєктування систем використано підходи і технології, висвітлені у роботі [31].

Унаслідок дослідження було розроблено концептуальну модель системи оцінювання проєктів (рис. 7). На рисунку визначено основні зовнішні сутності, які будуть співпрацювати з системою. При цьому використано рекомендації [32].



Рис. 7. Концептуальна модель системи / Conceptual model of system

Діаграму прецедентів системи побудовано з використанням рекомендацій [35, 33] і наведено на рис. 8. За допомогою цієї діаграми відображено основні функції системи та послідовність їх виконання для користувачів системи. Нагадаємо, що діаграма прецедентів є графом, що складається з множини акторів, прецедентів (варіантів використання) обмежених межею системи (прямокутник), асоціацій між акторами та прецедентами, відношень серед прецедентів, та відношень узагальнення між акторами. Діаграми прецедентів відображають елементи моделі варіантів використання.

Суть діаграми прецедентів полягає в тому, що проєктована система подається у вигляді множини сутностей чи акторів, що взаємодіють із системою за допомогою так званих варіантів використання. Варіант використання (англ. Use Case) використовують для описання послуг, які система надає актору. Іншими словами, кожен варіант використання визначає деякий набір можливих дій, який виконує програмна система під час діалогу з актором. При цьому нічого не говориться про те, як саме буде реалізовано взаємодію акторів із програмною системою.

На рис. 9 зображену діаграму послідовностей (англ. *Sequence Diagram*). За допомогою діаграми послідовностей (див. рис. 9) розкрито послідовність взаємодії компонентів системи у часі під час виконання запитів користувачів. Нагадаємо, діаграма послідовності – різновид діаграми в UML. Діаграма послідовності відображає взаємодії об'єктів впорядкованих за часом. Зокрема, такі діаграми відображають задіяні об'єкти та послідовність надісланих повідомлень. На діаграмі послідовностей показано у вигляді вертикальних ліній різні процеси або об'єкти, що існують водночас. Надіслані повідомлення зображуються у вигляді горизонтальних ліній, в порядку відправлення.

Також розроблено діаграму класів (англ. *Class Diagram*) програмної системи (рис. 10). Це статичне пред-

ставлення структури моделі. Вона відображає статичні (декларативні) елементи, такі як: класи, типи даних, їх зміст та відношення. Діаграма класів може містити позначення для пакетів та може містити позначення для вкладених пакетів. Також, діаграма класів може містити позначення деяких елементів поведінки, однак їх динаміка розкривається в інших типах діаграм.

На діаграмах класів показано різноманітні класи, які утворюють програмну систему і їх взаємозв'язки. Діаграми класів називають "статичними діаграмами", оскільки на них показано класи разом з методами і атрибутами, а також статичний взаємозв'язок між ними: те, яким класам "відомо" про існування яких класів, і те, які класи "є частиною" інших класів, – але не показано методи, які при цьому викликаються.



Рис. 8. Діаграма прецедентів системи / Use-case diagram of system

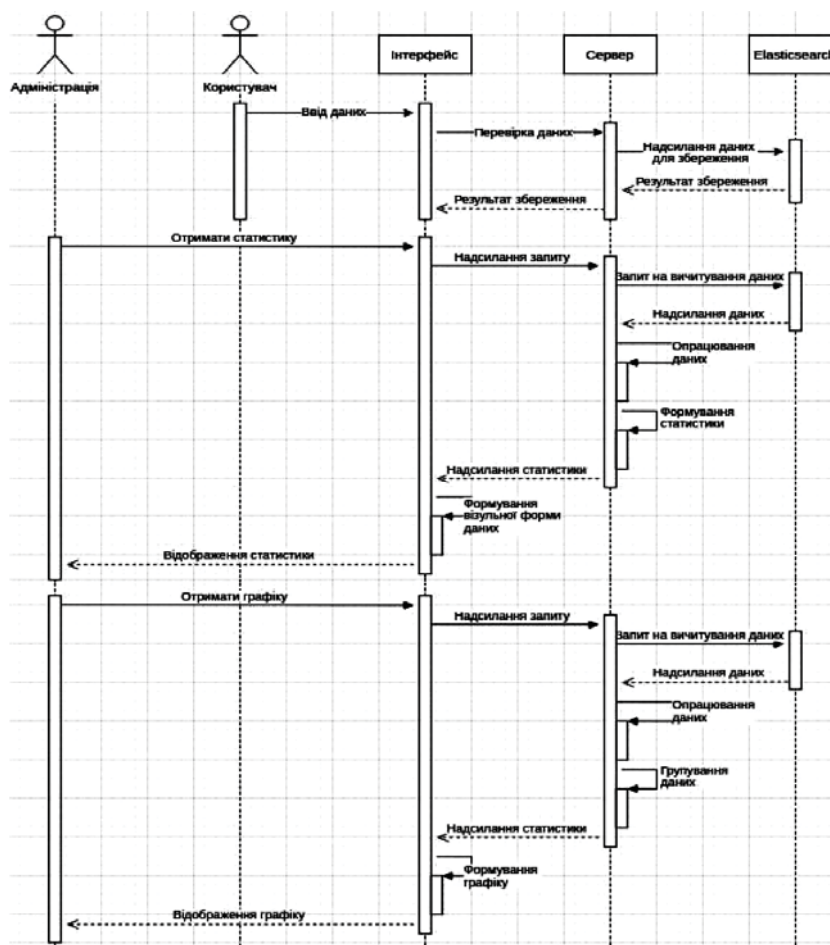


Рис. 9. Діаграма послідовностей / Sequence diagram



Рис. 10. Діаграма класів системи / Class diagram of system

Отже, клас (class) – категорія речей, що мають загальні атрибути та операції. Клас визначає атрибути і методи набору об'єктів. На діаграмі зображено основні класи системи та взаємозв'язки між ними.

Загальну структуру розробленої автоматизованої системи оцінювання проектів дизайну приміщень, побудовану на основі моделі MVC [7], наведено на рис. 11.



Рис. 11. Загальна структура системи / General structure of system

Автоматизована система оцінювання проектів містить декілька ключових компонент. Частина компонент розміщена на клієнтській стороні та за допомогою браузера відображає інтерфейс системи. Ці компоненти передбачають роботу з формами для введення даних. Користувач з їх допомогою вводить необхідні дані відповідно до особливостей характеристик проекту.

Інші компоненти системи розміщені на сервері. Вони призначені для зберігання даних у відповідному форматі в базі даних, а також виконання всіх операцій з опрацювання даних і відображення отриманих результатів. Під час розроблення системи реалізовано необхідні компоненти системи, базу даних та інтерфейс користувача з використанням рекомендацій [6, 29]. При цьому також враховувалися технологічні підходи [3, 8].

Компоненти інтерфейсу користувача автоматизованої інформаційної системи оцінювання проектів наведено на рис. 12 та 13. При цьому перевірка роботи розробленої системи здійснювалася з використанням рекомендацій [20]. Один із прикладів тестування системи з опрацювання даних і відображення результатів наведено на рис. 14.

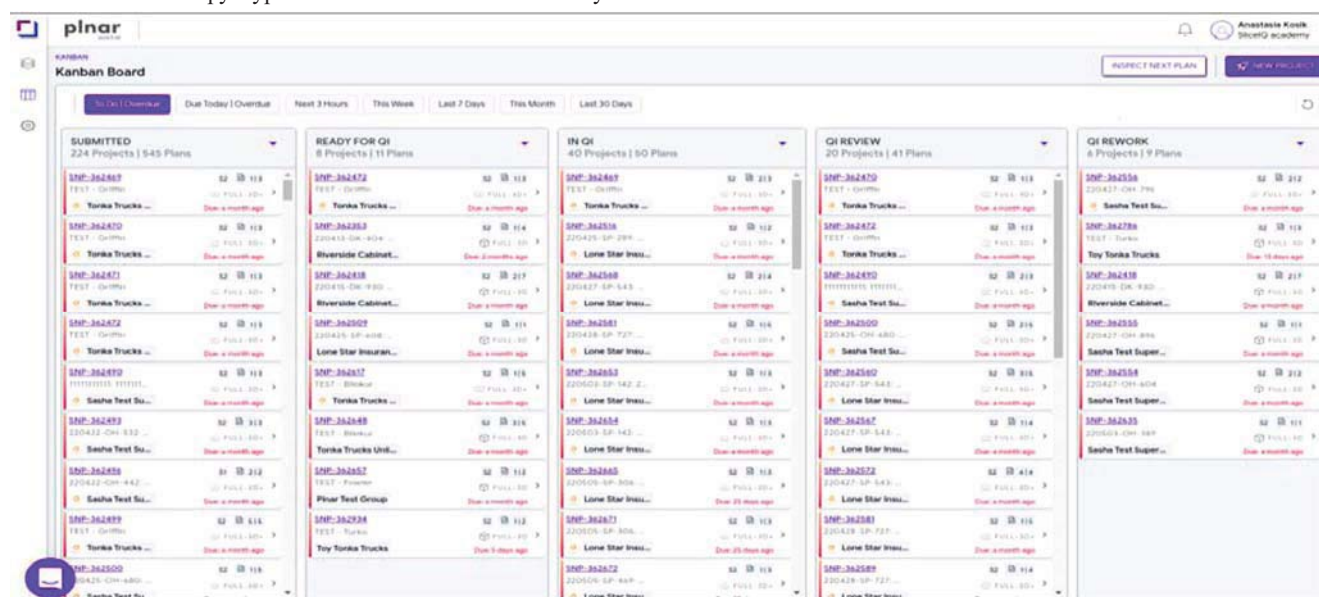


Рис. 12. Головна сторінка інтерфейсу системи / Main page of system interface [20]

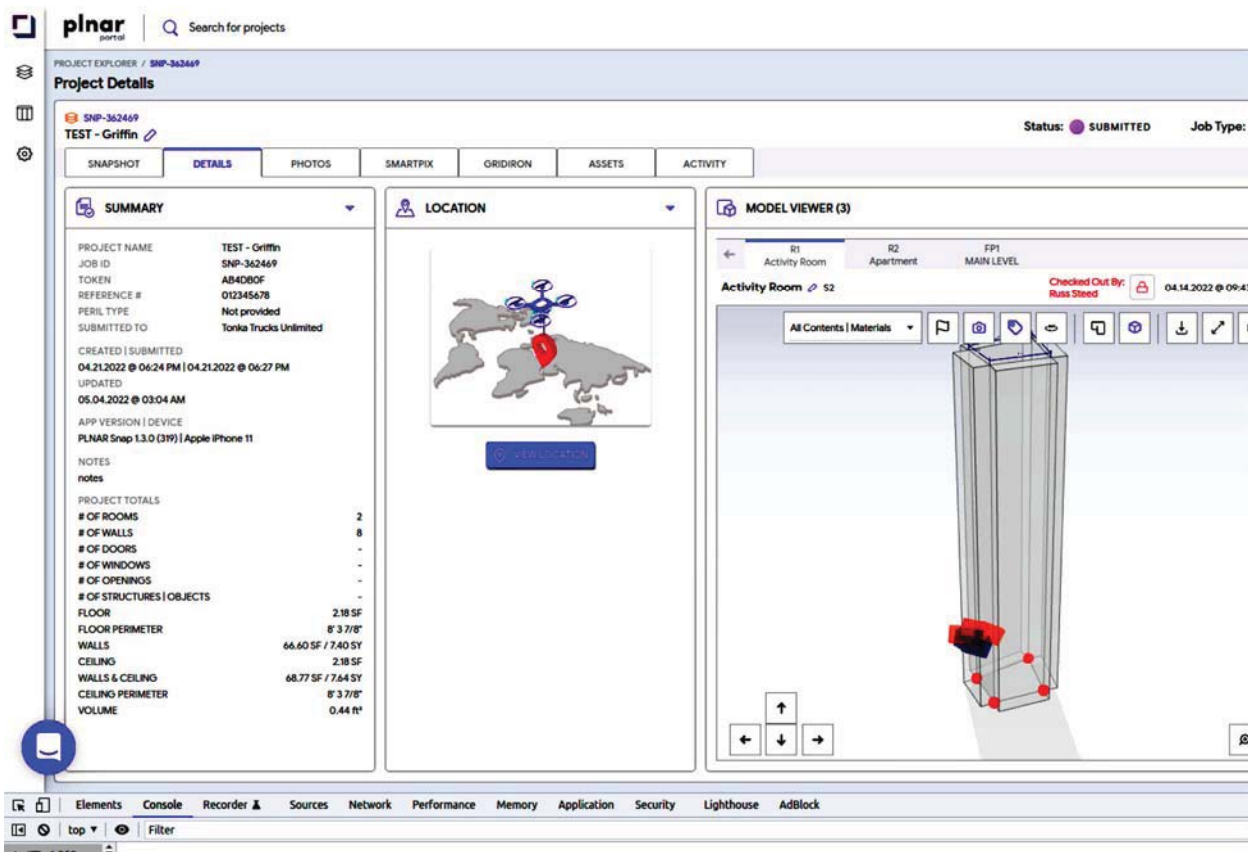


Рис. 13. Сторінка деталей проекту інтерфейсу системи / Page of details of system interface project [20]

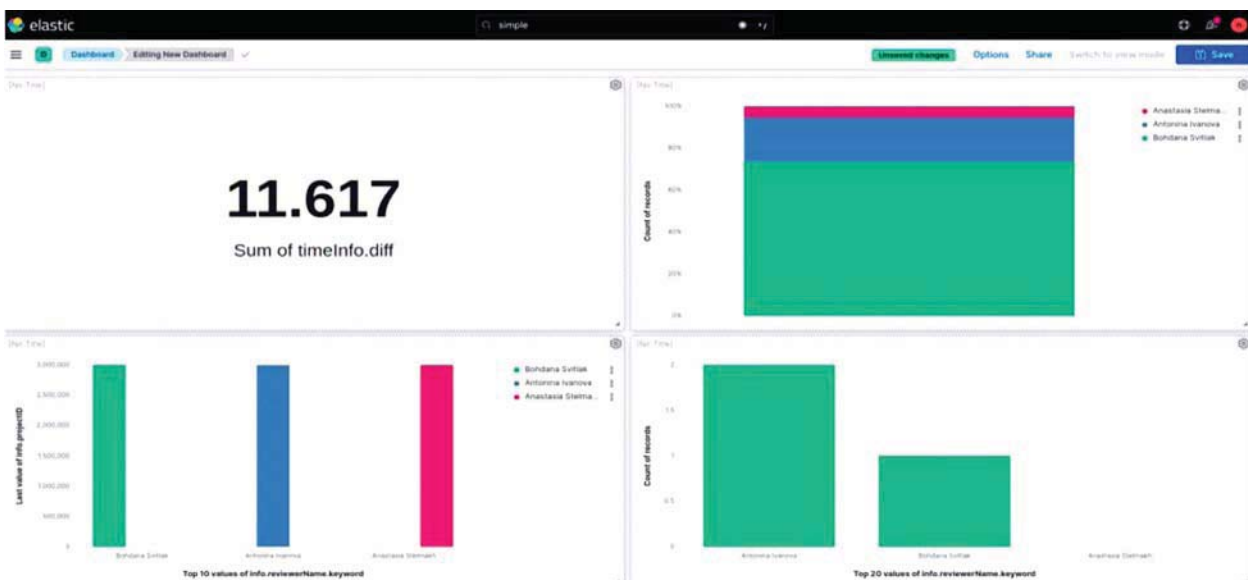


Рис. 14. Набір діаграм для відображення інформації як приклад роботи інтерфейсу системи / Diagram toolset of information presentation as an example of system interface processing [20]

За результатами тестування розробленої системи можна зробити висновок, що отриманий функціонал системи відповідає функціональним вимогам, визначеним на початку розробки. Користувачський інтерфейс є простим, інтуїтивним та зручним у використанні.

Обговорення результатів дослідження. У статті [30] узагальнено наукові підходи до визначення категорії "інтелектуальний капітал", структури та оцінювання інтелектуального капіталу підприємства. Виділено мотиви вимірювання інтелектуального капіталу, серед яких: формування стратегії; моніторинг виконання стратегії; допомога у прийнятті рішень про диверсифікацію і розширення; використання результатів вимірювання як ос-

нови для винагороди; надання інформації всім зацікавленим особам про очікуване зростання вартості підприємства за рахунок його інтелектуальних активів.

Розроблену у пропонованій науковій праці автоматизовану систему оцінювання проєктів можна розглядати як таку, що може використовуватися у напрямку практичної реалізації наукових підходів [30], оскільки вона автоматизує процес вимірювання інтелектуального капіталу, що допомагає у прийнятті управлінських рішень. При цьому, як зазначають автори [30]: "Кожне сучасне підприємство має обирати самостійно "портфель" методів оцінки інтелектуального капіталу залежно від галузі, стратегічних цілей, зарубіжного досвіду, врахування власних помилок".

У науковій праці [12] автори проаналізували загальний підхід до оцінювання та аналізу результативності процесу проєктування авіаційних двигунів. При цьому застосування запропонованої авторами методики дає змогу здійснювати аналіз результатів виробничої діяльності підприємства за кожним окремо взятим показником процесу, який аналізується.

У науковій статті [27] автори аналізують сучасні підходи до оцінювання ефективності системи управління знаннями та доцільність її реалізації в середовищі проєкту. При цьому автори-розробники запропонували модель, спрямовану на оптимізацію, ідентифікацію або прийняття рішень системою управління у проєктному середовищі, що дає змогу покращити результатне рішення щодо управління знаннями у проєкті та оцінювання прибутковості проєкту.

Розроблену у запропонованій науковій праці автоматизовану систему оцінювання проєктів можна розглядати як таку, що ґрунтується на загальному підході [12], з урахуванням результатів, поданих авторами [27].

Після розроблення та реалізації всіх компонентів системи оцінювання проєктів, бази даних та інтерфейсу користувача проведено тестування як окремих компонентів у її складі, так і системи загалом. Результати виконання тестів підтвердили працездатність системи, а саме коректність введення та зберігання даних, їх опрацювання та відображення результатів на діаграмах.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – розроблено автоматизовану систему оцінювання проєктів, яка забезпечить планування, контроль та аналіз якості виконання робіт працівниками підприємств.

Практична значущість результатів дослідження – розроблена система для оцінювання проєктів може бути успішно використана для опрацювання даних про роботу працівників на різних підприємствах. Відповідна система може бути легко інтегрована в необхідну предметну область проєктів, тобто може спільно використовуватись з наявними програмним забезпеченням. Це дасть змогу вирішувати проблеми, пов'язані як з окремими проєктами, що розробляються, так і здійснювати збір, опрацювання та аналіз даних щодо проєктів, які завершені.

Висновки / Conclusion

Розроблено автоматизовану систему оцінювання проєктів. Запропонована система дасть змогу автоматизувати процеси збирання, опрацювання та аналізу інформації про терміни та якість виконання робіт працівниками підприємства.

За результатами виконання роботи можна зробити такі основні висновки:

1. Проаналізовано наявні програмні засоби, які можна використати для збирання, опрацювання даних з метою оптимізації роботи підприємства з проєктування інформаційних систем. Розглянуто їх переваги та недоліки.
2. Проведено системний аналіз для проблеми оптимальної розробки автоматизованої системи оцінювання проєктів. Побудовано дерево цілей проєкту.
3. Здійснено проєктування необхідних компонентів системи, бази даних та інтерфейсу системи. Для цього побудовано концептуальну модель системи, діаграму пре-

цедентів, діаграму послідовностей, діаграму класів. Розроблено структуру системи.

4. Виконано програмну реалізацію основних компонентів системи, бази даних та інтерфейсу. Також проведено їх тестування. Тестування продемонструвало працездатність системи, її ефективність та відповідність отриманого функціоналу поставленими вимогам.
5. Розроблена автоматизована система може знайти своє практичне застосування на різних підприємствах, зокрема – IT-сектору для покращення збирання, опрацювання та аналізу даних про результати роботи працівників над конкретними завданнями.

References

1. Bhandari, P. (2022). Data Collection | Definition, Methods & Examples. Scribbr. Retrieved from: <https://www.scribbr.com/methodology/data-collection/>
2. Chen, J., Quan, W., Duan, W., Xing, Q., & Xu, N. (2021). An Improved Inherent Optical Properties Data Processing System for Residual Error Correction in Turbid Natural Waters. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 6596–6607. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3073168>
3. Chinda, G. (2022). Using Bootstrap with React: Tutorial with examples. LogRocket. Retrieved from: <https://blog.logrocket.com/how-to-use-bootstrap-with-react-a354715d1121/>
4. Davenport, T. H., & Mittal, N. (2023). All-in On AI: How Smart Companies Win Big with Artificial Intelligence. Brighton: Harvard Business Review Press, 224 p.
5. Dunovic, I. B., Prebanic, K. R., & Durrigl, P. (2021). Method for Base Estimation of Construction Time for Linear Projects in Front-end Project Phases. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, 13(1), 2312–2326. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2018-0026>
6. Frameworks Explained. (2022). Freecodecamp. Retrieved from: <https://www.freecodecamp.org/news/the-model-view-controller-pattern-mvc-architecture-and-frameworks-explained/>
7. Hernandez, R. D. (2022). The Model View Controller Pattern – MVC Architecture and.
8. HyperionDev. (2018). Everything You Need to Know about the MERN Stack. HyperionDev. Retrieved from: <https://blog.hyperiondev.com/index.php/2018/09/10/everything-need-know-mern-stack/>
9. Jones, D. (2018). Data Analytics: 5 Books in 1- Bible of 5 Manuscripts- Beginners Guide+ Tips and Tricks+ Effective Strategies+ Best Practices to Learn Data Analytics Efficiently + Advanced Strategies. Independently Published, 244. Retrieved from: <https://www.goodreads.com/book/show/42314036-data-analytics>
10. Katrenko, A. V. (2003). System analysis of objects and processes of computerization. Lviv: Novy Svit-2000, 424 p.
11. Keup, M. (2022). Process Optimization: Get More From Your Processes. Project Manager. Retrieved from: <https://www.projectmanager.com/blog/process-optimization>
12. Lashkun, G. A., Shakhno, A. Yu., & Paustovska, T. I. (2018). Problems of quantitative assessment of intellectual capital as a component of national human capital. *Investments: practice and experience*, 13, 32–36. Retrieved from: http://www.investplan.com.ua/pdf/13_2018/8.pdf
13. Li, J., Zhang, L., & Tang, X. (2022). Software Development Data Analysis and Processing under the Internet of Things Monitoring System. *Journal of Control Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2022/4241910>
14. Lv, X., & Li, M. (2021). Application and Research of the Intelligent Management System Based on Internet of Things Technology in the Era of Big Data. *Mobile Information Systems*. <https://doi.org/10.1155/2021/6515792>
15. Mahamid, I. (2017). Analysis of schedule deviations in road construction projects and the effects of project physical characteristics. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 22(2), 192–210. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-07-2016-0031>

16. Miah, S. J., Solomonides, I., & Gammack, J. G. (2020). A design-based research approach for developing data-focussed business curricula. *Education and Information Technologies*, 25(1), 553–581. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09981-5>
17. Microsoft Excel Turn data into insights with free and premium spreadsheets. (2022). Microsoft. Retrieved from: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/excel>
18. Minitab Statistical Software. (2018). Minitab. Retrieved from: <https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/>
19. Mosadegh, E., & Nolin, A. W. (2022). A New Data Processing System for Generating Sea Ice Surface Roughness Products from the Multi-Angle Imaging SpectroRadiometer (MISR) Imagery. *Remote Sensing*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/rs14194979>
20. Ouellette, A. (2022). What is Bootstrap: A Beginners Guide. Career Foundry. Retrieved from: <https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/what-is-bootstrap-a-beginners-guide/>
21. Power, B. (2012). Business Model Innovation Through Process Change. *Harvard Business Review*. Retrieved from: https://hbr.org/2012/08/business-model-innovation-thro?ab=at_art_art_1x4_s03
22. Pusztai, L. P., Nagy, L., & Budai, I. (2023). A Risk Management Framework for Industry 4.0 Environment. *Sustainability*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15021395>
23. Rubens, P., & Olavsrud, T. (2022). What is business process management? The key to enterprise agility. CIO. Retrieved from: <https://www.cio.com/article/230560/what-is-business-process-management-bpm-the-key-to-enterprise-agility.html>
24. Sapsford, R., & Jupp, V. (2006). *Data Collection and Analysis*. London: SAGE Publications, 332 p.
25. Simulate real-world designs, devices, and processes with multiphysics software from COMSOL. (2022). COMSOL. Retrieved from: <https://www.comsol.com/>
26. Statistics Finally Clicks. (2022). Wizardmac. Retrieved from: <https://www.wizardmac.com/>
27. Stepanenko, S. M., Sereda, T. M., & Nazarenko, Ju. A. (2020). Evaluation of the effectiveness of the process of designing engines using graphs. *Aerospace Technic and Technology*, 5, 41–46. <https://doi.org/10.32620/aktt.2020.5.05>
28. Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox*. Second Edition. Milwaukee: ASQ Quality Press, 584 p.
29. Timotic, M. (2022). 9 Web Technologies Every Web Developer Must Know. TMS Outsource. Retrieved from: <https://tms-outsource.com/blog/posts/web-technologies/>
30. Timotic, M. (2022). Web Application Testing: Step by Step Process to make it Right. TMS Outsource. Retrieved from: <https://tms-outsource.com/blog/posts/web-application-testing/>
31. Tomashevskiy, O. M., et al. (2021). Information technologies and modeling of business processes. Tutorial. Kyiv: Center for Educational Literature, 296 p.
32. Truyen, F. (2022). Enacting the Service Oriented Modeling Framework (SOMF) using Enterprise Architect. Sparxsystems. Retrieved from: https://sparxsystems.com/downloads/whitepapers/EA-SOMF_Introduction%20-%20Copy.pdf
33. Use Case Diagram Tutorial (Guide with Examples). (2022). Creately. Retrieved from: <https://creately.com/guides/use-case-diagram-tutorial/>
34. Vartanyan, V., & Shteinbrecher, D. (2019). A comprehensive method of evaluating the effectiveness of the knowledge management system in the project environment. *Modern information systems*, 3(2), 64–68. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.2.11>
35. Welcome to Elastic Docs. (2022). Elastic. Retrieved from: <https://www.elastic.co/guide/index.html>
36. Zhang, A. (2017). *Data Analytics: Practical Guide to Leveraging the Power of Algorithms, Data Science, Data Mining, Statistics, Big Data, and Predictive Analysis to Improve Business, Work, and Life*. CreateSpace Independent Publishing Platform. 280 p. Retrieved from: <https://www.goodreads.com/book/show/35019685-data-analytics>

Ya. V. Kovivchak, V. I. Dubuk, A. O. Kosik

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEM FOR EVALUATION OF PROJECTS

An automated system for evaluating projects has been developed, which will provide management of planning, testing and analysis of the quality of work performed by employees of companies. The developed system provides for the collection and analysis of the necessary information for project managers, which will improve the planning of work and testing over the terms and quality of work. Practical application of the proposed system will increase the efficiency of the works, the quality of their execution and will help to optimize the company work. An overview of the existing similar systems, which are designed to facilitate the collection, analysis and processing of various statistical information, is carried out. Their features, advantages and disadvantages are considered. A systematic analysis and construction of an object tree in order to develop a system for evaluating projects is made. A conceptual model of the system has been developed, which enables determining the main circle of users, i.e., external entities that will cooperate with the system. A usage diagram was constructed for selected external entities, which shows a set of basic system functions and the sequence of access to them by the main users of the system. In order to reveal the peculiarities of the dynamics of the system and its components, a sequence diagram was developed. This diagram shows how the system components interact over time to fulfil user requests. A class diagram has been developed, which defines the main classes of the system, their attributes, and the relationships between them. A structural diagram of the system has been developed as well. The technologies used to develop the application are analysed. A system database has been developed. The main components of the system have been implemented. The system interface has been developed. Both individual components and the system as a whole have been tested. The proposed system can be effectively used at various enterprises, including IT companies to collect, process and analyze data on the performance of employees.

Keywords: selection and analysis of data; data processing system; evaluation of projects; processing optimization; design.