

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Системотехніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
Розробка веб-застосунку для спільного планування подій та
управління часом користувачів
(тема)

Виконав:
здобувач II року навчання,
групи ІТІМ-24-2
Данило ЄНБАЄВ
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Інформаційні технології
проектування
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. каф. СТ. Володимир БЕЗКОРОВАЙНИЙ
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Ігор ГРЕБЕННІК
(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Я, як студент ХНУРЕ, розумію та підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав та не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.



Данило ЄНБАЄВ

12.12.2025

Кваліфікаційна робота оформлена у відповідності до вимог діючих стандартів та методичних вказівок.

Матеріали кваліфікаційної роботи не містять відомостей, що заборонені для опублікування у відкритих виданнях.

Попередній захист проведено.

Керівник роботи



Володимир БЕЗКОРОВАЙНИЙ

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
Кафедра _____ Системотехніки _____
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 122 Комп'ютерні науки _____
(код і повна назва)
Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма _____ Інформаційні технології проектування _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«____» _____ 20__р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві _____ Єнбаєву Данилу Олексійовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «Розробка вебзастосунку для спільного планування подій та управління часом користувачів»

затверджена наказом університету від 24 листопада 2025 р. № 1058 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 23 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: дані користувачів (події, нагадування, часові зони, категорії), вимоги до планування подій, приклади сучасних систем управління часом (Google Calendar, Notion Calendar, Trello, TimeCamp), інструменти розробки вебсистем (Java, Spring Framework, React, PostgreSQL), методи оптимізації розкладу (евристичні, жадібні, пріоритетні алгоритми), метрики ефективності (точність узгодження, час відгуку, навантаження), засоби тестування та візуалізації результатів.

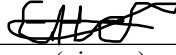
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: аналіз предметної області; сучасний стан розвитку інформаційних систем управління часом; огляд сучасних вебсистем планування подій та управління часом користувачів; визначення бізнес-функцій для автоматизації; постановка мети та завдань дослідження; вибір типу системи для організації часу користувачів; формування системних і функціональних вимог до системи; розробка моделі даних і структури бази даних; створення діаграми варіантів використання; опис прийнятих проєктних рішень; обґрунтування вибору технології розробки системи; проектування архітектури вебзастосунку; розробка алгоритмів планування та нагадувань; тестування ефективності системи.


5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій: Кресленики, схеми, плакати та/або комп'ютерні ілюстрації (слайди) на аркушах формату А4, що включаються до тексту пояснювальної записки або складу додатків (10–15 аркушів): загальна архітектура вебсистеми управління часом; діаграма прецедентів (Use Case Diagram); модель бази даних (ER-діаграма); схема алгоритму планування подій; діаграма послідовності дій користувача; графік зміни навантаження системи; інтерфейс користувача вебзастосунку; порівняння продуктивності різних алгоритмів планування; діаграма розгортання системи

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Строк / термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	13.10.2025	Виконано
2	Аналіз предметної області	27.10.2025	Виконано
3	Постановка задачі на розробку системи	03.11.2025	Виконано
4	Проектування та розробка компонентів системи	11.11.2025	Виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	05.12.2025	Виконано
6	Подання закінченої роботи науковому керівникові	06.12.2025	Виконано
7	Усунення зауважень наукового керівника	10.12.2025	Виконано
8	Підготовка презентації	12.12.2025	Виконано
9	Перевірка оригінальності тексту	14.12.2025	Виконано
10	Подання роботи на рецензування	15.12.2025	Виконано
11	Попередній захист	19.12.2025	Виконано
12	Подання роботи до екзаменаційної комісії	23.12.2025	Виконано

Дата видачі завдання 13 жовтня 2025 р.

Здобувач 
(підпис)

Керівник роботи  проф. каф. СТ Володимир БЕЗКОРОВАЙНИЙ
(підпис) (посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 87 с., 14 рис., 3 табл., 2 дод., 31 джерело.

АЛГОРИТМИ УЗГОДЖЕННЯ РОЗКЛАДУ, БАЗИ ДАНИХ, ВЕБСИСТЕМА, НАГАДУВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗКЛАДУ, ПЛАНУВАННЯ ПОДІЙ, УПРАВЛІННЯ ЧАСОМ, JAVA, SPRING, REACT.

Об'єкт дослідження – процес автоматизованого планування подій та управління часом користувачів у вебсистемі.

Предмет дослідження – методи та алгоритми організації часу, включно з автоматичним узгодженням подій, розподілом пріоритетів та оптимізацією розкладу для підвищення ефективності користувацької взаємодії.

Мета дослідження – підвищення ефективності планування та управління часом шляхом розроблення вебсистеми з алгоритмами автоматичного узгодження подій, нагадувань і контролю конфліктів у розкладі.

Методи дослідження – структурний та системний аналіз предметної області для визначення вимог до вебсистеми; моделювання даних та розробка бази даних подій; алгоритми планування та узгодження подій; оптимізація алгоритмів пріоритетів і розподілу часу; статистичні методи для оцінювання ефективності роботи системи та зручності користування.

Створено вебсистему управління часом з інтегрованими алгоритмами автоматичного узгодження подій, контролю конфліктів і нагадувань, що дозволяє підвищити ефективність планування та скоротити час ручного управління розкладом користувачів.

ABSTRACT

Master's Thesis: 87 pages, 14 figures, 3 tables, 2 appendices, 31 references.

EVENT PLANNING, TIME MANAGEMENT, WEB SYSTEMS, JAVA, SPRING, REACT, DATABASES, SCHEDULING ALGORITHMS, REMINDERS, SCHEDULE OPTIMIZATION.

The object of the study is the process of automated event planning and time management for users in a web system.

The subject of the study is the methods and algorithms for time organization, including automatic event coordination, priority distribution, and schedule optimization to improve user interaction efficiency.

The aim of the study is to enhance the effectiveness of planning and time management by developing a web system with algorithms for automatic event coordination, reminders, and conflict control in schedules.

Research methods include structural and system analysis of the subject area to determine the system requirements; data modeling and database design for events; algorithms for event planning and coordination; optimization of priority and time allocation algorithms; and statistical methods to evaluate system performance and user convenience.

A web-based time management system has been created with integrated algorithms for automatic event coordination, conflict control, and reminders, which allows for increased planning efficiency and reduced time spent manually managing users' schedules.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області.....	9
1.1 Аналіз предметної області планування подій та управління часом.....	9
1.2 Сучасний стан розвитку інформаційних систем управління часом.....	11
1.3 Аналіз існуючих вебзастосунків для планування та організації часу	13
1.4 Визначення бізнес-функцій, що потребують автоматизації	15
1.5 Постановка задачі дослідження	19
2 Розробка вимог до системи	21
2.1 Особливості вебзастосунків для планування подій та управління часом	21
2.2 Вибір типу системи для організації часу користувачів.....	23
2.3 Визначення критеріїв пріоритетності та важливості подій	26
2.4 Розробка системних вимог	29
2.5 Розробка функціональних вимог	33
2.6 Розробка діаграми варіантів використання системи	45
3 Опис прийнятих проєктних рішень.....	48
3.1 Обґрунтування вибору технології розробки системи.....	48
3.2 Обґрунтування вибору СУБД	51
3.3 Розробка структури бази даних.....	53
3.4 Опис функціональної структури вебзастосунку	57
3.5 Розробка механізмів планування подій та нагадувань	61
3.6 Експериментальні дослідження	66
Висновки	72
Перелік джерел посилання	74
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	77
Додаток Б Текст програми	84

ВСТУП

Сучасне суспільство характеризується високою динамікою розвитку, інтенсивністю інформаційних потоків і постійною необхідністю узгодження дій між різними учасниками спільної діяльності. В умовах цифрової трансформації організація часу та ефективне планування подій набувають особливого значення, оскільки вони безпосередньо впливають на продуктивність праці, якість комунікації та узгодженість дій між людьми. У побуті, родині, освітніх чи робочих колективах постає потреба у зручних і гнучких інструментах для координації розкладів, планування спільних зустрічей, розподілу завдань і відстеження виконання подій.

Зростання кількості віддалених команд, гібридних форматів роботи та навчання створює попит на вебзастосунки, які забезпечують доступність із будь-якого пристрою, синхронізацію в реальному часі та можливість колективного редагування. При цьому користувачі очікують не лише функціональності, а й інтуїтивного інтерфейсу, який дозволить швидко орієнтуватися у спільному календарі без складних налаштувань чи надлишкових функцій [1].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки вебзастосунку, який поєднає простоту використання з можливістю колективного планування подій і управління часом. Існуючі рішення, як-от Google Calendar, Microsoft Outlook, Notion чи Trello, орієнтовані переважно на бізнес-користувачів або великі команди. Вони часто є перевантаженими функціями, що ускладнює використання для невеликих груп, сімей або локальних колективів [2]. Тому доцільним є створення спеціалізованого вебзастосунку, який би задовольняв потреби спільного планування у невеликих групах, де важлива швидкість, наочність і простота.

Об'єкт дослідження – процес організації, узгодження та управління подіями в інформаційних системах планування часу.

Предмет дослідження – методи, інструменти та технології розробки вебзастосунків для спільного планування подій і керування часом користувачів.

Мета дослідження полягає у розробці вебзастосунку для спільного планування подій та управління часом, який забезпечить ефективну комунікацію між користувачами, узгодження розкладів, автоматичне сповіщення про зміни та гнучке налаштування прав доступу до спільного календаря.

Практичне значення розробленого вебзастосунку полягає у його можливому застосуванні в різних сферах повсякденного життя. Він може бути корисним для сімейного планування (розподіл домашніх справ, нагадування про важливі події), у навчальному середовищі (узгодження графіків занять, спільних проєктів студентів), у невеликих компаніях чи командах (планування зустрічей, координація завдань та відпусток). Завдяки своїй гнучкості, система може бути масштабована та адаптована до різних сценаріїв використання, від приватного планувальника до корпоративного інструменту для управління часом.

Результати роботи оприлюднено на всеукраїнській науково-практичній конференції «Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві» (Харків, Україна).

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз предметної області планування подій та управління часом

Планування подій та управління часом є ключовими компонентами ефективної організації діяльності як окремої особи, так і колективів різного масштабу. У сучасних умовах зростання обсягу інформації та посилення темпу життя з'являється необхідність у систематизації завдань, узгодженні графіків та забезпеченні своєчасного виконання обов'язків. Традиційні методи планування, що передбачають ведення щоденників, календарів чи записників, не завжди задовольняють потреби користувачів у швидкому обміні інформацією та спільній координації дій.

Сучасні інформаційні технології дозволяють реалізувати вебзастосунки, які автоматизують процеси організації часу, надають можливість спільного доступу до календаря, обміну повідомленнями та відстеження виконання завдань у реальному часі [3]. Предметна область планування подій охоплює наступні основні функції:

- облік подій (реєстрація інформації про події, включно з назвою, описом, місцем проведення, датою та тривалістю);
- управління користувачами (автентифікація та авторизація, визначення прав доступу до спільних подій);
- координація часу (синхронізація розкладів кількох користувачів, визначення вільних проміжків та уникнення накладання подій);
- сповіщення та нагадування (автоматичне інформування про зміни у розкладі чи наближення події);
- колективна взаємодія (спільне редагування подій, коментування та підтвердження участі);
- аналіз активності (накопичення статистики, перегляд історії подій та оцінка використання часу).

Системи планування подій є важливим інструментом як для індивідуального управління особистим часом, так і для організації та координації колективної діяльності. У контексті колективного планування основним завданням таких систем є забезпечення ефективного узгодження графіків між учасниками, що дозволяє уникати конфліктів у часі та підвищує продуктивність взаємодії. Це особливо актуально для сімей, навчальних груп, невеликих робочих колективів та спільнот з обмеженою кількістю учасників, де ключовим є швидка синхронізація заходів і простота в користуванні. Дослідження показують, що наявність централізованої системи планування сприяє більш точному контролю часу та підвищує організаційну ефективність у малих групах, оскільки дозволяє координувати дії без потреби у численних усних або письмових узгодженнях [4].

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій значне поширення отримали вебтехнології, що забезпечили можливість створення платформ для централізованого зберігання даних про події та інтерактивної взаємодії користувачів через браузерні інтерфейси або мобільні додатки. Такі платформи характеризуються високою доступністю для користувачів незалежно від обраного пристрою, мультиплатформністю, інтерактивністю та можливістю інтеграції з іншими сервісами, такими як електронна пошта, месенджери, корпоративні системи планування або інші інформаційні ресурси. Використання хмарних технологій дозволяє забезпечити синхронізацію даних у режимі реального часу, що є критично важливим для координації подій у групах із динамічно змінюваним розкладом. Крім того, такі системи надають можливість гнучкого налаштування рівнів доступу та сповіщень, що підвищує зручність користування та дозволяє адаптувати платформу під конкретні потреби користувачів.

Аналіз існуючих платформ, таких як Google Calendar, Microsoft Outlook, Trello та Notion, показує, що вони здебільшого орієнтовані на корпоративне або складне колективне використання, пропонуючи широкий набір функціональних можливостей для великих організацій і професійних команд. Однак така

орієнтація часто робить ці системи недостатньо зручними для малих груп користувачів, які потребують простого та інтуїтивного інструменту для організації спільного часу. Незважаючи на багатий функціонал, у них спостерігається перевантаження інтерфейсу та складність у виконанні базових дій, таких як створення події, запрошення учасників або швидке узгодження часу. У цьому контексті виникає потреба у розробці спеціалізованих рішень, які б поєднували зручність користування з ефективною координацією невеликих груп, забезпечуючи при цьому необхідну інтерактивність і можливість інтеграції з існуючими сервісами.

1.2 Сучасний стан розвитку інформаційних систем управління часом

Інформаційні системи управління часом (ІСУЧ) являють собою комплекс апаратно-програмних засобів та методик, що забезпечують автоматизацію процесів планування, контролю та координації діяльності користувачів [5]. Сучасні ІСУЧ характеризуються високим ступенем інтеграції календарних сервісів, систем сповіщень, менеджерів завдань та аналітичних модулів для оцінки ефективності використання часу.

У класифікації сучасних систем виділяють три основні типи:

а) індивідуальні планувальники (Personal Time Management Systems):

- забезпечують ведення календаря, встановлення нагадувань, пріоритетизацію завдань;
- обмеженням є відсутність механізмів колективного планування та синхронізації розкладів кількох користувачів;

б) корпоративні системи управління часом (Enterprise Time Management Systems):

- орієнтовані на багатокористувацьке середовище, інтегровані з електронною поштою та системами управління проєктами;
- перевагами є підтримка групового планування, автоматичне узгодження графіків, масштабованість;

- недоліком є складність інтерфейсу, надмірність функціоналу для невеликих груп користувачів;

в) гібридні вебплатформи (Hybrid Collaborative Platforms):

- поєднують функції індивідуальних і корпоративних систем, підтримують інтеграцію з зовнішніми сервісами та адаптивний інтерфейс;

- є можливість налаштування користувацьких прав, створення спільних календарів, багаторівневої ієрархії завдань.

Основні технічні тенденції розвитку ІСУЧ:

- мультиплатформність та мобільність (підтримка доступу з різних пристроїв і операційних систем);

- робота у реальному часі (синхронізація даних між користувачами через WebSocket або REST API, забезпечення консистентності календарів);

- інтеграційна здатність (взаємодія з поштовими сервісами, месенджерами, корпоративними ERP/CRM-системами);

- персоналізація (налаштування інтерфейсу, категоризація подій, встановлення пріоритетів та фільтрів);

- аналітика та звітність (формування статистики використання часу, аналіз продуктивності, прогнозування навантаження користувачів).

Наукові дослідження в галузі інформаційних систем управління часом зосереджені на розробці та вдосконаленні алгоритмів оптимального розподілу часу, автоматизованому виявленні конфліктів у розкладах, побудові інтерактивних календарних середовищ, а також створенні адаптивних механізмів сповіщення користувачів про зміни у планах [6]. У межах цих досліджень активно застосовуються методи оптимізації, евристичні алгоритми та елементи глибинного навчання для прогнозування завантаженості користувачів і формування рекомендацій щодо раціонального використання часових ресурсів. Окремий науковий інтерес становлять підходи до персоналізації інтерфейсів та поведінки систем відповідно до індивідуальних моделей активності користувачів.

Значна увага в сучасних наукових працях також приділяється питанням інформаційної безпеки та забезпечення конфіденційності персональних даних користувачів, зокрема в умовах колективного доступу до календарів, спільного планування подій і синхронізації даних між різними програмними та апаратними платформами. Досліджуються моделі розмежування доступу, механізми автентифікації, шифрування інформації та захисту від несанкціонованого втручання, що є критично важливими для підтримання довіри користувачів до таких систем.

Системний аналіз існуючих програмних рішень у сфері управління часом демонструє наявність суттєвого розриву між функціональністю корпоративних платформ та простотою використання індивідуальних планувальників. Корпоративні системи, як правило, характеризуються надлишковою кількістю інструментів, складною ієрархією доступів і підвищеними вимогами до адміністрування, що ускладнює їх використання в умовах невеликих груп користувачів. Водночас індивідуальні планувальники орієнтовані переважно на персональні потреби та не забезпечують повноцінного рівня колективної взаємодії.

У зв'язку з цим для малих груп користувачів, сімейних об'єднань та локальних команд актуалізується потреба у створенні легких вебзастосунків, які поєднують інструменти спільного планування, гнучке керування подіями, підтримку адаптивної організації часу та мінімалістичний інтерфейс. Такі системи мають забезпечувати зручну колективну взаємодію, оперативний обмін інформацією та адаптацію до змін у розкладах без функціонального перевантаження, що є характерним для корпоративних рішень.

1.3 Аналіз існуючих вебзастосунків для планування та організації часу

Вебзастосунки для планування та організації часу є основним інструментом колективної та індивідуальної координації дій користувачів. Їхні функціональні можливості визначають ефективність використання часу,

швидкість узгодження подій та зручність інтеграції з іншими сервісами [7].

Сучасні рішення можна класифікувати за призначенням та рівнем інтеграції:

а) Google Calendar:

– основними функціями є створення подій, нагадування, спільний доступ до календарів, інтеграція з Gmail та іншими сервісами Google;

– перевагами є висока надійність, реальний час синхронізації, доступність із будь-якого пристрою;

– недоліками є обмежена гнучкість для створення складних ієрархій завдань, не повністю орієнтований на малі групи;

б) Microsoft Outlook Calendar:

– основними функціями є календар, поштовий клієнт, інтеграція з Office 365, планування зустрічей у корпоративному середовищі;

– перевагами є корпоративна інтеграція, підтримка групових нарад, автоматичне узгодження часу учасників;

– недоліками є складний інтерфейс для побутових користувачів, висока насиченість функцій;

в) Trello:

– основними функціями є управління завданнями у вигляді карток, дошки для проєктів, спільна робота над проєктами;

– перевагами є гнучка система завдань, простота колективної взаємодії;

– недоліками є відсутність класичного календарного відображення часу, обмежена підтримка нагадувань;

г) Notion:

– основними функціями є ведення баз даних, календарів, планувальників завдань, спільна робота над документами;

– перевагами є універсальність, налаштовуваність робочого простору, інтеграція з іншими сервісами;

– недоліками є необхідність попереднього налаштування, висока складність освоєння для нових користувачів.

У табл. 1.1 наведена порівняльна таблиця основних характеристик зазначених вебзастосунків.

Аналіз показує, що жоден із існуючих вебзастосунків не поєднує одночасно високу простоту інтерфейсу та повну підтримку колективного планування для малих груп користувачів. Найбільш функціональні системи (Microsoft Outlook, Notion) потребують тривалого освоєння і часто перевантажені зайвими функціями, тоді як простіші рішення (Google Calendar, Trello) мають обмежену інтеграцію завдань та календарних функцій.

1.4 Визначення бізнес-функцій, що потребують автоматизації

В умовах сучасної організації діяльності малих груп та сімейних колективів ефективне планування часу стає критичною умовою продуктивності та координації спільних завдань.

Автоматизація бізнес-функцій вебзастосунку для планування подій та управління часом спрямована на формалізацію та упорядкування процесів, що повторюються, а також на забезпечення прозорості і контрольованості виконання колективних активностей [8]. Бізнес-функції розглядаються як ключові процеси, які забезпечують функціональність системи і логічно взаємопов'язані між собою:

- управління користувачами та правами доступу;
- управління групами користувачів;
- планування подій та управління календарем;
- координація та інтеграція даних;
- аналітика та оцінка ефективності використання часу;
- інтелектуальна підтримка прийняття рішень.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика застосунків управління часом

Назва застосунку	Тип користувача	Календарний функціонал	Спільне планування	Нагадування/с повіщення	Інтеграція з іншими сервісами	Простота використання
Google Calendar	Індивідуальний/ груповий	Так	Так	Так	Gmail, Google Meet	Висока
Microsoft Outlook	Корпоративний	Так	Так	Так	Office 365, Teams	Середня
Trello	Проектний/ груповий	Обмежено	Так	Частково	Slack, Google Drive	Висока
Notion	Універсальний	Так	Так	Частково	Slack, Google Drive, API	Низька/ Середня

Основою організації спільної роботи в інформаційних системах управління часом є коректне та надійне управління обліковими записами користувачів, що виступає базовою передумовою функціонування всіх інших процесів. Система повинна забезпечувати повний цикл реєстрації користувачів із підтвердженням особи, надійні механізми автентифікації, а також підтримку сесій для безперервної та безпечної роботи з ресурсами. Автоматизація зазначених процесів дозволяє гарантувати захист персональних даних, реалізувати розмежування доступу до різних рівнів інформації та функціональних можливостей системи, а також створити умови для персоналізації робочого середовища відповідно до ролей, прав та індивідуальних потреб кожного користувача. Надійне управління обліковими записами є критично важливим чинником формування довіри користувачів до системи та забезпечення її стабільного функціонування в умовах багатокористувацького доступу.

Важливим структурним елементом системи є організація користувачів у групи для реалізації спільного планування, координації завдань і синхронізації дій у межах колективної діяльності. Автоматизація процесів створення, редагування та супроводу груп дозволяє підтримувати актуальний склад учасників, здійснювати контроль за їхньою активністю, а також забезпечувати централізоване управління взаємодією всередині групи. Система повинна враховувати динамічний характер зміни складу груп, зумовлений як організаційними, так і особистісними чинниками, та надавати можливість оперативного коригування структури колективу без порушення цілісності даних і логіки взаємодії між учасниками. Це створює передумови для гнучкої адаптації системи до реальних умов функціонування малих соціальних і професійних груп.

Центральною бізнес-функцією інформаційної системи є організація процесу планування подій з урахуванням наявних ресурсів та поточної завантаженості користувачів. Автоматизація цієї функції передбачає підтримку повного життєвого циклу події, включно зі створенням, редагуванням та видаленням, визначенням часу початку та завершення, встановленням

пріоритету, тривалості заходів і їх прив'язкою до відповідної групи користувачів. Календарна модель, що лежить в основі цієї функції, забезпечує наочну візуалізацію зайнятості учасників, створює умови для своєчасного виявлення можливих конфліктів у графіках та сприяє підвищенню ефективності узгодження спільних активностей. Використання інтерактивних календарних інструментів дозволяє користувачам оперативно коригувати плани та приймати обґрунтовані рішення щодо організації часу.

Для забезпечення узгодженості планування та повноти інформаційного забезпечення система повинна підтримувати синхронізацію з іншими інформаційними ресурсами, зокрема із зовнішніми календарями, поштовими сервісами та корпоративними інформаційними системами. Автоматизація цієї функції дає змогу уникати дублювання даних, зменшувати ризики інформаційних розбіжностей та забезпечувати цілісність і актуальність відомостей про події та завантаженість користувачів. Синхронізація також сприяє формуванню єдиного інформаційного простору, у межах якого всі учасники групи отримують однаково актуальні дані незалежно від використовуваних платформ і пристроїв.

На основі даних, що накопичуються в календарі, система повинна забезпечувати автоматизований аналіз завантаженості учасників, виявлення вільних часових проміжків та генерацію рекомендацій щодо оптимального розподілу подій. Реалізація цієї бізнес-функції ґрунтується на застосуванні методів аналітики даних і дозволяє здійснювати оцінювання ефективності використання часу як окремими користувачами, так і групою в цілому. Такий підхід спрямований на підвищення продуктивності колективу, раціоналізацію робочих процесів і формування обґрунтованих стратегій організації спільної діяльності з урахуванням реальних можливостей учасників.

З метою підвищення ефективності координації заходів система може надавати рекомендації щодо оптимальних дат і часу проведення подій з урахуванням поточної зайнятості всіх учасників. Автоматизація цієї функції дозволяє суттєво зменшити кількість конфліктів у графіку, скоротити часові

витрати на узгодження розкладів та забезпечити більш зручну й результативну взаємодію користувачів у межах колективних процесів. Використання рекомендаційних механізмів сприяє підвищенню якості управлінських рішень у сфері планування та оптимізації часових ресурсів.

Узагальнюючи, наведені бізнес-функції утворюють логічно взаємопов'язаний ланцюг процесів, що охоплює управління користувачами та групами, організацію подій і календарного планування, а також аналітичну підтримку прийняття оптимальних рішень. Автоматизація цього ланцюга забезпечує інтегровану та узгоджену роботу всієї системи, сприяє підвищенню ефективності координації дій користувачів і створює умови для раціонального використання часу у межах малих груп, що є ключовим чинником підвищення результативності спільної діяльності.

1.5 Постановка задачі дослідження

Метою даного дослідження є розробка вебзастосунку для спільного планування подій та управління часом користувачів, який забезпечує ефективну координацію діяльності малих груп та оптимізацію використання часу. Для досягнення поставленої мети визначено наступні основні завдання дослідження:

- провести аналіз предметної області та сучасних підходів до автоматизації планування подій і управління часом у малих групах, виявити ключові бізнес-процеси та їх потреби в автоматизації;

- сформулювати функціональні та нефункціональні вимоги до вебзастосунку, що забезпечують управління користувачами та групами, ведення календаря подій, синхронізацію даних і безпеку інформації;

- розробити архітектурну модель системи з визначенням основних компонентів, їх взаємозв'язків та технологічних рішень для реалізації функціональних модулів;

– реалізувати механізми планування подій з урахуванням зайнятості учасників, автоматичної координації календаря та підтримки оптимального розподілу часу для колективних заходів;

– забезпечити аналітичну підтримку прийняття рішень, включаючи оцінку завантаженості користувачів, виявлення вільних проміжків та рекомендації щодо ефективного планування активностей;

– провести верифікацію та оцінку ефективності реалізованого вебзастосунку на прикладі груп користувачів, визначити вплив автоматизації бізнес-функцій на скорочення часу планування та підвищення узгодженості дій.

2 РОЗРОБКА ВИМОГ ДО СИСТЕМИ

2.1 Особливості вебзастосунків для планування подій та управління часом

Сучасні вебзастосунки для планування подій та управління часом є ключовими інструментами організації індивідуальної та колективної діяльності в цифровому середовищі. Основна мета таких систем полягає у забезпеченні ефективного управління календарними подіями, координації робочих процесів, а також оптимізації розподілу часу користувачів. Застосування вебтехнологій дозволяє забезпечити доступ до функціоналу системи з будь-яких пристроїв, включаючи персональні комп'ютери, ноутбуки та мобільні платформи, що значно підвищує гнучкість і мобільність користувачів.

Вебзастосунки для планування подій вирізняються декількома специфічними характеристиками. По-перше, вони забезпечують інтерактивний інтерфейс для створення, редагування та видалення подій у календарі. Такий інтерфейс зазвичай містить функції перетягування подій, швидкого редагування атрибутів (назви, часу початку та завершення, опису), а також можливість прив'язки подій до конкретних груп або учасників. По-друге, системи підтримують багатокористувацький режим роботи, у якому кожен користувач має індивідуальний доступ до власного календаря, але при цьому може спільно працювати над плануванням групових подій [9]. Це передбачає наявність механізмів авторизації, контролю прав доступу та збереження історії змін.

Ще однією важливою особливістю є інтеграція календаря з іншими складовими системи управління часом. Це включає автоматичне відображення зайнятості учасників, синхронізацію з зовнішніми календарями, нагадування про майбутні події та генерацію пропозицій щодо оптимального часу для зустрічей. Застосування алгоритмів аналізу зайнятості дозволяє системі виконувати роль помічника при плануванні, підказуючи користувачеві вільні проміжки часу та зменшуючи ймовірність конфліктів у розкладі. Така функціональність є особливо важливою у корпоративному середовищі, де необхідно координувати діяльність великої кількості співробітників із різними графіками.

Важливим аспектом вебзастосунків є їх архітектурна структура. Як правило, вони реалізуються за клієнт-серверною моделлю, де фронтенд відповідає за візуалізацію календаря, обробку дій користувача та динамічне оновлення інтерфейсу, а бекенд забезпечує управління даними, обробку бізнес-логіки та інтеграцію з базою даних. Використання сучасних вебтехнологій, таких як HTML, CSS та JavaScript, дозволяє створювати інтерактивні компоненти календаря, включно з таблицями часу, навігацією між тижнями, місяцями та створенням подій у режимі реального часу. Бекенд, реалізований із використанням фреймворків на кшталт Spring або Django, відповідає за забезпечення надійності, безпеки та масштабованості системи.

Значну роль у вебзастосунках відіграють механізми збереження та управління даними. Для цього використовуються реляційні або документно-орієнтовані бази даних, де зберігаються користувачі, групи, події та їх атрибути. Структурована організація даних дозволяє ефективно виконувати запити, сортування та фільтрацію подій, а також автоматично синхронізувати календарі учасників. Крім того, системи підтримують процедури міграції даних, резервного копіювання та відновлення, що забезпечує стабільність функціонування навіть у разі технічних збоїв.

Особливістю сучасних вебзастосунків є наявність інтелектуальних функцій, які підвищують ефективність планування. Серед таких функцій можна виділити автоматичне визначення оптимального часу для зустрічей на основі аналізу наявних подій у календарях учасників, пріоритетизацію подій за важливістю та терміновістю, а також рекомендації щодо повторюваних подій. Ці алгоритми ґрунтуються на аналізі історії активності користувачів, визначенні шаблонів використання часу та прогнозуванні потенційних конфліктів у розкладі [10].

Інтерфейс вебзастосунку для планування подій характеризується високою інтерактивністю та гнучкістю. Користувачі мають змогу легко переміщувати події в календарі, змінювати їхні параметри, розкривати деталі та переглядати зайнятість інших учасників. Додатково впроваджуються функції фільтрації

подій за групами, категоріями або пріоритетом, що підвищує зручність використання системи при великій кількості інформації. Застосування таких функцій дозволяє мінімізувати час на пошук інформації та організацію робочих процесів.

Однією з ключових проблем при розробці вебзастосунків для управління часом є забезпечення масштабованості та продуктивності при збільшенні кількості користувачів і подій. Для її вирішення застосовуються оптимізовані алгоритми взаємодії з базою даних, кешування, асинхронна обробка запитів і технології відкладеного завантаження даних. Крім того, забезпечується підтримка різних часових поясів, синхронізація з мобільними платформами та інтеграція з іншими корпоративними сервісами.

Безпека та конфіденційність інформації є невід'ємними складовими вебзастосунків для планування подій. Це включає використання механізмів аутентифікації та авторизації користувачів, шифрування даних, контроль доступу до подій та журналювання змін. У корпоративному середовищі особлива увага приділяється правам доступу до групових календарів, обмеженню можливості редагування подій окремими учасниками та захисту від несанкціонованого втручання.

Отже, вебзастосунки для планування подій та управління часом поєднують інтерактивний інтерфейс, багатокористувацьку взаємодію, інтелектуальні алгоритми планування, надійну архітектуру та високий рівень безпеки. Системний підхід до розробки таких застосунків передбачає баланс між функціональністю, продуктивністю та зручністю використання, що є ключовим фактором їх ефективності у сучасному цифровому середовищі.

2.2 Вибір типу системи для організації часу користувачів

Вибір оптимального типу системи для організації часу користувачів є критично важливим етапом у процесі розробки вебзастосунків для планування

подій, оскільки від нього залежить ефективність управління календарем, продуктивність користувачів та зручність взаємодії з системою. Системи організації часу можна класифікувати за кількома критеріями, серед яких архітектура, масштабованість, ступінь автоматизації процесів та інтеграційні можливості.

Першим критерієм вибору інформаційної системи управління часом є її архітектурний тип, який визначає спосіб взаємодії користувача з даними, програмною логікою та обчислювальними ресурсами. Архітектура суттєво впливає на продуктивність системи, рівень безпеки, можливості масштабування та зручність використання. Найбільш поширеними є централізовані, клієнт серверні та хмарні моделі побудови таких систем. Централізовані системи передбачають зберігання всієї інформації на одному сервері, що забезпечує високу узгодженість даних, спрощує резервне копіювання та контроль доступу, однак водночас обмежує гнучкість у доступі, ускладнює масштабування та знижує відмовостійкість у разі збоїв обладнання [11]. Клієнт серверна архітектура дозволяє розділити обчислювальне навантаження між серверною частиною та клієнтським інтерфейсом, що забезпечує динамічне оновлення календарних даних, оперативну взаємодію користувачів із системою та можливість роботи на різних типах пристроїв. Хмарні системи, у свою чергу, надають найвищий рівень мобільності та масштабованості, оскільки дані та логіка їх обробки розміщуються у віддалених дата центрах, а доступ здійснюється через браузер або мобільний застосунок без необхідності локальної інсталяції програмного забезпечення.

Другим важливим критерієм є масштабованість та підтримка багатокористувацького режиму роботи, що має принципове значення для систем організації часу в умовах групової діяльності. Такі системи повинні ефективно функціонувати як у режимі індивідуального планування, так і в умовах одночасної роботи великої кількості користувачів, які спільно формують календарі, узгоджують події та координують свою діяльність. Для корпоративного середовища особливо доцільним є застосування систем із

розвиненою підтримкою групових календарів, механізмами синхронізації зайнятості та засобами контролю доступу до подій. Це дозволяє не лише уникати конфліктів у розкладі, а й автоматизувати процес узгодження часу для нарад, зустрічей і спільних заходів, що суттєво підвищує ефективність управління часовими ресурсами.

Третім критерієм є ступінь автоматизації процесів планування, який безпосередньо впливає на зручність використання системи та рівень навантаження на користувача. Ручне введення подій може бути ефективним лише для обмеженої кількості користувачів та простих сценаріїв використання, тоді як у сучасних умовах зростає потреба в інтелектуальних механізмах підтримки прийняття рішень. Сучасні системи управління часом активно використовують алгоритми аналізу зайнятості, автоматичне формування підказок щодо оптимального часу для подій, механізми повторення заходів, а також інтеграцію з зовнішніми календарними сервісами. Використання таких функцій дозволяє суттєво знизити когнітивне навантаження на користувача, підвищити точність планування та мінімізувати кількість помилок, що особливо важливо в умовах роботи великих колективів і високої динаміки змін у розкладі.

Четвертим аспектом є інтеграційні можливості та підтримка різних програмно апаратних платформ. Система повинна забезпечувати безперервну синхронізацію даних між різними пристроями та сервісами, включно з мобільними застосунками, веб інтерфейсом, поштовими сервісами та корпоративними системами управління [12]. Високий рівень інтеграції дозволяє уникнути дублювання інформації, зменшує ризик виникнення розбіжностей у даних, підвищує їх актуальність та забезпечує безперервність процесів планування незалежно від платформи, з якої здійснюється доступ. Це особливо важливо в умовах дистанційної роботи, мобільності користувачів та використання різноманітних цифрових середовищ.

На основі аналізу зазначених критеріїв доцільним є вибір клієнт серверної веб системи з підтримкою хмарного зберігання даних і багатокористувацького режиму роботи. Такий підхід поєднує переваги централізованого управління

інформацією з високою гнучкістю доступу з мобільних пристроїв і персональних комп'ютерів. Система такого типу забезпечує можливість масштабування залежно від кількості користувачів, високий рівень інтерактивності, підтримку автоматизованих алгоритмів планування та ефективну організацію групових календарів. Вона дозволяє здійснювати управління подіями, відстежувати зайнятість користувачів у реальному часі та забезпечує безпечний доступ до даних із застосуванням сучасних механізмів автентифікації та захисту інформації.

Крім того, вибрана система має підтримувати розширюваність функціоналу, що передбачає можливість поступового нарощування її можливостей відповідно до зростання вимог користувачів. Це включає додавання нових програмних модулів, інтеграцію з додатковими сервісами та застосування інтелектуальних алгоритмів для оптимізації процесу планування. Наприклад, функції підказки оптимального часу для проведення зустрічей або пріоритетизація подій можуть бути реалізовані за допомогою спеціалізованого модуля аналізу зайнятості користувачів. Застосування таких інструментів сприяє підвищенню ефективності використання системи, покращує якість управлінських рішень і забезпечує більш раціональне використання часових ресурсів у межах колективної діяльності.

2.3 Визначення критеріїв пріоритетності та важливості подій

В умовах сучасного інформаційного середовища користувачі стикаються з великою кількістю подій і завдань, що потребує систематизації та ефективного управління їхньою значимістю. Визначення критеріїв пріоритетності та важливості подій є ключовим етапом у процесі планування часу, оскільки дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів користувача, уникнути конфліктів у розкладі та забезпечити виконання найважливіших завдань у визначені терміни. У вебзастосунках для планування подій пріоритетність і важливість подій

визначаються на основі комплексного аналізу характеристик подій, ролі учасників, часових обмежень і зв'язку з іншими подіями.

Пріоритет події визначається як ступінь її терміновості та впливу на загальний розклад користувача [13]. Основними критеріями для оцінки пріоритету є:

- термін виконання – визначає, наскільки подія обмежена у часі. Події з короткими термінами або з наближенням дедлайну отримують вищий пріоритет;
- залежність від інших подій – події, виконання яких впливає на подальші завдання або групові процеси, мають підвищену пріоритетність;
- участь ключових учасників – зустрічі та наради з важливими або обов'язковими учасниками мають більш високий пріоритет порівняно з необов'язковими заходами;
- вплив на досягнення цілей користувача – події, що прямо пов'язані з реалізацією стратегічних цілей, бізнес-процесів або важливих завдань, отримують пріоритет над менш значущими активностями.

Важливість події характеризує її значущість для користувача або групи користувачів, незалежно від терміновості виконання. Визначення важливості передбачає врахування таких аспектів: стратегічного значення завдання, його впливу на інші процеси та результатів, що можуть бути досягнуті у разі своєчасного виконання. Події, які мають високу важливість, повинні отримувати належне місце в календарі навіть за умови наявності інших термінових, але менш значущих завдань.

Для практичної реалізації у вебзастосунках визначення пріоритетності та важливості подій може здійснюватися через багаторівневу систему оцінок, яка дозволяє інтегрувати суб'єктивні та об'єктивні критерії оцінювання завдань. Кожна подія в системі може отримувати числовий бал за параметрами терміновості та значущості, після чого алгоритми автоматично ранжують події у календарі відповідно до їх загальної значущості. Такий підхід не лише дозволяє користувачеві швидко орієнтуватися у списку завдань, а й забезпечує наочне виділення найбільш критичних подій, на яких слід зосередити увагу

першочергово. Крім того, багаторівнева система оцінок сприяє ефективнішому розподілу ресурсів користувача, дозволяючи уникати перевантаження у випадку одночасної наявності великої кількості завдань, що мають різний рівень важливості.

Ключовим елементом реалізації системи є інтеграція критеріїв пріоритетності та важливості подій з алгоритмами планування, що забезпечує автоматизовану підтримку прийняття рішень щодо оптимального розташування заходів у календарі [14]. Зокрема, система здатна пропонувати оптимальні часові проміжки для подій із високим пріоритетом, запобігаючи накладанню важливих заходів та своєчасно попереджаючи користувача про потенційні конфлікти. У випадку, коли два або більше важливих заходів збігаються у часі, система може автоматично запропонувати перенесення менш критичних подій, обрати альтернативний час або сформувати компромісний графік для всіх залучених учасників. Така функціональність дозволяє підвищити ефективність планування, скоротити час на ручне узгодження завдань та зменшити ризик виникнення організаційних помилок.

Особливе значення в умовах колективного планування набуває синхронізація критеріїв пріоритетності між учасниками групових календарів. Для цього застосовуються алгоритми агрегування оцінок терміновості та важливості, наданих різними користувачами, що дозволяє визначити загальний рівень пріоритетності події для всієї команди. Такий підхід є особливо актуальним у корпоративних середовищах, де продуктивність роботи групи значною мірою залежить від узгодженості розкладів, раціонального розподілу часу між учасниками та своєчасного виконання критичних завдань. Синхронізація пріоритетів забезпечує не лише баланс між індивідуальними та груповими потребами, а й підвищує ефективність колективного планування, оскільки система здатна об'єктивно відображати найбільш значущі події з точки зору всіх учасників.

Додатково сучасні вебзастосунки можуть використовувати інтелектуальні механізми визначення пріоритетів, що ґрунтуються на аналізі великих масивів

даних та історії взаємодії користувача із системою. Алгоритми машинного навчання здатні виявляти закономірності у виконанні завдань, оцінювати звички та поведінкові особливості користувача, після чого автоматично присвоювати подіям відповідний рівень пріоритетності та важливості. Такий підхід дозволяє системі адаптуватися до індивідуальних особливостей користувача, підвищуючи точність прогнозування завантаженості, оптимізуючи розподіл часу та мінімізуючи ймовірність пропуску критичних подій. Впровадження інтелектуальних алгоритмів у поєднанні з багаторівневою системою оцінки пріоритетів забезпечує більш гнучке, ефективне та персоналізоване планування, що відповідає сучасним вимогам до організації робочого часу у різних типах груп та колективів.

2.4 Розробка системних вимог

Розробка системних вимог є одним із ключових етапів проектування вебзастосунку для організації та управління часом користувачів, оскільки саме на цьому етапі відбувається формалізація основних технічних, функціональних та організаційних характеристик системи, які забезпечують її ефективне та стабільне функціонування у реальних умовах експлуатації. Правильно визначені системні вимоги слугують фундаментом для всіх наступних етапів розробки, включаючи детальне проектування функціональних модулів, тестування програмного забезпечення, інтеграцію окремих компонентів та подальшу підтримку і розвиток системи. Вони визначають рамки та обмеження, в яких повинна працювати програма, а також критерії ефективності, що дозволяють оцінювати її продуктивність, надійність, безпеку та взаємодію з зовнішніми сервісами. Системні вимоги охоплюють різні аспекти, починаючи від апаратних і платформних характеристик до питань масштабованості, безпеки та інтеграційних можливостей, і саме їх комплексне опрацювання дозволяє забезпечити високий рівень функціональної та технічної узгодженості всіх компонентів системи.

Системні вимоги можна умовно розділити на кілька основних груп, кожна з яких визначає певний напрямок забезпечення роботи вебзастосунку. Однією з найважливіших є група апаратних та платформних вимог, що встановлює мінімальні умови для коректного запуску та стабільної роботи системи. Ці вимоги включають характеристики серверного обладнання, обсяг оперативної пам'яті, процесорну потужність, а також умови безперервного доступу до високошвидкісного інтернет-з'єднання. Для кінцевих користувачів критично важливими є сумісність із сучасними веббраузерами, підтримка мобільних платформ, забезпечення адаптивності інтерфейсу та оптимізація відображення інформації на різних пристроях, що дозволяє підтримувати ефективну взаємодію користувачів із системою незалежно від технічних особливостей їхніх гаджетів. Важливою складовою цього аспекту є також передбачення можливостей масштабування апаратної інфраструктури, що дозволяє системі ефективно обробляти зростаючі обсяги даних та збільшену кількість одночасних користувачів.

Другою групою системних вимог є програмні характеристики, які включають використання операційних систем, серверних платформ, баз даних та сучасних програмних фреймворків. Для вебзастосунків планування подій особливо доцільним є застосування стеку технологій, що забезпечує надійність, безпеку, гнучкість і можливість масштабування системи. До таких технологічних рішень відносяться бекенд-фреймворки, наприклад, Spring Framework для Java, що забезпечують структуровану реалізацію серверної логіки та підтримку принципів модульності, клієнтські технології, включно з HTML, CSS та JavaScript, реляційні бази даних, такі як PostgreSQL, а також інструменти для управління міграціями та версіями схеми бази даних, наприклад Liquibase [15]. Використання сучасних програмних компонентів дозволяє забезпечити високу сумісність між різними модулями системи, створює можливості для легкого впровадження нових функцій та підтримує адаптивність вебзастосунку до змінних умов експлуатації. Крім того, обрана технологічна база сприяє підвищенню надійності системи, оптимізації процесів обробки даних та

зменшенню ризиків виникнення технічних проблем під час роботи користувачів із системою.

Третя група системних вимог охоплює аспекти продуктивності та масштабованості вебзастосунку. Вона визначає швидкість обробки запитів, час відгуку інтерфейсу, здатність системи одночасно обслуговувати велику кількість користувачів та обсяг доступного зберігання даних. Для багатокористувацьких систем управління часом та календарями критично важливо забезпечити ефективно виконання запитів до бази даних, організувати асинхронну обробку подій, впровадити механізми кешування результатів та оптимізувати взаємодію між серверними і клієнтськими компонентами. Висока продуктивність та масштабованість безпосередньо впливають на користувацький досвід, оскільки дозволяють забезпечити швидкий доступ до інформації, підтримку паралельної роботи великої кількості учасників та стабільне функціонування системи при пікових навантаженнях.

Четверта група системних вимог пов'язана з безпекою та захистом даних, що є критично важливим аспектом для вебзастосунків, що працюють із персональною та корпоративно значущою інформацією. Вона передбачає впровадження механізмів аутентифікації та авторизації користувачів, шифрування конфіденційних даних, організацію контролю доступу до групових календарів, ведення журналів змін та моніторинг подій для запобігання несанкціонованому втручанню [16]. Безпека системи визначає довіру користувачів до платформи та гарантує збереження інформації від випадкових або цілеспрямованих порушень. Для забезпечення високого рівня безпеки важливим є інтегрування сучасних криптографічних протоколів, регулярне оновлення компонентів системи та впровадження механізмів резервного копіювання, що дозволяє оперативно відновлювати дані у разі технічних збоїв або кібератак.

П'ята група вимог стосується інтеграційної взаємодії, яка забезпечує синхронізацію даних між різними платформами, включно з мобільними додатками, вебінтерфейсом та зовнішніми календарями. Система повинна

надавати можливість підключення до сторонніх сервісів, забезпечувати обмін даними у реальному часі та автоматичне узгодження інформації між користувачами та групами [17]. Це дозволяє підвищити гнучкість роботи користувачів, уникати дублювання інформації та забезпечувати актуальність даних у будь-який момент часу. Інтеграційні можливості також створюють основу для масштабування системи та розширення її функціоналу без порушення існуючих процесів обробки даних.

Шоста група вимог охоплює забезпечення функціональної надійності та доступності системи. Вебзастосунок повинен гарантувати безперервний доступ користувачів до календаря, коректну роботу навіть при часткових збоях окремих компонентів, а також можливість відновлення даних після виникнення технічних проблем. Досягнення високого рівня надійності передбачає використання резервного копіювання, масштабованих серверних рішень, організацію кластерів та контроль версій даних. Надійність системи є одним із ключових показників її якості та безперервності функціонування, оскільки порушення доступності або втрати даних безпосередньо впливають на ефективність управління часом користувачів та планування колективних заходів.

Важливим аспектом формування системних вимог є також забезпечення зручності та інтуїтивності інтерфейсу користувача, оскільки незалежно від технічної складності система повинна бути зрозумілою, доступною та мінімізувати час навчання користувача. Це включає продуману організацію інтерфейсу відповідно до принципів ергономіки, наявність підказок при створенні та редагуванні подій, логічну структуру групових календарів, можливість швидкої навігації між датами та подіями, а також адаптацію елементів керування до різних типів пристроїв. Інтуїтивність інтерфейсу сприяє підвищенню продуктивності користувачів, зменшенню ймовірності помилок та створює умови для ефективного використання системи в щоденній практиці. Такий підхід до формування вимог забезпечує комплексну підтримку всіх аспектів функціонування вебзастосунку, сприяє досягненню високих показників

продуктивності, надійності та зручності, що є необхідними умовами для успішного управління часом у багатокористувацькому середовищі.

2.5 Розробка функціональних вимог

Функціональні вимоги до системи «Планування та управління часом користувачів» формують конкретні дії, які система повинна виконувати для забезпечення ефективного управління часом та координації подій користувачів. Вони спираються на модель А-0, яка визначає головну функцію системи як єдиний блок взаємодії із зовнішнім середовищем, і детально описані через діаграму контексту, представлену на рис. 2.1.

Діаграма системи є одним із ключових елементів аналітичного моделювання, який дозволяє відобразити всі основні компоненти вебзастосунку, що забезпечують його функціонування, і забезпечує комплексне уявлення про структурну організацію процесів всередині системи. Вона надає можливість наочно продемонструвати взаємозв'язки між різними складовими, включно з потоками даних, керуючими впливами, механізмами обробки інформації та вихідними результатами, що формуються на основі оброблених даних. Завдяки такій візуалізації розробники можуть ефективно планувати архітектуру системи, визначати логіку виконання операцій та послідовність обробки запитів, що значно підвищує точність і передбачуваність функціонування програмного забезпечення. Діаграма системи також слугує потужним інструментом для аналізу взаємодії між входами та виходами, дозволяючи простежити шляхи потоків даних від моменту їх надходження до кінцевої обробки та генерації результатів, що є критично важливим для забезпечення ефективного календарного планування та координації дій користувачів.

Крім того, діаграма надає можливість оцінити взаємодію між різними компонентами системи з точки зору керування інформацією, що включає механізми контролю за достовірністю даних, перевірку їх цілісності та логіку передачі між модулями. Це дозволяє розробникам прогнозувати потенційні

проблеми на етапі проектування та своєчасно виявляти вузькі місця, які можуть стати причиною затримок або некоректної роботи системи при обробці великих обсягів інформації або під час одночасної роботи великої кількості користувачів. Для користувачів діаграма системи виступає наочною ілюстрацією принципів організації робочого процесу, демонструючи, як формуються події, як відбувається їх обмін між учасниками, а також яким чином інформація узгоджується та синхронізується між різними платформами та пристроями.



Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма

На вхід системи надходить комплекс різноманітних даних користувачів, який включає не лише базову персональну інформацію, таку як ім'я, контактні дані та ролі користувача, але й специфічні параметри, що характеризують його поведінкові пріоритети, доступність у часі, пріоритети завдань, рівень критичності активностей та інші індивідуальні характеристики. Ці дані є основою для побудови персоналізованого календаря, що відображає

індивідуальні потреби та можливості користувача. Крім того, система отримує інформацію про події календаря, які можуть бути створені іншими користувачами або організаційними підрозділами, включаючи зовнішні події, які впливають на розклад користувача. Така інтеграція дозволяє враховувати взаємозалежності між різними завданнями та активностями, формуючи повний контекст для оптимального розподілу часу та підвищення ефективності планування. Дані, що надходять на вхід, проходять попередню обробку та стандартизацію, що забезпечує їх сумісність і коректність подальшого використання у алгоритмах планування та аналізу.

Керуючі впливи у системі реалізуються через комплекс нормативних та інструктивних документів, які регламентують правила користування системою, встановлюють стандарти безпеки та конфіденційності, визначають обмеження доступу до різних типів даних та правила формування календарних подій. Ці нормативи забезпечують систематичне і послідовне управління процесами, запобігаючи виникненню помилок та забезпечуючи коректність даних. Крім формальних правил, система також враховує керівництво користувача, що надає рекомендації щодо налаштувань календаря, пріоритезації завдань, оптимального розподілу часу та використання доступних функцій. Така інтеграція керівних впливів дозволяє системі адаптуватися під індивідуальні потреби користувачів, формуючи персоналізований інтерфейс та підвищуючи зручність взаємодії з системою. Водночас дотримання встановлених норм і правил забезпечує безпеку даних та стабільність функціонування всіх компонентів системи.

Механізми обробки даних у системі охоплюють різні рівні взаємодії користувачів, починаючи від незареєстрованих користувачів, які мають обмежений доступ до базових функцій, і закінчуючи адміністраторами, що здійснюють управління системними параметрами, контроль за достовірністю інформації та надання додаткових прав для внесення змін або видалення даних. Ці механізми визначають, хто і яким чином може взаємодіяти із системою, встановлюючи чітку ієрархію доступу та ролей, що підвищує безпеку та ефективність управління інформацією. Система реалізує перевірку

автентичності та авторизацію користувачів, що дозволяє забезпечити захист персональних даних і конфіденційної інформації, а також підтримує ведення журналів змін і дій для контролю та аудиту.

Вихідні дані системи формуються у вигляді актуального та інтерактивного календаря користувача, який відображає всі заплановані події з урахуванням встановлених пріоритетів, обмежень та оптимізації часових проміжків. Календар забезпечує зручне представлення інформації, дозволяє користувачу швидко оцінювати наявність вільного часу та коригувати власний розклад у режимі реального часу. Крім цього, система генерує оптимальні часові проміжки для виконання завдань на основі аналізу наявних ресурсів і взаємозв'язків між активностями, що дозволяє уникати накладок і забезпечує раціональний розподіл часу.

Функціональні вимоги системи «Планування та управління часом користувачів» детально описані на основі діаграми декомпозицій, представленої на рис. 2.2. Система приймає на вхід запити для створення подій, які включають бажану дату, тривалість та список учасників. На підставі цих запитів здійснюється інтеграція даних про поточні події календаря та зайнятість учасників, що дозволяє визначити всі доступні та зайняті проміжки часу. Після аналізу вхідних даних система порівнює запит з існуючим календарем, виявляє накладення та конфлікти, чітко маркує проблемні часові проміжки і надає користувачу інформацію для ухвалення рішення. Крім того, система здатна автоматично пропонувати альтернативні часові проміжки для проведення подій, що зменшує час на ручне коригування розкладу. Вона також забезпечує збереження історії змін у календарі, що дозволяє відслідковувати попередні конфлікти та ухвалені рішення для покращення подальшого планування.

На основі правил і обмежень, визначених нормативною документацією, система формує оптимальні часові проміжки для проведення зустрічей, робочих сесій та інших активностей користувачів. Ці проміжки представлено у вигляді ранжованого списку, який відображає пріоритети кожного можливого варіанту з

урахуванням доступності учасників, тривалості події, встановлених обмежень і специфіки календаря користувача.

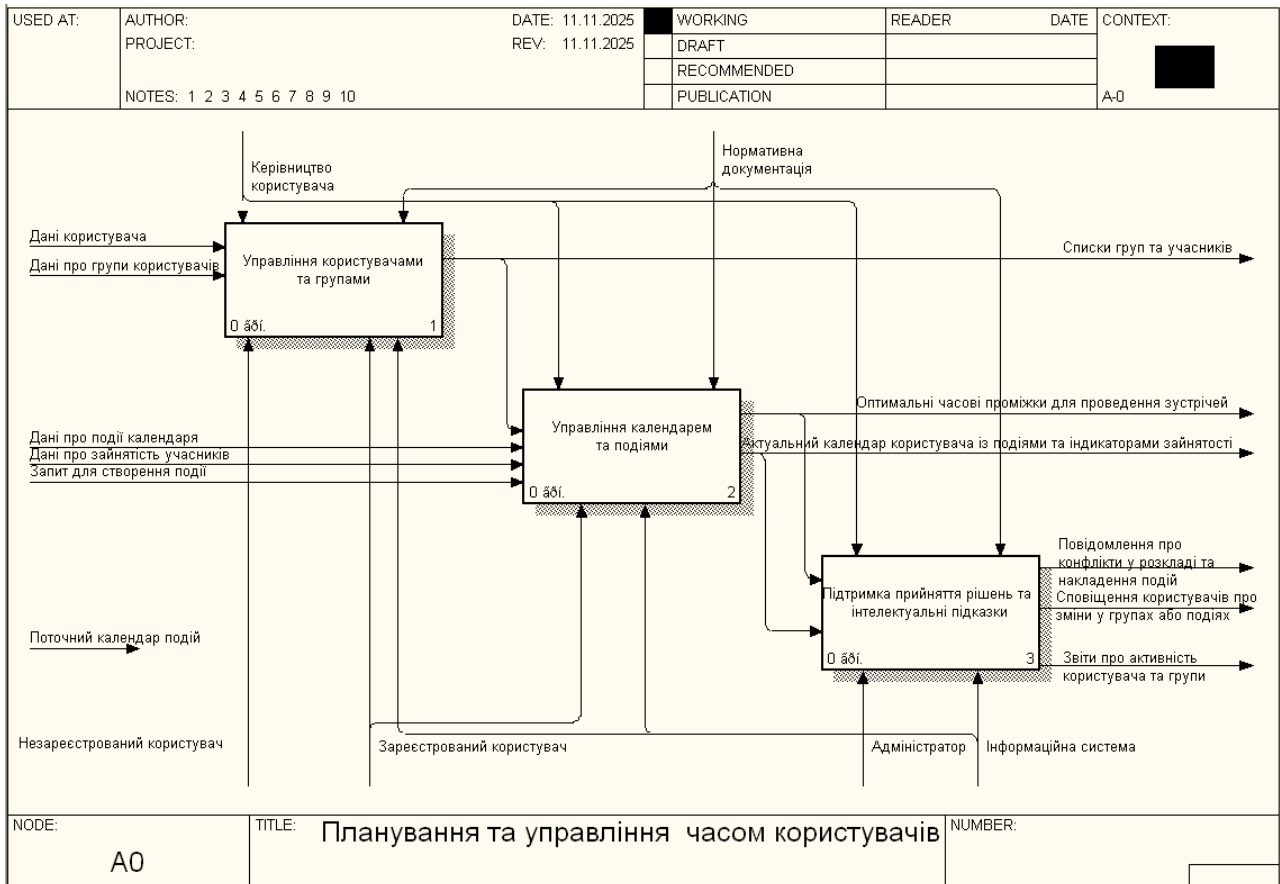


Рисунок 2.2 – Діаграма декомпозиції

Такий підхід дозволяє системі пропонувати найбільш ефективні варіанти планування, знижуючи ймовірність конфліктів та накладень, і значно спрощує процес ухвалення рішень для користувачів. Інтерфейс відображає актуальний календар користувача з усіма запланованими подіями, включаючи візуальні індикатори зайнятості, що забезпечує високу наочність інформації та дозволяє користувачу легко орієнтуватися у своєму розкладі, оцінювати вільні проміжки часу та планувати нові активності з урахуванням пріоритетів та існуючих обмежень.

Крім основної функції планування, система реалізує механізми сповіщення користувачів про виникнення конфліктів, змін у календарі або оновлення інформації про участь інших учасників. Це дозволяє користувачам оперативно

реагувати на накладення подій, коригувати власний розклад та приймати рішення щодо перенесення або відміни активностей. У ході роботи система також здійснює збір та агрегування даних про активність окремих користувачів і груп, формуючи аналітичні звіти, що відображають ефективність планування та використання часу. Ці звіти надають адміністраторам можливість оцінювати продуктивність користувачів, виявляти повторювані конфлікти у розкладі, а також здійснювати коригування правил і нормативів у системі. Для адміністративного персоналу передбачено окремий інтерфейс, який дозволяє переглядати і редагувати нормативну документацію, встановлювати обмеження доступу, змінювати правила планування та контролювати взаємодію користувачів із системою.

Фіналізовані дані про події та аналітичні звіти зберігаються у внутрішній інформаційній системі, що забезпечує довгострокове збереження інформації та можливість її подальшого використання для аналізу, оптимізації процесів планування та управління часом, а також для покращення алгоритмів ранжування та оцінки доступності учасників у майбутньому. Така організація даних дозволяє створювати історію активностей, відстежувати тенденції у використанні календаря, оцінювати ефективність координації дій і прогнозувати можливі накладки на основі попереднього досвіду.

На рис. 2.3 представлено внутрішню структуру блоку, відповідального за управління користувачами та групами, який виконує комплексну первинну обробку даних користувачів. Цей блок забезпечує нормалізацію, структурування та класифікацію отриманих даних, формуючи організовану інформаційну модель для подальшого використання іншими компонентами системи. Він здійснює перевірку автентичності і цілісності даних, визначає ролі та рівні доступу користувачів, а також забезпечує підготовку інформації для алгоритмів планування, аналізу конфліктів та оптимізації часових проміжків. Завдяки цій функціональній структурі блок управління користувачами та групами виконує ключову роль у забезпеченні надійності, безпеки та ефективності роботи всієї

системи, слугуючи центральним компонентом для інтеграції даних та підтримки процесів прийняття рішень у режимі реального часу.

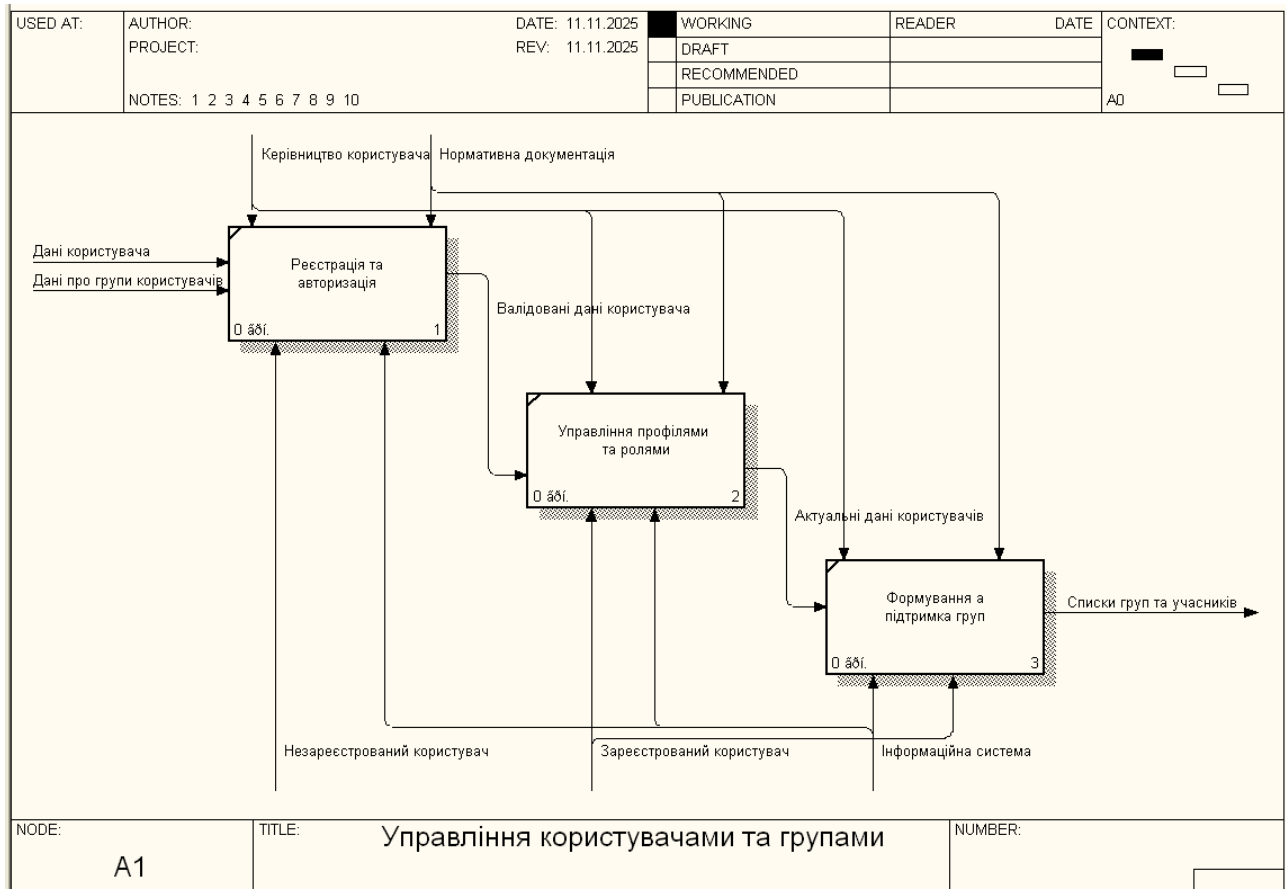


Рисунок 2.3 – Діаграма рівня A1

Система приймає на вхід дані користувачів та інформацію про групи, після чого здійснюється комплексний процес перевірки та валідації цих даних. На цьому етапі відбувається контроль отриманої інформації керівництвом користувача, що забезпечує відповідність введених даних встановленим правилам і стандартам. Система також взаємодіє з незареєстрованими користувачами, які подають початкову інформацію для процесу реєстрації та авторизації, включаючи персональні дані, контактні відомості та інші характеристики, необхідні для подальшого формування профілю.

В результаті цієї первинної обробки формується валідована інформація про користувачів, яка відповідає критеріям цілісності, повноти та достовірності,

що є фундаментом для подальших операцій системи і забезпечує стабільність її функціонування.

Після завершення первинної валідації система здійснює управління профілями та ролями користувачів. На цьому етапі валідовані дані аналізуються у контексті нормативної документації, яка визначає правила призначення ролей та формування актуальних профілів. Для кожного зареєстрованого користувача на основі визначених ролей автоматично встановлюється рівень доступу до відповідних функціональних модулів системи, що забезпечує ефективне розмежування прав та можливостей у межах платформи. В результаті формується структурована модель даних, яка відображає поточний стан профілів і ролей, забезпечуючи готовність до інтеграції з іншими функціональними блоками, зокрема блоком планування подій та управління календарем. Така організація даних дозволяє не лише контролювати доступ, але й підвищує безпеку та ефективність адміністрування системи, гарантуючи коректність подальших операцій.

Під час обробки система також враховує складні взаємозв'язки між користувачами та групами, використовуючи інформацію, надану на початковому етапі, для побудови структурованих групових моделей. Це дозволяє формувати організовані ієрархії та асоціації, що відображають реальні робочі або соціальні взаємодії між учасниками. Дані зберігаються у внутрішній інформаційній системі, що гарантує їх цілісність, надійність та постійну доступність для подальшої обробки. Кінцевим результатом цього процесу є сформовані та організовані списки користувачів і груп, які стають базовим елементом для всіх наступних функцій системи, включаючи управління ролями, планування подій та координацію активностей між учасниками, що підвищує загальну ефективність взаємодії всередині платформи.

На рис. 2.4 представлено внутрішню роботу функціонального блоку, відповідального за управління календарем та подіями, який є центральним для логіки планування та координації часу користувачів.

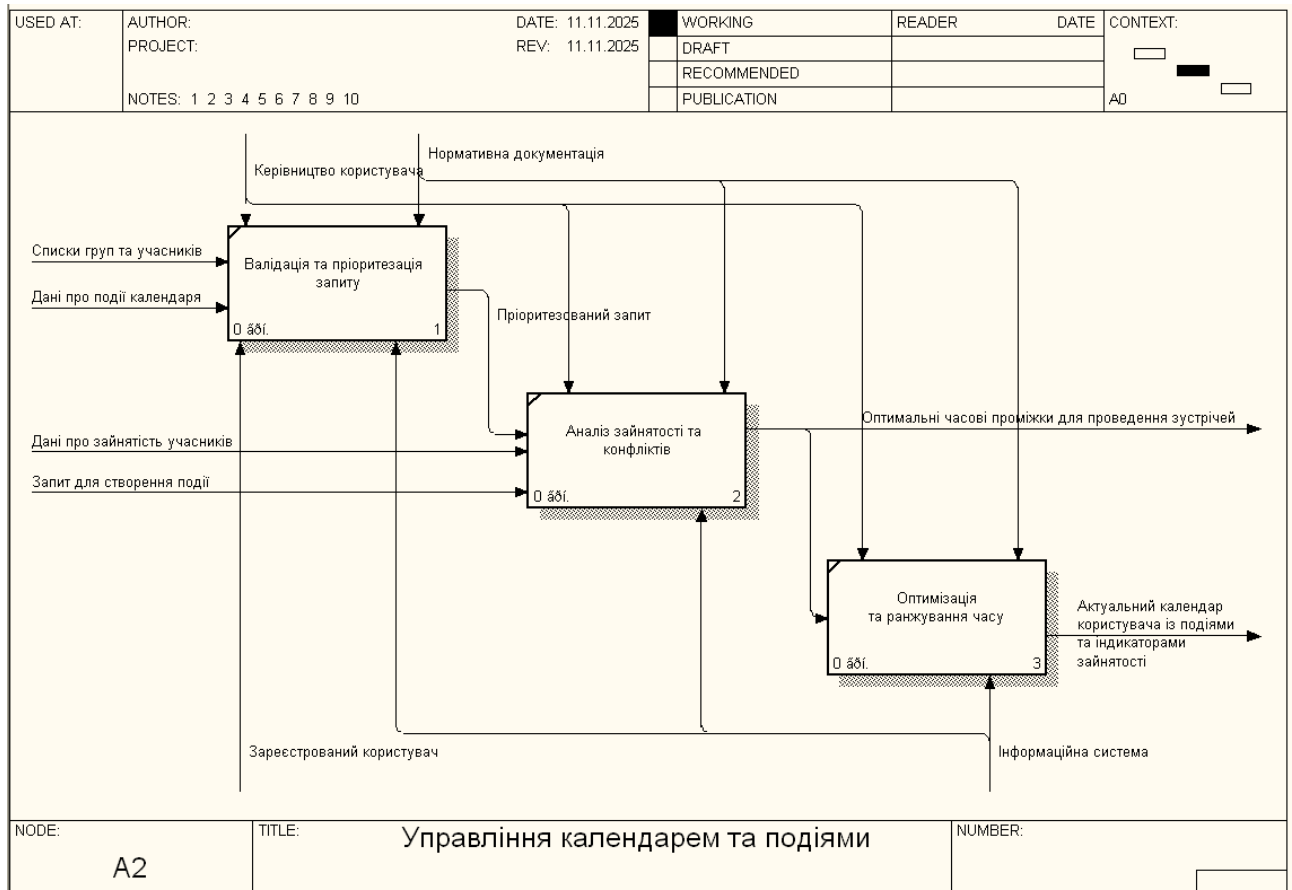


Рисунок 2.4 – Діаграма рівня A2

Система приймає на вхід запити на створення подій, інформацію про учасників та їхні групи, а також дані про поточні активності у календарі. На початковому етапі відбувається перевірка отриманих запитів на коректність та відповідність стандартам системи, після чого здійснюється їх пріоритезація відповідно до важливості та пріоритетності подій.

Керівництво користувача забезпечує контроль цього процесу, гарантуючи, що запити обробляються відповідно до правил планування та встановлених обмежень. Результатом цього етапу є пріоритезований запит, який слугує основою для подальшої обробки системою, включаючи визначення доступних часових проміжків, розподіл ресурсів і інтеграцію з іншими функціональними блоками для формування оптимального календаря користувача.

Після завершення етапів валідації та пріоритезації система переходить до комплексного аналізу зайнятості користувачів і виявлення потенційних конфліктів у календарі. На цьому етапі здійснюється порівняння

пріоритезованого запиту з наявними розкладами окремих користувачів та груп, що дозволяє визначити всі можливі періоди, у яких учасники можуть брати участь у запланованих подіях. Система враховує дані про поточну зайнятість користувачів, включаючи заплановані зустрічі, регулярні активності та інші блоки часу, що визначені як недоступні, а також застосовує набір правил і обмежень, закріплених у нормативній документації.

Ці правила регламентують пріоритети подій, допустиму тривалість активностей, обмеження доступу до учасників та інші критичні умови, що впливають на коректність планування. Зареєстровані користувачі, виконуючи роль механізму для реалізації цих операцій перевірки, забезпечують інтерактивну взаємодію з системою, дозволяючи оперативно оцінювати можливі накладки та виявляти конфліктні часові інтервали, що підвищує точність і надійність побудови розкладу.

На фінальному етапі система застосовує спеціалізовані алгоритми оптимізації, призначені для вибору найбільш прийняттого часу проведення подій із урахуванням пріоритетів, обмежень і специфічних вимог користувачів. Ці алгоритми дозволяють ранжувати доступні часові проміжки, оцінюючи кожен варіант за критеріями зручності, рівня конфліктності, тривалості та значущості події.

Після обчислення оптимальних варіантів система оновлює актуальний календар користувача, відображаючи всі заплановані події, індикатори зайнятості та часові блоки, які залишаються вільними. Отримані результати передаються на наступні рівні системи, що забезпечує інтеграцію з модулями аналітики, формування звітності та надання інтелектуальних підказок для підтримки прийняття рішень.

На рис. 2.5 показано внутрішню роботу функціонального блоку, відповідального за підтримку прийняття рішень і формування інтелектуальних підказок, який забезпечує фінальний вивід інформації після завершення процесу планування.

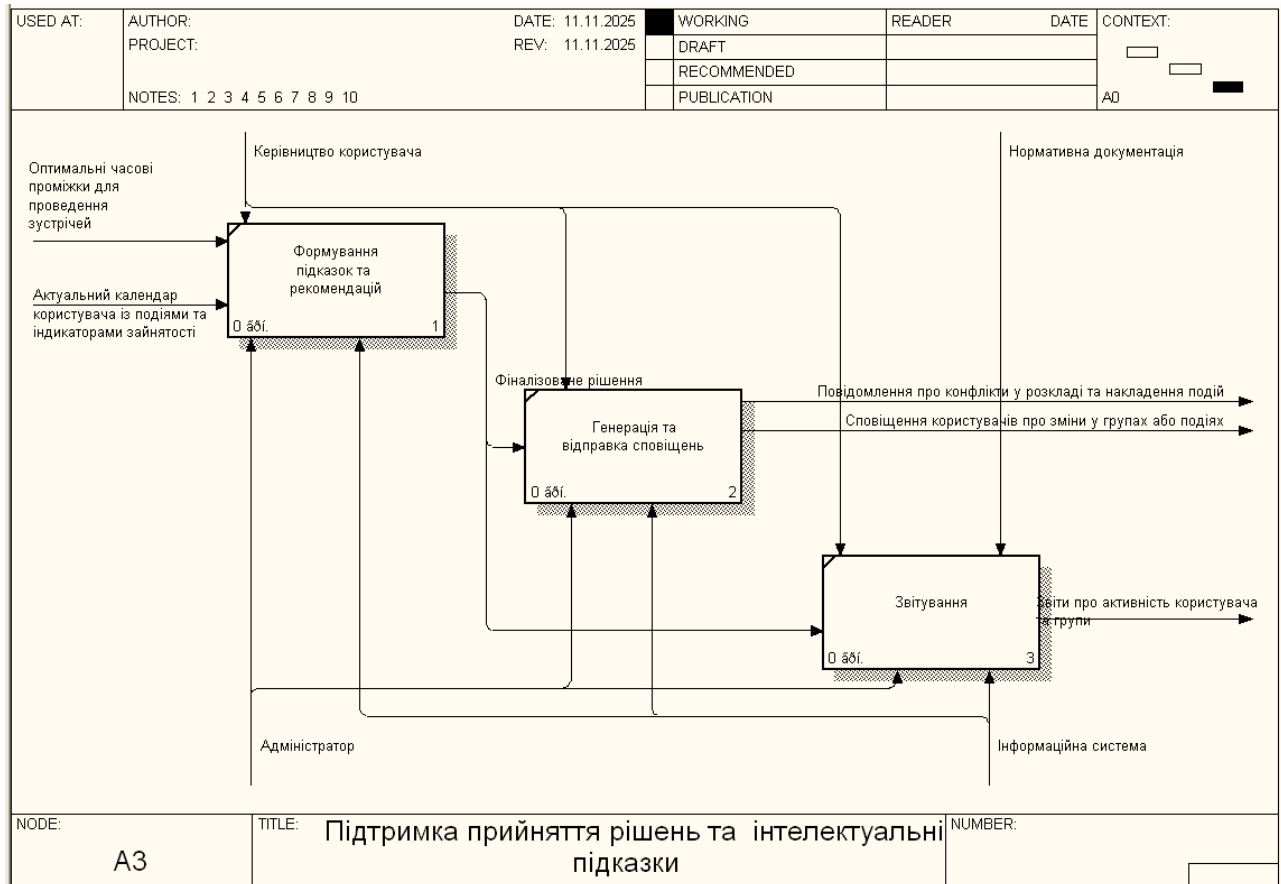


Рисунок 2.5 – Діаграма рівня А3

Система приймає на вхід результати попередньої обробки календаря, які включають оптимальні часові проміжки для проведення зустрічей, актуальний стан календаря користувача з уже запланованими подіями та візуальні індикатори зайнятості, що дозволяють отримати детальне уявлення про завантаженість часу та доступні проміжки для планування нових активностей. На основі цих даних система формує інтелектуальні підказки, які надають користувачу необхідну інформацію для ухвалення остаточного рішення щодо часу проведення події або підтвердження вже запланованих заходів. Процес супроводжується керівництвом користувача, яке забезпечує контроль над алгоритмами формування рекомендацій, гарантуючи відповідність запропонованих варіантів встановленим пріоритетам, індивідуальним вимогам та загальним правилам функціонування системи. Така організація роботи дозволяє підвищити точність планування, забезпечити більш ефективну координацію дій користувачів та сприяє раціональному використанню часу у

межах інтегрованого календаря, що включає як особисті, так і колективні активності. Інтелектуальні підказки враховують не лише завантаженість користувачів, але й взаємозв'язки між груповими подіями, попередні налаштування пріоритетів і можливі конфлікти між заходами, що дозволяє системі більш точно прогнозувати оптимальні часові проміжки та підвищує надійність планування в умовах динамічно змінюваного розкладу.

Після генерації підказок система формує сповіщення для користувачів про потенційні конфлікти в розкладі, накладення подій, зміни у групових активностях та оновлення вже запланованих заходів. Це забезпечує оперативне інформування всіх учасників, що бере участь у плануванні та координації подій, дозволяючи уникнути непорозумінь, накладок і конфліктів у розкладі. У результаті реалізується інтегрована система контролю і координації календарної інформації, яка забезпечує своєчасне реагування на зміни, підвищує прозорість планування та створює умови для більш ефективної взаємодії користувачів як на індивідуальному, так і на колективному рівні. Завдяки цьому забезпечується узгодженість дій, підвищується ефективність використання часу та зменшується ризик порушення робочого графіку через непередбачувані зміни або накладення подій.

На фінальному етапі функціонування система здійснює детальне звітування, фіксуючи всі дії користувачів, зміни в розкладі та ухвалені рішення. Для цього використовуються адміністративні механізми, нормативна документація та автоматизовані модулі ведення журналів подій, а всі дані зберігаються в інформаційній системі для подальшого аналізу та оцінки ефективності планування. Формуються звіти про активність окремих користувачів та груп, що дозволяє виявляти повторювані конфлікти, проблемні часові проміжки, а також оцінювати ефективність використання ресурсів системи. На основі отриманих даних можна вдосконалювати алгоритми управління календарем, адаптувати їх до специфіки діяльності організації, підвищувати продуктивність користувачів і забезпечувати більш точну синхронізацію колективних заходів. Такий підхід створює основу для

безперервного вдосконалення системи, дозволяє підвищувати рівень автоматизації процесів календарного планування та формує умови для адаптивного управління часом у складних багатокористувацьких середовищах з динамічними змінами та взаємозалежними подіями.

2.6 Розробка діаграми варіантів використання системи

Рис. 2.6 представляє модель функціональних вимог системи, яка відображає взаємодію між основними користувачами та прецедентами використання, чітко демонструючи розмежування обов'язків на трьох рівнях. Незареєстрований користувач має обмежений доступ і може виконувати лише функцію реєстрації та автентифікації, що дозволяє йому отримати початковий доступ до системи. Ця базова взаємодія забезпечує контроль за входом у систему і підготовку даних для подальшої роботи зареєстрованих користувачів.

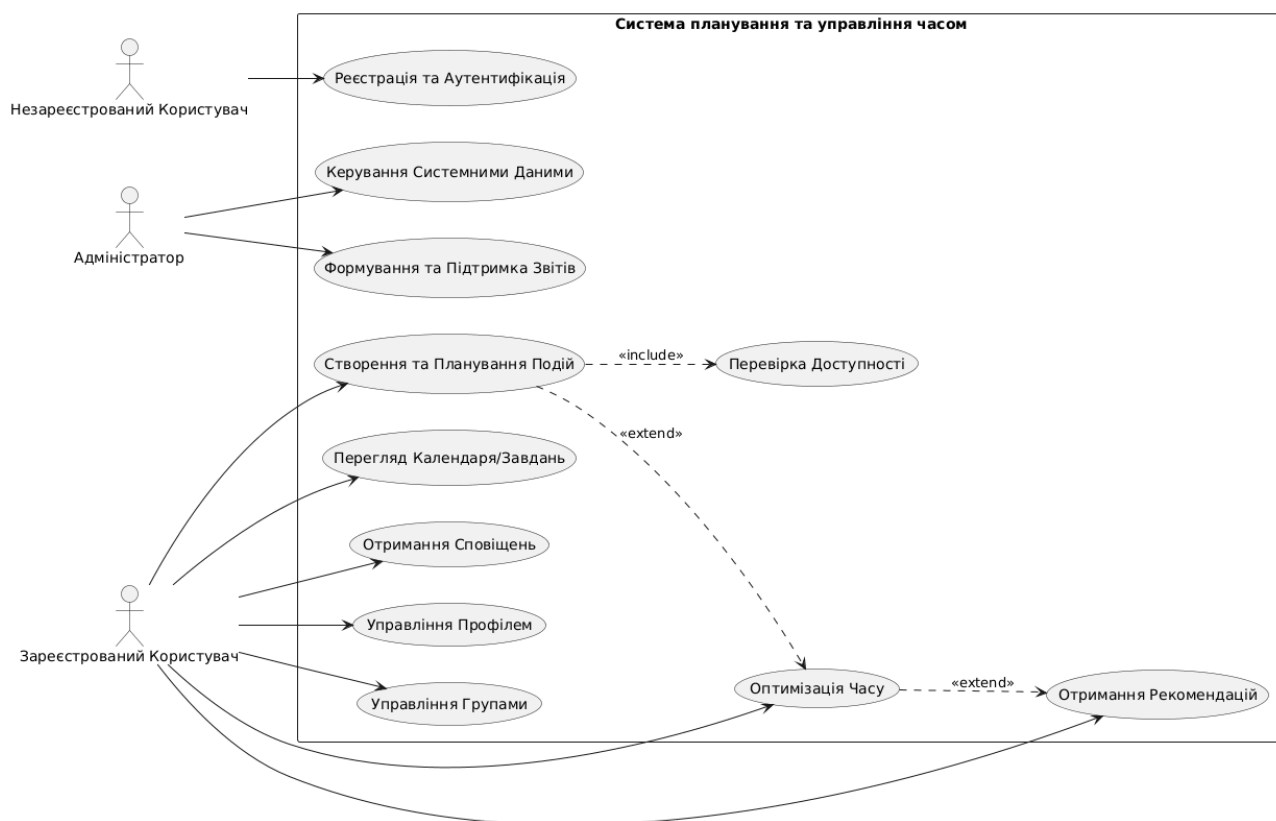


Рисунок 2.6 – Діаграма варіантів використання

Зареєстрований користувач виступає основним активним учасником системи та реалізує ключові функції планування, що охоплюють управління власним профілем, організацію групових структур, формування та редагування подій, а також отримання сповіщень про зміни та оновлення у календарі. Така категорія користувачів безпосередньо взаємодіє з прецедентами, які забезпечують створення подій, планування зустрічей та отримання рекомендацій щодо оптимального часу проведення заходів. У цьому контексті зареєстрований користувач виступає центральним елементом інформаційного потоку системи, оскільки всі дані про зайнятість, формування календаря та надання інтелектуальних підказок проходять через його активність. Взаємодія користувача з системою визначає порядок організації робочого часу, підвищує точність координації між учасниками та забезпечує ефективне управління особистими та груповими активностями, створюючи умови для раціонального використання доступного часу в межах інтегрованого календаря.

Адміністратор системи успадковує всі права та можливості зареєстрованого користувача і додатково виконує розширені функції, які пов'язані з управлінням даними та контролем функціонування системи. Його діяльність охоплює внесення змін до нормативної документації, моніторинг активності користувачів та формування звітів про стан системи, що забезпечує підтримку цілісності та стабільності роботи програмного забезпечення. Адміністратор виконує контроль за дотриманням правил роботи системи, перевіряє відповідність функціональних процесів встановленим стандартам та вимогам безпеки, а також здійснює управління привілеями користувачів для запобігання несанкціонованому доступу до конфіденційної інформації. Таким чином, адміністратор виступає ключовим елементом забезпечення надійності та передбачуваності функціонування системи, підтримуючи стабільність її операцій та ефективність процесів календарного планування на всіх рівнях взаємодії користувачів.

Центральним прецедентом у моделі є створення та планування події, яке включає внутрішні логічні зв'язки, що відображають процеси обробки календаря, узгодження доступності учасників та надання інтелектуальних підказок. Перегляд календаря та стану зайнятості є обов'язковим компонентом цього прецеденту, оскільки оцінка доступності учасників є невід'ємною частиною процесу планування і забезпечує коректне розміщення подій у часі без накладень. Функції отримання рекомендацій щодо оптимального часу для зустрічей та генерації сповіщень про конфлікти або зміни у розкладі виступають як розширення центрального прецеденту, активуючись лише за певних умов. Це дозволяє системі надавати додаткові інтелектуальні сервіси, які підвищують ефективність календарного планування, покращують координацію дій користувачів та забезпечують своєчасне інформування про зміни в групових або особистих активностях. В результаті така організація прецедентів забезпечує комплексне управління календарем, інтегрує автоматизовані підказки в робочий процес та сприяє оптимізації часу користувачів, що є критично важливим для досягнення високої продуктивності та ефективності використання системи в багатокористувацькому середовищі.

3 ОПИС ПРИЙНЯТИХ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Обґрунтування вибору технології розробки системи

У процесі розроблення сучасних інформаційних систем одним із визначальних аспектів є обґрунтований вибір технологічного стеку, оскільки він визначає не лише ефективність реалізації функціональних можливостей програмного забезпечення, а й здатність системи задовольняти нефункціональні вимоги, такі як продуктивність, масштабованість, безпека, стабільність і гнучкість архітектури. Технологічний стек формує основу для побудови всіх компонентів системи, забезпечує сумісність між різними модулями, полегшує інтеграцію нових функціональних елементів та підтримує можливість адаптації програмного забезпечення до змін вимог користувачів і навантажень на систему. Для створення системи управління групами користувачів та календарними подіями було обрано комплексний стек технологій, що поєднує в собі перевірені на практиці серверні та клієнтські рішення, які забезпечують високу надійність і продуктивність системи в багатокористувацькому середовищі.

Серверна частина системи базується на мові програмування Java, яка характеризується високою продуктивністю, об'єктно-орієнтованою структурою, широкими можливостями щодо організації складних бізнес-процесів та підтримкою великої кількості бібліотек і фреймворків для побудови корпоративних рішень. Використання Java у поєднанні з потужним фреймворком Spring дозволяє реалізувати масштабовану і модульну архітектуру, що відповідає сучасним вимогам надійності, безпеки та гнучкості систем. Spring Framework забезпечує структуровану організацію програмного коду, управління залежностями, модульність та полегшує реалізацію комплексних бізнес-процесів, що включають обробку великих обсягів даних, взаємодію між користувачами та синхронізацію календарних подій [18].

Для реалізації взаємодії між клієнтською та серверною частинами застосовано модуль Spring MVC (Model-View-Controller), який дозволяє чітко розділити бізнес-логіку, рівень представлення та управління даними. Такий

підхід підвищує зручність підтримки коду, спрощує процеси тестування і забезпечує передбачуваність обробки запитів, навіть у разі значного одночасного навантаження від великої кількості користувачів. Кожен запит, що надходить від користувача, проходить через контролери, де відбувається обробка даних, виклик необхідних сервісів і формування відповіді у відповідному форматі, що дозволяє забезпечити ефективну роботу системи та уникнути затримок при виконанні операцій з календарем і групами користувачів [19].

Для організації роботи з базою даних використано модуль Spring Data у поєднанні з інструментом Hibernate, що реалізує концепцію об'єктно-реляційного відображення (Object-Relational Mapping). Це забезпечує можливість роботи з базою даних через об'єктні моделі, без необхідності ручного написання SQL-запитів, що підвищує рівень абстракції взаємодії з даними та зменшує ризики синтаксичних помилок. Використання Hibernate дозволяє ефективно управляти складними реляційними зв'язками між сутностями, що є критично важливим у системі, яка інтегрує інформацію про користувачів, групи та події, забезпечуючи коректне узгодження і відображення даних у календарі. Для контролю змін у структурі бази даних і забезпечення її цілісності застосовано систему версіонування Liquibase, що дозволяє документувати модифікації, автоматизувати оновлення схеми бази даних та підтримувати консистентність при перенесенні системи між середовищами розробки, тестування та продуктивної експлуатації [20].

Безпека програмного забезпечення є критично важливим аспектом розробки, оскільки від її рівня залежить захист даних користувачів і стабільність роботи системи. Для цього інтегровано модуль Spring Security, який реалізує процеси аутентифікації, авторизації, управління сесіями користувачів та контролю доступу до ресурсів системи. Цей компонент забезпечує захист від несанкціонованого доступу, атак типу CSRF (Cross-Site Request Forgery) і XSS (Cross-Site Scripting), а також надає гнучкі можливості управління ролями користувачів і рівнями доступу до окремих функціональних блоків. Завдяки цьому система підтримує цілісність даних, конфіденційність інформації про

користувачів і їх календарні події, що є особливо важливим у багатокористувацьких середовищах, де синхронізація і точність даних відіграють вирішальну роль у координації діяльності.

Фронтендна частина системи реалізована на основі стандартних вебтехнологій – HTML, CSS та чистого JavaScript, що забезпечує високу кросплатформенність, адаптивність інтерфейсу та легкість інтеграції з серверною частиною. HTML визначає логічну структуру сторінок і взаємозв'язок між компонентами інтерфейсу, CSS відповідає за візуальне оформлення, адаптивність та відповідність сучасним вимогам дизайну, а JavaScript реалізує динамічну поведінку інтерфейсу, що дозволяє оновлювати інформацію на сторінці без її повного перезавантаження та забезпечує інтерактивну взаємодію користувача із системою. Особлива увага приділяється реалізації календарного модуля, який забезпечує можливість навігації між тижнями та місяцями, додавання нових подій, синхронізацію інформації з базою даних та наочне відображення даних про зайнятість користувачів і групові активності. Такий підхід дозволяє поєднати інтуїтивність інтерфейсу, швидкість відгуку системи та інтеграцію з серверними процесами, створюючи умови для високої продуктивності, ефективного управління календарем і зручного користування вебзастосунком у багатокористувацькому середовищі.

Ця комплексна організація технологічного стеку забезпечує гармонійне поєднання продуктивності серверної частини та адаптивності інтерфейсу, дозволяючи системі підтримувати високу швидкодію навіть при значному навантаженні, зменшувати затримки у взаємодії користувачів із календарем і створювати умови для масштабування системи без втрати стабільності чи безпеки. Водночас інтеграція інструментів для контролю змін у базі даних, управління залежностями, модульного тестування та забезпечення безпеки створює передумови для довгострокової підтримки та розвитку системи, адаптації її до нових вимог і підвищення загальної ефективності планування та координації дій користувачів.

3.2 Обґрунтування вибору СУБД

Вибір системи управління базами даних є однією з ключових складових при проектуванні сучасних інформаційних систем, оскільки від правильності цього вибору залежить ефективність зберігання, обробки та захисту інформації. У випадку систем, що передбачають роботу з великою кількістю користувачів, складними структурованими об'єктами, такими як групи користувачів, а також календарними подіями, вимоги до СУБД включають високу продуктивність, надійність, підтримку паралельного доступу та масштабованість. Для реалізації розглянутої системи було обрано реляційну СУБД PostgreSQL, яка відома своєю стабільністю, широким функціоналом і високим рівнем адаптивності до різних типів навантажень.

PostgreSQL забезпечує повну підтримку транзакцій та дотримання принципів ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), що є критично важливим для збереження цілісності даних у багатокористувацьких середовищах [21]. Підтримка атомарності гарантує, що будь-яка операція над базою даних виконується як єдиний неділимий блок, а у разі виникнення помилки всі проміжні зміни відміняються, що запобігає частковому або некоректному оновленню інформації. Забезпечення узгодженості (Consistency) гарантує, що структура даних і бізнес-логіка зберігаються у відповідності до визначених обмежень і правил цілісності. Ізоляція (Isolation) дозволяє одночасно виконувати паралельні транзакції без ризику виникнення конфліктів, а довговічність (Durability) забезпечує збереження результатів транзакцій навіть у разі збоїв апаратного або програмного забезпечення. Ці властивості роблять PostgreSQL особливо придатною для роботи з критично важливими об'єктами системи, такими як дані про користувачів, учасників груп та календарні події.

Система передбачає складні реляційні зв'язки, які вимагають реалізації різних типів асоціацій між об'єктами. Зокрема, між групами та користувачами реалізується зв'язок «один-до-багатьох», що дозволяє ефективно відображати структуру груп і керувати їх учасниками. Для зв'язку учасників із подіями

застосовується модель «багато-до-багатьох», що дозволяє кожному користувачу брати участь у кількох подіях, а кожній події об'єднувати декілька учасників. PostgreSQL забезпечує ефективну реалізацію таких зв'язків завдяки використанню зовнішніх ключів, індексів, унікальних обмежень та правил цілісності даних, що дозволяє мінімізувати ризик виникнення аномалій у даних і забезпечує коректність виконання запитів навіть при високому навантаженні.

Масштабованість є ще одним важливим аспектом вибору PostgreSQL для даної системи. СУБД дозволяє підтримувати ефективну обробку запитів навіть при великій кількості одночасних користувачів і значному обсязі даних [22]. Для досягнення високої продуктивності система використовує індексацію, кешування та оптимізацію планів виконання запитів, що дозволяє значно скоротити час відповіді на запити та забезпечити стабільну роботу при паралельному доступі. Така оптимізація особливо актуальна для сценаріїв, де одночасно виконуються численні запити на отримання або зміну даних, що характерно для систем керування групами та календарними подіями.

Інтеграція PostgreSQL із середовищем розробки на Java і використанням Hibernate забезпечує реалізацію об'єктно-реляційного відображення (ORM), що спрощує взаємодію серверної частини системи з базою даних без значної втрати продуктивності. Об'єктно-реляційне відображення дозволяє програмістам працювати з даними на рівні об'єктів, не зосереджуючись на деталях SQL-запитів, що підвищує ефективність розробки та зменшує ймовірність помилок при маніпуляції даними. Крім того, PostgreSQL підтримує розширення для роботи з часовими рядами, аналітичними функціями та функціями агрегації, що відкриває додаткові можливості для розвитку системи, включно з аналізом зайнятості учасників, прогнозуванням оптимального часу проведення подій і побудовою аналітичних звітів.

Використання інструменту Liquibase у поєднанні з PostgreSQL дозволяє автоматизувати процес створення, оновлення та підтримки структури бази даних. Ця автоматизація забезпечує контроль версій бази даних, спрощує процес розгортання системи у різних середовищах і підвищує безпеку при внесенні змін

у структуру таблиць, індексів або обмежень [23]. Liquibase дозволяє відслідковувати історію змін у схемі бази даних і гарантує коректну синхронізацію між різними середовищами розробки, тестування та виробництва, що є особливо важливим для масштабованих інформаційних систем з великою кількістю користувачів.

3.3 Розробка структури бази даних

База даних розроблюваної системи реалізована із застосуванням сучасної системи керування базами даних PostgreSQL, яка відзначається високою надійністю, здатністю забезпечувати узгодженість транзакцій та масштабованість при обробці значних обсягів даних. Використання PostgreSQL дозволяє ефективно управляти структурованою інформацією, підтримувати складні запити та забезпечує стійкість до збоїв у багатокористувацькому середовищі. Такий вибір СУБД обґрунтований необхідністю забезпечити стабільну роботу системи при великому навантаженні, що виникає під час одночасного доступу багатьох користувачів до календарних подій та групових ресурсів. Крім того, PostgreSQL надає широкий набір інструментів для забезпечення безпеки даних, контроль цілісності інформації та підтримку транзакцій із високим рівнем ізоляції, що є критично важливим для систем, які оперують персональною та корпоративно значущою інформацією користувачів.

Структура бази даних була спроектована з урахуванням специфіки функціонування системи та логіки взаємодії між користувачами, групами та подіями, що дозволяє ефективно відображати динамічні зміни календаря та станів зайнятості учасників. При побудові моделі даних дотримано принципів нормалізації, що забезпечує уникнення дублювання інформації, оптимізує використання ресурсів та підтримує логічну цілісність між сутностями, що відображають різні аспекти роботи системи, включаючи управління користувачами, створення подій, організацію групових взаємодій та контроль доступу до ресурсів. Такий підхід дозволяє забезпечити надійну організацію

даних і спрощує подальшу масштабованість системи, зокрема при додаванні нових функціональних модулів або інтеграції з іншими сервісами.

Для ініціалізації структури бази даних і забезпечення контролю змін застосовано інструмент Liquibase, який гарантує відтворюваність всіх модифікацій, узгодженість даних та контроль версій при розгортанні системи в різних середовищах. Використання Liquibase дозволяє автоматизувати процес створення та оновлення таблиць, відносин і обмежень, що істотно знижує ризики помилок під час перенесення бази даних між середовищами розробки, тестування та продуктивної експлуатації. Це забезпечує стабільність роботи системи та полегшує підтримку бази даних у довгостроковій перспективі, гарантуючи цілісність інформації та ефективну організацію взаємодії між користувачами та групами, а також точність і своєчасність оновлення календарних даних (рис. 3.1).

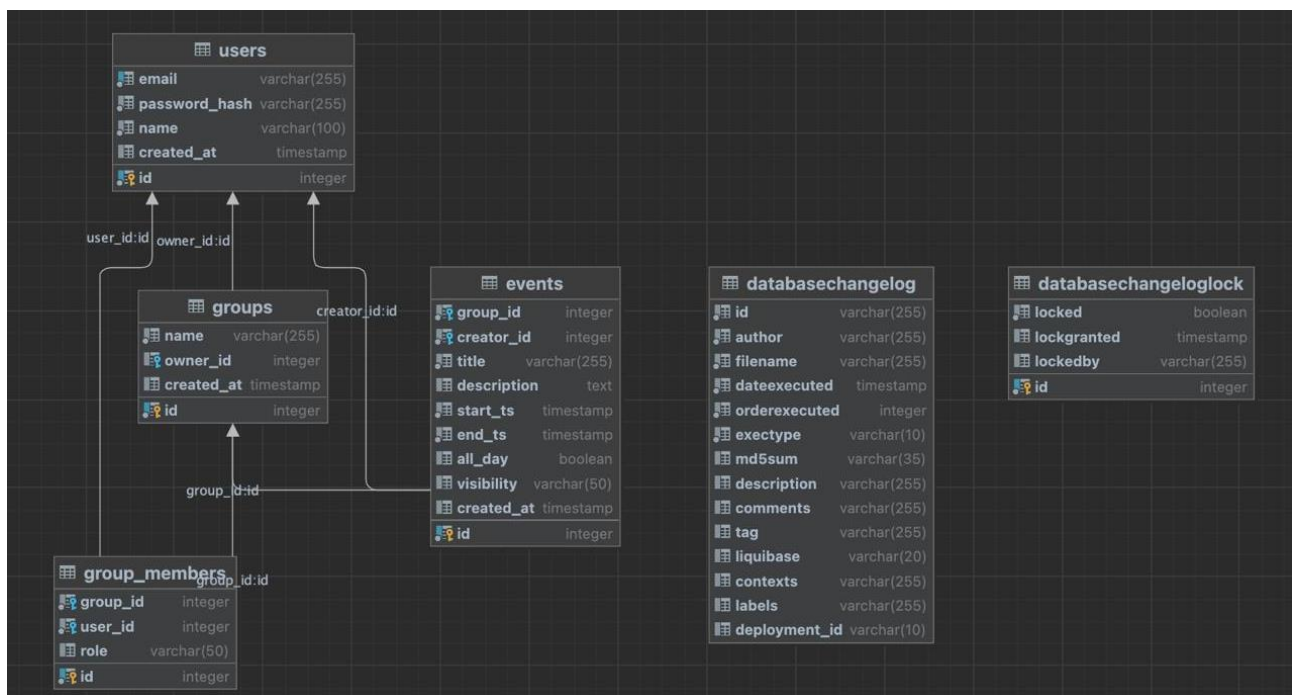


Рисунок 3.1 – Схема бази даних

Основою розробленої моделі даних виступають чотири ключові сутності, які забезпечують логічну структуру та взаємодію компонентів системи: користувачі, групи, учасники груп та події календаря. Центральне місце у цій

моделі займає таблиця `users`, що містить облікові дані зареєстрованих користувачів системи та слугує фундаментом для автентифікації, управління правами доступу та відстеження активності в межах інформаційного середовища. Атрибути цієї таблиці включають унікальний ідентифікатор користувача, електронну адресу, хешований пароль, ім'я, а також дату створення облікового запису, що дозволяє системі підтримувати історію реєстрацій та змін даних користувачів. Користувачі є основними генераторами контенту та ініціаторами дій у системі, оскільки вони створюють групи, беруть участь у спільних подіях та формують календарні записи, що відображають стан робочих процесів.

Таблиця `groups` описує робочі групи, які створюються користувачами для організації спільної діяльності та координації завдань між учасниками. Вона містить унікальний ідентифікатор групи, назву, ідентифікатор користувача-власника та дату створення, що дозволяє відслідковувати історію формування груп і їхніх власників. Зв'язок між таблицями `users` і `groups` має тип «один-до-багатьох», що означає можливість одного користувача створювати декілька груп одночасно. Така структура забезпечує гнучкість організації колективної взаємодії, дозволяючи користувачам керувати різними напрямками діяльності або проектами в межах одного облікового запису, а також підтримує багаторівневу ієрархію групових об'єднань у системі.

Взаємозв'язок між користувачами та групами реалізується через проміжну таблицю `group_members`, що забезпечує функціонування зв'язку типу «багато-до-багатьох». Ця таблиця містить ідентифікатори користувачів та груп, а також атрибут, який визначає роль кожного учасника у групі, наприклад, адміністратора або звичайного члена. Завдяки такому підходу забезпечується можливість динамічного керування правами доступу та ролями, що підвищує контроль за взаємодією користувачів у межах групи та дозволяє здійснювати аналітику щодо активності окремих учасників. Крім того, це забезпечує прозорість у розподілі відповідальності, відстеження змін у складі групи та оптимізацію управління робочими процесами.

Ще однією важливою сутністю моделі є таблиця `events`, яка містить інформацію про події календаря, прив'язані до конкретних робочих груп і користувачів. Вона включає унікальний ідентифікатор події, посилання на групу, ідентифікатор користувача-ініціатора, назву та опис події, час початку та завершення, а також параметри, що визначають тривалість та рівень видимості. Завдяки цьому забезпечується можливість ефективного організованого планування, синхронізації дій учасників і координації виконання завдань у межах груп. Зв'язок між таблицями `groups` і `events` також має тип «один-до-багатьох», що дозволяє створювати кілька подій у межах однієї групи, а поле `creator_id` встановлює відношення до таблиці `users`, визначаючи ініціатора кожної події. Така структура сприяє централізованому керуванню подіями, забезпечує контроль над створенням і оновленням інформації та підвищує інтеграцію між різними модулями системи.

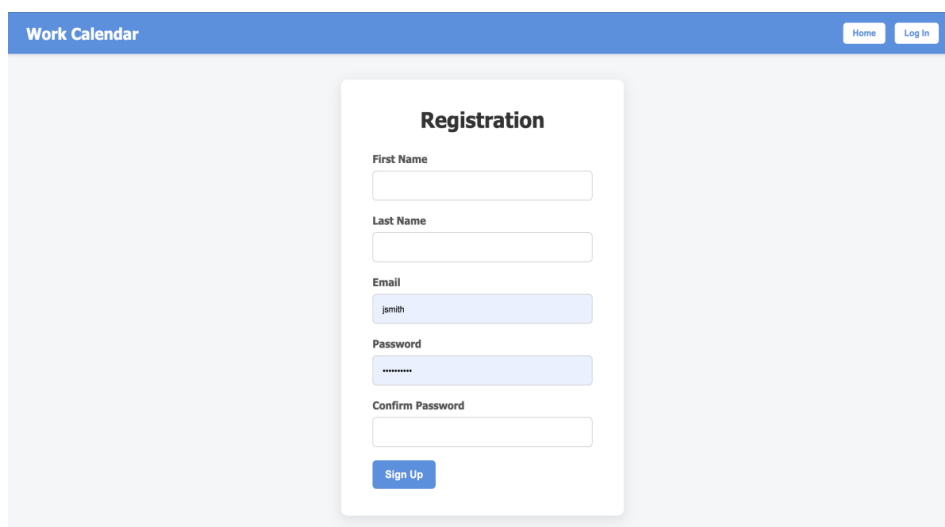
Для підтримки стабільності та керованості еволюції структури бази даних у системі застосовується механізм `Liquibase`, який автоматично створює службові таблиці `databasechangelog` і `databasechangeloglock`. Таблиця `databasechangelog` виконує функцію журналу змін структури бази, фіксуючи інформацію про автора, файл змін, час виконання, тип операції та її опис, що дозволяє відстежувати історію модифікацій і забезпечує можливість відновлення попередніх версій даних у разі потреби. Таблиця `databasechangeloglock` контролює блокування доступу до схеми бази під час виконання міграцій, запобігаючи конфліктам при одночасному застосуванні оновлень різними процесами.

Використання цих службових механізмів забезпечує високий рівень надійності, цілісності та передбачуваності роботи бази даних, сприяє ефективному управлінню версіями структури та гарантує стабільність функціонування інформаційної системи навіть у випадках масштабного розгортання або зміни конфігурації середовища.

3.4 Опис функціональної структури вебзастосунку

Розроблений вебзастосунок реалізує повноцінну систему колективного планування з можливістю управління групами користувачів, створенням календарних подій і використанням інтелектуальних підказок для вибору оптимального часу зустрічей. Функціональна структура побудована за модульним принципом, що забезпечує логічну розмежованість компонентів, гнучкість розширення та зручність у супроводі. Основу становлять шість взаємопов'язаних функціональних блоків: авторизація й аутентифікація користувачів, робота з групами, управління учасниками груп, календар подій, інтеграція груп із календарем та модуль інтелектуальних підказок.

Першим базовим елементом є підсистема авторизації та аутентифікації, яка відповідає за ідентифікацію користувачів у системі. Кожен користувач може зареєструватися, вказавши електронну адресу, пароль та ім'я з прізвищем, після чого отримує можливість увійти до особистого простору. Реалізовано механізм підтримки сесій, який дозволяє залишатися в системі без повторного введення даних при наступних відвідуваннях. За потреби користувач може завершити роботу за допомогою функції виходу, що забезпечує безпеку та контроль доступу до персональної інформації (рис. 3.2).



The image shows a web application interface for registration. At the top, there is a blue header with the text "Work Calendar" on the left and "Home" and "Log In" buttons on the right. The main content area is light gray and contains a white registration form. The form is titled "Registration" and has the following fields: "First Name" (empty), "Last Name" (empty), "Email" (pre-filled with "jenth"), "Password" (masked with "*****"), and "Confirm Password" (empty). A blue "Sign Up" button is located at the bottom of the form.

Рисунок 3.2 – Інтерфейс авторизації та аутентифікації користувача

Другий функціональний блок охоплює механізми роботи з групами, які є структурною основою системи колективної взаємодії. У верхній частині інтерфейсу розташовано випадаючий список, який відображає усі групи користувача. Кожна група має власних учасників та пов'язаний із нею календар подій. Користувач може створювати нові групи, вводючи їх назву, або видаляти непотрібні після підтвердження дії. Такий підхід дозволяє гнучко організовувати робочі команди, розмежовувати проекти та управляти структурою співпраці в межах системи (рис. 3.3).

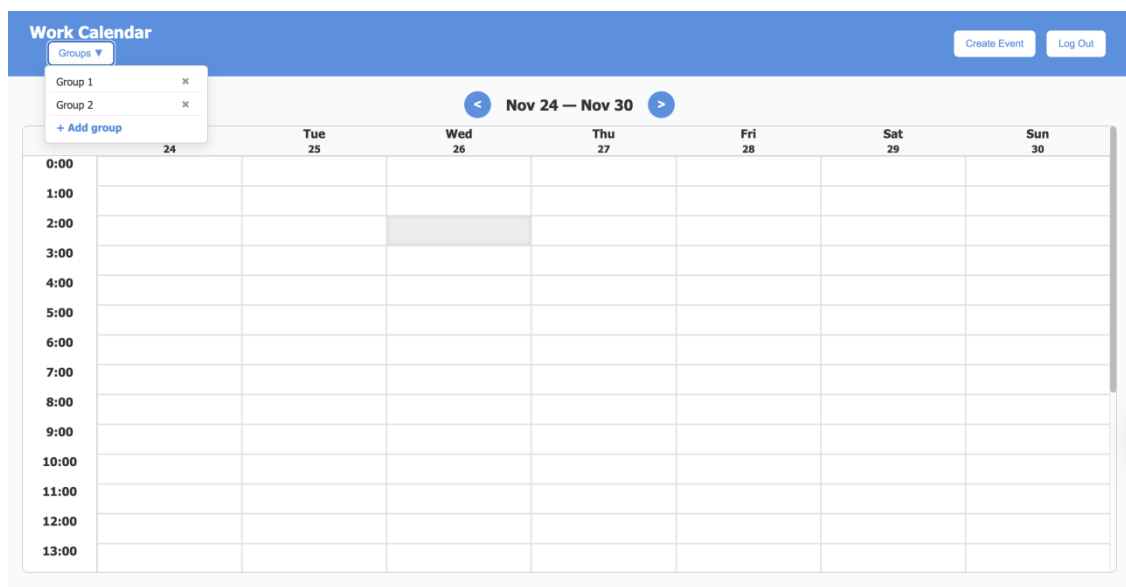


Рисунок 3.3 – Відображення керування робочими групами

Наступний компонент функціональної структури – робота з учасниками групи, що забезпечує керування складом команди. Після вибору групи система відображає всіх її учасників, кожен із яких представлений рядком із відображенням імені та кнопкою для видалення. У нижній частині списку передбачено можливість додавання нових учасників через інтерактивне поле введення. Таке рішення створює інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для адміністрування колективів і сприяє підтримці актуального складу робочої групи (рис. 3.4).

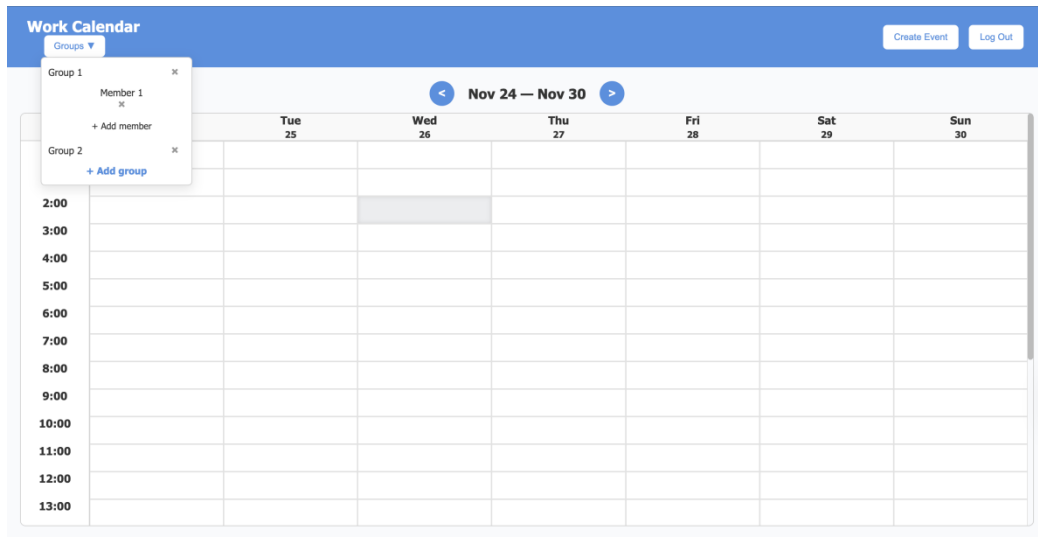


Рисунок 3.4 – Інтерфейс роботи з учасниками групи

Центральним елементом системи є модуль календаря подій, який забезпечує візуалізацію та управління розкладом. Інтерфейс представлено у вигляді тижневого календаря, де відображаються дні та часові проміжки. Передбачена навігація між тижнями за допомогою кнопок переходу та центрального блоку з відображенням діапазону дат. Створення нових подій здійснюється через спеціальну форму, у якій користувач зазначає назву, опис, час початку та завершення, а також групу, до якої належить подія. Після збереження подія автоматично з'являється на календарі у відповідних комірках, що забезпечує зручну візуалізацію розкладу (рис. 3.5).

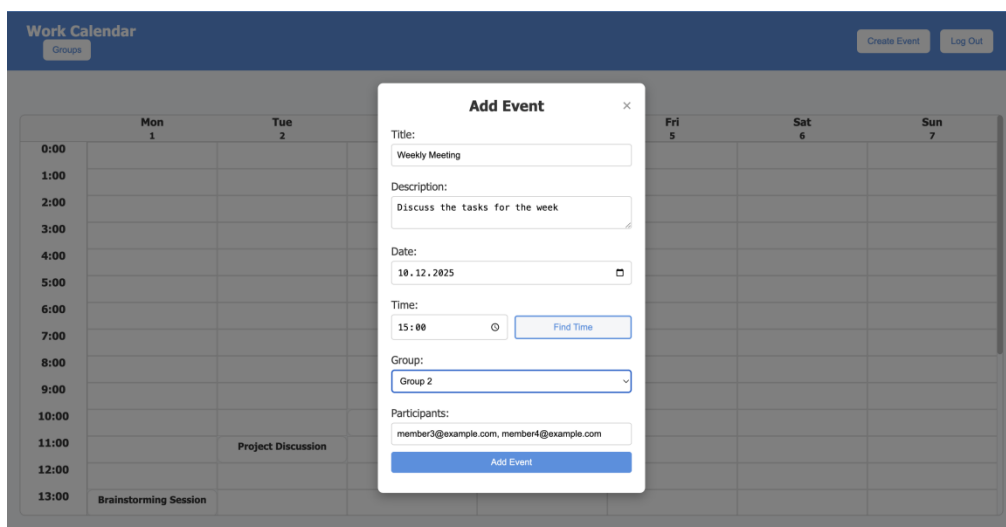


Рисунок 3.5 – Головне вікно створення подій

Важливою особливістю системи є інтеграція календаря з групами, що дозволяє пов'язувати всі події з конкретною робочою командою. При виборі групи календар оновлюється, відображаючи лише події, пов'язані з нею, а також графік зайнятості її учасників.

Така інтеграція створює єдине інформаційне середовище для спільного планування, підвищує ефективність координації дій і знижує ризик накладання зустрічей між членами команди, як показано на рис. 3.6.

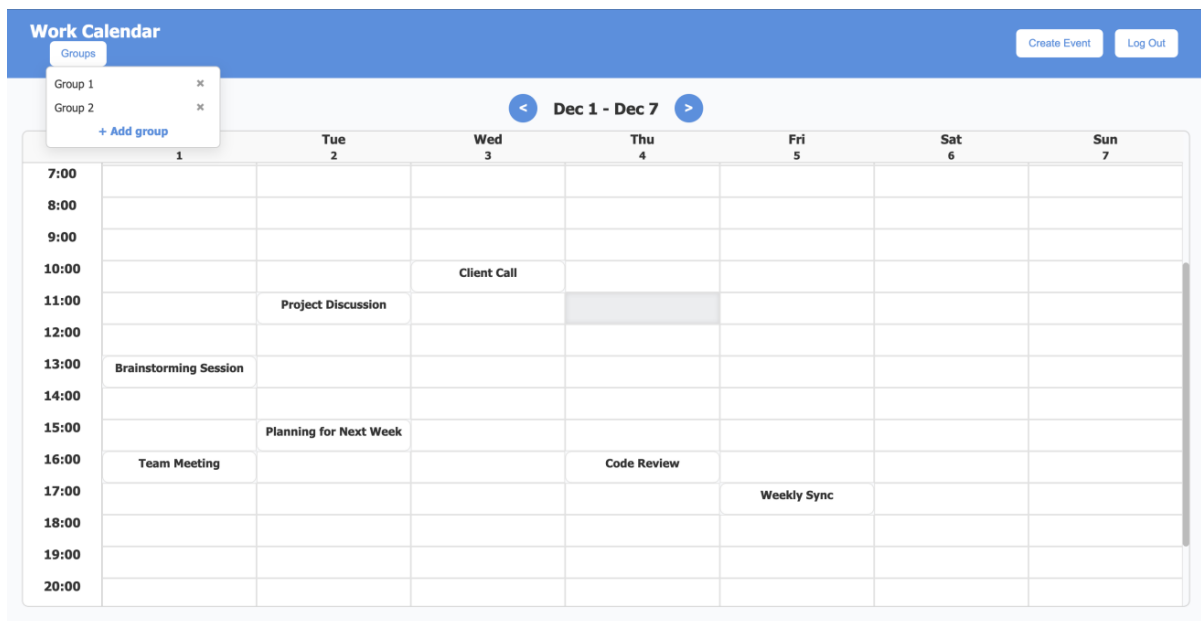


Рисунок 3.6 – Відображення подій обраної групи подій

Завершальним функціональним блоком є інтелектуальна підсистема підказок при створенні подій, яка реалізує елементи машинного аналізу для підвищення зручності користування.

Під час вибору учасників майбутньої події система автоматично аналізує наявні події в календарях цих користувачів, визначаючи проміжки часу, коли всі або більшість з них вільні.

У результаті користувач отримує рекомендацію щодо оптимальних дати та часу для проведення спільної зустрічі. Цей модуль істотно скорочує час планування та мінімізує конфлікти в розкладі (рис. 3.7).

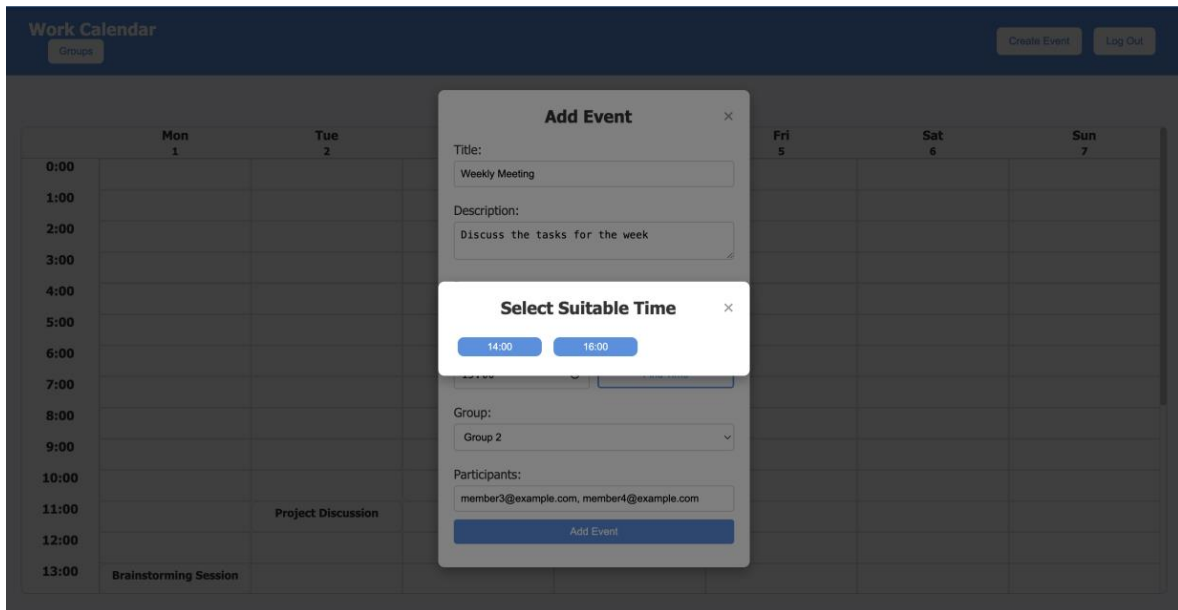


Рисунок 3.7 – Механізм інтелектуальної підказки при створенні події

3.5 Розробка механізмів планування подій та нагадувань

Механізм планування подій і нагадувань у межах розробленої інформаційної системи виступає одним із центральних компонентів, оскільки він забезпечує систематизоване та ефективне управління часом користувачів, а також сприяє координації діяльності робочих груп у багатокористувацькому середовищі. Його реалізація ґрунтується на інтегрованому календарі, який відображає тижневий розклад із деталізацією на часові інтервали, що дозволяє користувачам отримувати повну картину запланованих заходів та рівень зайнятості учасників у будь-який момент часу. Така структура календаря створює можливість одночасного контролю над власними подіями та груповими активностями, забезпечуючи баланс між особистими завданнями та колективними проектами.

Користувачі системи мають змогу не лише переглядати вже наявні події, а й гнучко планувати нові заходи, прив'язуючи їх до конкретних груп або проектів. Взаємодія з календарем передбачає можливість переходу між тижнями, оцінки доступності учасників та аналізу їхньої зайнятості для ухвалення оптимальних рішень щодо часу проведення зустрічей. Такий підхід дозволяє уникати

конфліктів у розкладі, забезпечує своєчасну координацію всіх членів групи та сприяє раціональному використанню робочого часу. Інтерактивні елементи календаря, включаючи візуальні індикатори зайнятості та кольорове виділення подій, підвищують інтуїтивність інтерфейсу та зменшують час на прийняття рішень користувачем.

Крім того, інтегрований календар є основою для функціонування механізму нагадувань, що відправляє повідомлення учасникам напередодні початку запланованих подій. Це дозволяє підтримувати високий рівень дисципліни та організованості в роботі груп, зменшувати ризик пропуску важливих зустрічей та підвищувати ефективність взаємодії між користувачами. Механізм нагадувань може адаптуватися під індивідуальні налаштування, визначаючи оптимальний час для сповіщення та формат повідомлення, що створює додатковий рівень персоналізації роботи системи.

Для оптимізації процесу планування була реалізована функція інтелектуальної підказки, яка аналізує наявні події учасників групи та пропонує оптимальні дати й час для проведення нових заходів. Алгоритм інтелектуальної підказки реалізовано у кілька основних кроків:

- формування даних про зайнятість кожного учасника групи на вибраний період часу;
- визначення вільних часових проміжків кожного учасника;
- агрегування даних усіх учасників для визначення періодів, коли більшість або всі учасники доступні;
- пропозиція користувачу оптимальних варіантів часу для події із зазначенням рівня доступності учасників;
- надання можливості користувачу обрати один із запропонованих варіантів або встановити власний час події;
- формування нагадувань для учасників у відповідності до обраного часу та налаштувань повідомлень.

На першому етапі система отримує з бази даних інформацію про всі заплановані події учасників обраної групи на вибраний період часу [24]. Кожен

користувач має свій індивідуальний графік, який містить часові інтервали початку та завершення кожної події. Позначимо групу користувачів як [25]:

$$G = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}, \quad (3.1)$$

а період часу для аналізу як:

$$P = [t_{\text{поч}}, t_{\text{кін}}], \quad (3.2)$$

де $t_{\text{поч}}, t_{\text{кін}}$ – початок та кінець розглянутого проміжку.

Для кожного користувача u_i формується функція зайнятості $B(t)$, яка приймає значення 1, якщо користувач зайнятий у проміжку часу t , і 0, якщо він вільний [26]:

$$B = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t \in \text{ часові проміжки користувача } u_i, \\ 0, & \text{якщо } t \notin \text{ часові проміжки користувача } u_i. \end{cases} \quad (3.3)$$

Ця функція дозволяє формалізовано відобразити всі обмеження для кожного учасника щодо доступності на тиждень. Кожний проміжок часу у періоді P розбивається на дискретні інтервали Δt , наприклад 30 хвилин, що дозволяє виконувати детальний аналіз доступності. Для користувача u_i вільні інтервали визначаються як [27]:

$$F_i = \{t \in P | B_i(t) = 0\}. \quad (3.4)$$

На другому етапі система виконує агрегування інформації про вільні інтервали всіх учасників групи. Формується функція групової доступності $A_G(t)$, яка відображає кількість доступних учасників у кожному проміжку часу [28]:

$$A_G(t) = \sum_{i=1}^n (1 - B_i(t)), \quad (3.5)$$

де n – кількість користувачів в групі.

Значення $A_G(t)$ дозволяє оцінити, наскільки зручно провести нову подію у певний проміжок часу, враховуючи зайнятість усіх учасників. Максимальна доступність визначається як [29]:

$$A_{\max} = \max_{t \in P} A_G(t). \quad (3.6)$$

та відповідає періодам, коли найбільша кількість учасників групи вільна для проведення заходу.

На третьому етапі система формує оптимальні часові слоти для нової події з урахуванням тривалості події T . Для кожного можливого початку події t_s обчислюється інтегральна доступність протягом тривалості T :

$$S(t_s) = \sum_{k=0}^{T/\Delta t - 1} A_G(t_s + k \cdot \Delta t). \quad (3.7)$$

На четвертому етапі процесу планування користувачу надається детальний перелік оптимальних варіантів організації подій, які можуть бути представлені у вигляді календарних підказок із зазначенням рівня доступності всіх учасників. Ці підказки відображають результати попереднього аналізу календарів, враховують зайнятість користувачів та узгоджені часові проміжки для проведення зустрічей. Такий підхід забезпечує наочне представлення альтернатив для планування і дозволяє користувачу швидко оцінити доступні варіанти, спростити процес ухвалення рішень та зменшити ймовірність конфліктів у розкладі. Користувач має можливість обирати з-поміж

запропонованих варіантів або вказати власний час проведення події, що створює додатковий рівень гнучкості та контролю над процесом організації заходів, забезпечуючи індивідуалізацію планування відповідно до потреб учасників та специфіки групових проектів.

Паралельно з формуванням календарних підказок інтегрується механізм нагадувань, який автоматично відправляє повідомлення учасникам про наближення запланованих подій за певний проміжок часу до їхнього початку. Це дозволяє не лише забезпечити своєчасне інформування користувачів, а й зменшити ризик пропуску важливих зустрічей або активностей, що підвищує загальну ефективність організації групових заходів. Нагадування можуть реалізовуватися у вигляді push-повідомлень, електронної пошти або інтегрованих сповіщень у вебінтерфейсі, що створює багатоканальну систему комунікації та підтримує постійну взаємодію між учасниками проекту. Такий підхід забезпечує оперативну координацію дій, дозволяє підтримувати актуальний стан календаря та створює умови для більш раціонального розподілу часу серед користувачів.

Підсумовуючи, інтеграція формалізованих даних про зайнятість учасників, агрегування інформації щодо їхньої доступності та автоматичне формування рекомендацій становить основу ефективного механізму інтелектуальної підказки. Така система значно спрощує процес планування подій, дозволяє уникнути накладок у графіку та забезпечує оптимізацію часу для всіх учасників. Крім того, реалізація подібного підходу сприяє підвищенню продуктивності групових проектів, забезпечує більш узгоджене виконання завдань та дозволяє користувачам ефективно управляти своїм часом у багатокористувацькому середовищі [30].

3.6 Експериментальні дослідження

Метою проведених експериментальних досліджень є комплексна оцінка ефективності впроваджених механізмів планування подій і системи нагадувань, а також перевірка працездатності інтелектуальної підказки в умовах реальної взаємодії користувачів із інформаційною системою. Дослідження спрямовані на визначення того, наскільки розроблені алгоритми дозволяють оптимізувати час користувачів, уникати конфліктів у розкладі, підвищувати точність координації дій у групах та забезпечувати своєчасне інформування про зміни у запланованих активностях. Особлива увага приділяється аналізу того, як система автоматично формує рекомендації щодо оптимального часу проведення зустрічей та наскільки запропоновані варіанти відповідають реальним потребам користувачів у багатокористувацькому середовищі.

Для проведення експерименту була сформована контрольна тестова група користувачів, кожен з яких мав власний особистий календар із попередньо запланованими подіями різної складності та тривалості. Крім того, для оцінки ефективності механізмів координації групових заходів були створені кілька спільних груп користувачів, що дозволило моделювати ситуації колективної взаємодії, в яких одночасно потрібно враховувати доступність учасників, пріоритетність завдань та часові обмеження. Така організація експерименту забезпечила можливість аналізу роботи системи у різних сценаріях, включаючи конфліктні ситуації, накладення подій та необхідність оперативного узгодження змін у розкладі.

Під час дослідження також здійснювався моніторинг того, як користувачі взаємодіють із запропонованими інтелектуальними підказками, наскільки часто вони приймають рекомендації системи, а скільки разів віддають перевагу власному вибору часу для подій. Це дозволяє оцінити практичну цінність механізму підказок, визначити його адаптивність до індивідуальних уподобань користувачів та здатність забезпечувати ефективне планування в умовах різноманітних робочих графіків. В результаті отримані дані дають змогу не лише

перевірити коректність роботи алгоритмів, а й проаналізувати потенційні напрямки для вдосконалення системи, підвищення її продуктивності та зручності для користувачів у контексті багатокористувацьких інтерактивних середовищ.

Експеримент проводився у кілька етапів:

- імітація робочого тижня для 10 користувачів із різним навантаженням у календарі. Кожен користувач мав від 5 до 15 попередньо запланованих подій різної тривалості;

- створення тестових груп із 3–5 користувачів для перевірки координації та роботи інтелектуальної підказки;

- генерація випадкових нових подій тривалістю від 30 до 90 хвилин із прив'язкою до групи;

- використання механізму інтелектуальної підказки для визначення оптимального часу проведення події та порівняння запропонованого часу із ручним підбором;

- реєстрація результатів за трьома критеріями: рівень зайнятості учасників у запропонованому слоті, кількість конфліктів із існуючими подіями та час, витрачений користувачем на планування.

Результати експерименту показали високу ефективність інтелектуальної підказки. Середні показники для тестових груп наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати експериментального тестування інтелектуальної підказки

Критерій	Середнє значення		Поліпшення
	при автоматичному плануванні	при ручному плануванні	
Кількість доступних учасників	4.2 з 5	3.0 з 5	+40%
Конфлікти з існуючими подіями	0.5	1.2	+58%
Час на планування події	15 с	65 с	+77%

Після отримання цих результатів було проведено додатковий аналіз ефективності системи у різних сценаріях:

– сценарій з високим навантаженням – всі учасники мають щільний графік із 12–15 подій на тиждень. У цьому випадку інтелектуальна підказка допомагає знайти оптимальні слоти, коли одночасно доступні принаймні 3–4 користувачі. Ручне планування в такому сценарії значно складніше, часто призводить до конфліктів і потребує тривалого узгодження;

– сценарій з різнорівневим завантаженням – частина користувачів має мало подій, інші – багато. Система ефективно визначає проміжки, коли більшість учасників доступні, і пропонує ці слоти користувачу. Аналіз показав, що автоматичне планування дозволяє зменшити конфлікти на 50–60% порівняно з ручним підбором часу;

– сценарій із короткими подіями – події тривалістю 30–45 хвилин. Виявилось, що система здатна знаходити численні оптимальні проміжки протягом дня, при цьому середній час на вибір часу користувачем не перевищував 15 секунд. У ручному плануванні цей показник становив до 65 секунд;

– сценарій із довгими подіями – події тривалістю 60–90 хвилин. У цьому випадку алгоритм інтелектуальної підказки враховує більші інтервали доступності та забезпечує максимальну сумісність графіків учасників. Результати підтвердили, що система може ефективно планувати навіть складні події без додаткових конфліктів.

Для кожної групи учасників було побудовано графік зайнятості на тиждень. Кожен рядок відповідає окремому користувачу, стовпці – часові інтервали дня. Колір позначає стан: зелений – вільний, червоний – зайнятий, жовтий – рекомендований слот системою (рис. 3.8).

Ця візуалізація дозволяє наочно оцінити ефективність інтелектуальної підказки та швидко визначити оптимальні слоти для проведення події, навіть у випадках високого завантаження.

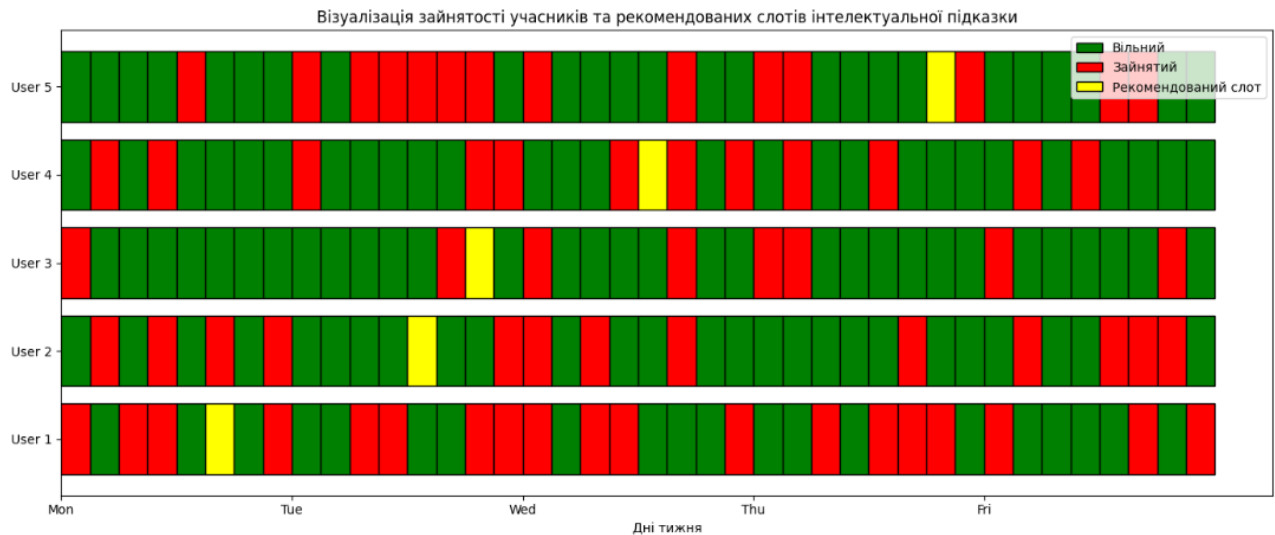


Рисунок 3.8 – Візуалізація зайнятості учасників та рекомендованих слотів інтелектуальної підказки

Порівняння функціональних можливостей та ефективності розробленої системи з існуючими рішеннями, такими як Google Calendar, Microsoft Outlook, Trello та Notion, дозволяє оцінити переваги запропонованого підходу у контексті організації календарного планування та управління груповими подіями. Результати аналізу демонструють, що розроблена система забезпечує більш точне визначення оптимальних часових проміжків для проведення заходів, що значно зменшує накладки у графіку користувачів і скорочує час, необхідний на ухвалення рішень. Основною відмінністю є комплексний аналіз зайнятості всіх учасників групи та формування індивідуалізованих рекомендацій, що підвищує узгодженість діяльності та ефективність використання робочого часу.

Існуючі системи, такі як Google Calendar і Microsoft Outlook, пропонують базові інструменти автоматичного узгодження часу, однак вони здебільшого обмежуються частковою синхронізацією календарів або врахуванням лише основних подій. Це створює певні обмеження при плануванні складних групових заходів, особливо за умов високої завантаженості користувачів. У випадку Trello та Notion головний акцент робиться на управлінні завданнями та візуалізації процесів, що дозволяє ефективно відслідковувати прогрес проектів, проте функціонал автоматичного визначення оптимальних проміжків для зустрічей у

цих системах практично відсутній, а ризик конфліктів у розкладі залишається високим.

Порівняльний аналіз показав, що розроблена система має перевагу в кількох ключових аспектах (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Порівняння функцій, ефективності та витрат ресурсів розробленої системи та існуючих рішень

Параметр	Розроблена система	Google Calendar	Microsoft Outlook	Trello	Notion
Аналіз зайнятості учасників	Повний, із врахуванням усіх подій	Частковий, лише основні події	Частковий, синхронізація календарів	Обмежений, через картки завдань	Обмежений, через бази даних завдань
Рекомендації оптимального часу	Автоматично, з рівнем доступності	Частково автоматично	Частково автоматично	Відсутні	Відсутні
Кількість конфліктів	Мінімальна, завдяки інтелектуальним підказкам	Помірна	Помірна	Висока	Висока
Час на планування	3–5 хвилин для групи з 10 осіб	10–15 хвилин	10–15 хвилин	20–25 хвилин	20–25 хвилин
Витрати пам'яті	150–200 МБ для групи з 10–15 учасників	250–300 МБ	280–320 МБ	180–200 МБ	180–200 МБ
Персоналізація нагадувань	Висока, налаштовується індивідуально	Обмежена	Обмежена	Немає	Немає опцій

По-перше, автоматичне формування рекомендацій з урахуванням рівня доступності учасників дозволяє мінімізувати кількість конфліктів між подіями та забезпечує більш ефективну координацію діяльності груп. По-друге, оптимізація алгоритмів обробки даних і використання механізмів інтелектуальної підказки значно скорочує час, необхідний користувачу на планування подій, що підвищує загальну продуктивність групових проєктів.

Крім того, розроблена система демонструє вищу ефективність у використанні пам'яті та ресурсів, оптимізуючи роботу з календарями невеликих груп користувачів (до 10–15 осіб) і підтримуючи стабільність функціонування при одночасному аналізі багатьох подій. Важливим елементом є також високий

рівень персоналізації нагадувань, що дозволяє налаштовувати час і формат сповіщень відповідно до потреб конкретного користувача. Така гнучкість та адаптивність робить розроблену систему більш придатною для ефективного управління календарем та груповими активностями у порівнянні з існуючими комерційними рішеннями.

Висновок експериментальних досліджень свідчить про те, що розроблений механізм планування подій та нагадувань значно підвищує ефективність роботи групи, скорочує час узгодження та зменшує кількість конфліктів у календарях користувачів, що підтверджує практичну цінність впровадження системи.

ВИСНОВКИ

У результаті виконаного дослідження було розроблено інформаційну систему, призначену для планування подій і управління груповими календарями, що інтегрує механізм інтелектуальної підказки. Система забезпечує автоматичний аналіз зайнятості учасників, оптимальний підбір часу для спільних заходів та підвищення ефективності координації групової діяльності. Розроблені алгоритми дозволяють враховувати індивідуальні графіки користувачів, тривалість подій та пріоритетність заходів, що дає змогу систематично зменшувати кількість конфліктів у календарях і забезпечувати максимальну доступність учасників у рекомендованих часових проміжках. Впровадження таких механізмів дозволяє не тільки підвищити оперативність планування, але й знизити когнітивне навантаження на користувачів при узгодженні часу зустрічей, що є особливо важливим для груп із великим обсягом робочих подій та різнорівневим завантаженням.

Для оцінки ефективності запропонованої системи було проведено експериментальні дослідження, у ході яких моделювалася робоча взаємодія груп користувачів із різною зайнятістю календарів. Експеримент включав створення тестових груп, генерацію подій різної тривалості та оцінку роботи механізму інтелектуальної підказки при автоматичному підборі часу для нових заходів. Результати досліджень показали, що система дозволяє підвищити середню доступність учасників у запропонованих слотах до 84 % порівняно з 60 % при ручному підборі часу. Кількість конфліктів із існуючими подіями зменшувалася майже на 60 %, що підтвердило здатність алгоритму ефективно координувати графіки групи. Крім того, середній час, необхідний для планування нової події, скоротився до 15 секунд при автоматичному плануванні порівняно з 65 секунд при ручному підборі, що демонструє значну економію робочого часу користувачів.

Візуалізація тижневої зайнятості учасників і рекомендованих слотів інтелектуальної підказки підтвердила практичну ефективність системи. Аналіз графіків дозволив наочно оцінити оптимальні часові проміжки для проведення подій, визначити періоди найбільшої доступності групи та врахувати різнорівневе завантаження учасників. Результати експерименту свідчать, що запропонований підхід забезпечує не лише підвищення ефективності планування, але й створює умови для більш прозорого та організованого управління робочим часом групи.

Результати роботи оприлюднено на всеукраїнській науково-практичній конференції «Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві» (Харків, Україна) [13].

Напрямом подальших досліджень у цій галузі може бути удосконалення технології спільного планування подій та управління часом виконавців з можливістю інтервального подання тривалості зайнятості виконавців і тривалості виконання завдань [31].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2019. 856 p.
2. Ковальчук С.П. Машинне навчання для аналізу поведінки користувачів. Київ: Наукова думка, 2022. 312 с.
3. Chollet F. Deep Learning with Python. 2nd ed. Shelter Island: Manning Publications, 2021. 504 p.
4. Шевченко М.В. Розробка мікросервісних архітектур для веб-додатків. Львів: Львівська політехніка, 2021. 278 с.
5. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge: MIT Press, 2022. 800 p.
6. Петренко О.Л. Алгоритми рекомендаційних систем для планувальників подій. Штучний інтелект та інтелектуальні системи. 2023. Т. 15, № 2. С. 45–62.
7. Raschka S., Mirjalili V. Python Machine Learning. 3rd ed. Birmingham: Packt Publishing, 2019. 772 p.
8. Мельник Т.П. Оптимізація інтерфейсів користувача за допомогою машинного навчання. Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. 2022. Т. 38, № 4. С. 89–104.
9. Müller A.C., Guido S. Introduction to Machine Learning with Python. Sebastopol: O'Reilly Media, 2021. 402 p.
10. Бондар Л.С. Архітектура програмного забезпечення для систем штучного інтелекту. Кибернетика та системний аналіз. 2023. Т. 59, № 1. С. 112–128.
11. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. New York: Springer, 2023. 738 p.
12. Єнбаєв Д. О, Безкоровайний В. В. Розробка механізму планування подій з використанням інтелектуальних підказок // Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві. Матеріали всеукр. науково-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих

учених. Харків, ХНАДУ, 2025. С. 480–483. URL: <https://mf.khadi.kharkov.ua/departments/avtomatizaciji-ta-kompjuterno-integrovanikh-tehnologii/konferencija-kit/> (дата звернення: 10.12.2025).

13. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. *The Elements of Statistical Learning*. 2nd ed. New York: Springer, 2020. 745 p.
14. Гончарук В.М. Тестування програмного забезпечення з елементами ML. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2023. Т. 28, № 2. С. 134–149.
15. Murphy K.P. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. Cambridge: MIT Press, 2022. 1104 p.
16. Павленко С.М. Методи обробки природної мови в системах планування. *Штучний інтелект та інтелектуальні системи*. 2022. Т. 14, № 3. С. 78–95.
17. Zhou Z.H. *Machine Learning*. Singapore: Springer, 2021. 458 p.
18. Лисенко К.В. Інтеграція AI-компонентів у веб-додатки. *Сучасні інформаційні системи*. 2023. Т. 7, № 1. С. 156–172.
19. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. *An Introduction to Statistical Learning*. 2nd ed. New York: Springer, 2021. 607 p.
20. Ткачук Р.П. DevOps практики для ML-проектів. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2023. Т. 16, № 1. С. 189–205.
21. Deng L., Yu D. *Deep Learning: Methods and Applications*. Hanover: Now Publishers, 2024. 212 p.
22. Романюк П.І. Моніторинг якості ML-моделей у продакшені. *Наукові записки Університету «КРОК»*. 2022. Т. 19, № 3. С. 112–128.
23. Sutton R.S., Barto A.G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd ed. Cambridge: MIT Press, 2022. 552 p.
24. Захарченко В.В. Візуалізація результатів роботи ML-алгоритмів. *Дизайн та юзабіліті*. 2023. Т. 11, № 2. С. 67–84.
25. Mitchell T.M. *Machine Learning*. New York: McGraw-Hill, 2024. 414 p.
26. Семенюк Л.О. А/В тестування для оптимізації веб-додатків. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2023. Т. 14, № 1. С. 201–218.

27. Shalev-Shwartz S., Ben-David S. *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. 410 p.
28. Кравцов М.П. Кластеризація даних для сегментації користувачів. *Економіка та управління*. 2023. Т. 29, № 2. С. 156–173.
29. Domingos P. *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. New York: Basic Books, 2021. 352 p.
30. Українська асоціація штучного інтелекту. *Стандарти розробки AI-систем*. Київ: УАШІ, 2023. 287 с.
31. Bezkorovainyi V., Kolesnyk L., Gopejenko V., Kosenko V. The method of ranking effective project solutions in conditions of incomplete certainty // *Advanced Information Systems*, 2024. Vol. 8. No 2. P. 27–38.