

## ПІДХІД У РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ ОБЛІКУ ЗБИТКУ ТА КОНТРОЛЮ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРУЙНОВАНОГО В РЕЗУЛЬТАТІ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ НЕРУХОМОГО МАЙНА МІНІСТЕРСТВА ОБОРОНИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНО-АНАЛІТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України ключовим напрямком ставить розвиток цифрової інфраструктури держави. Особливо актуальним виступає цифровізація процесів підтримки прийняття рішень у сфері діяльності силових відомств України. Актуальність цифровізації процесів обліку руйнації об'єктів нерухомого майна Міністерства оборони України саме обумовлена умовами військового стану і характером ведення бойових дій.

Запропонована архітектура інформаційно-аналітичної системи спрямована не тільки реалізувати функціональності з обліку ступеню руйнації споруд і комунікацій Міністерства оборони України, але і надати зручний прикладний інтерфейс експертам з точки зору виробітку кваліфікованих експертних рішень у відновленні ситуації в стислі терміни часу.

Головним елементом інформаційно-аналітичної системи виступає підсистема інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішень, яка формує статистично-аналітичні дані по всіх об'єктах МОУ та ЗСУ та здійснює прогноз на обсяг відновлювальних робіт по об'єкту руйнації (ремонт/реконструкція).

Вдосконалення процесів обробки статистично-аналітичних даних і підвищення ефективності формування кваліфікованих рішень пропонується здійснювати на основі методів Machine Learning.

**Ключові слова:** діджиталізація, облік нерухомого майна, інформаційно-аналітична система, статистично-аналітичні дані, методи Machine Learning.

**S. Liubarskyi An approach to the implementation of the damage accounting model and control over the restoration of real estate destroyed as a result of russian aggression of the Ministry of Defense of Ukraine based on statistical and analytical data processing**

The concept of development of the digital economy and society of Ukraine puts the development of the digital infrastructure of the state in a key direction. The digitalization of decision-making support processes in the sphere of activity of law enforcement agencies of Ukraine is especially relevant. The urgency of digitalization of the processes of accounting for the destruction of real estate of the Ministry of Defense of Ukraine is due to the conditions of martial law and the nature of hostilities.

The proposed architecture of the information-analytical system is aimed not only to implement the functionality of accounting for the degree of destruction of buildings and communications Ministry of Defence, but also to provide a user-friendly interface to experts in terms of developing qualified expert decisions to restore the situation in a short time.

The main element of the information-analytical system is the subsystem of information-analytical decision-making support, which generates statistical and analytical data on all objects of Ministry of Defence and forecasts the volume of restoration work on the object of destruction (repair / reconstruction). It is proposed to improve the processes of statistical and analytical data processing and increase the efficiency of forming qualified solutions on the basis of Machine Learning methods.

**Keywords:** digitalization, real estate accounting, information-analytical system, statistical-analytical data, Machine Learning methods.

**Постановка завдання.** На поточний момент часу внаслідок російської агресії загальна площа зруйнованого або пошкодженого житла в Україні наразі складає 9,401 млн кв. м. Запуск процесу компенсації і відновлення такого житла планується вже незабаром, не чекаючи на міжнародні суди та отримання репарацій. До остаточного ухвалення Верховною Радою законопроекту № 7198 “Про компенсацію за пошкодження та знищення окремих категорій об'єктів нерухомого майна внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених військовою агресією російської федерації” питання фіксації збитків регулюється нормативно-правовими актами Кабінету Міністрів України. Передовсім постановами “Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії російської федерації” від 20 березня 2022 р. № 326 та “Про збір, обробку та облік інформації про пошкоджене та знищене нерухоме майно внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій, спричинених військовою агресією російської федерації” від 26 березня 2022 р. № 380. Документами, поміж іншого, визначено основні показники, які враховуватимуть при оцінюванні заподіяної шкоди. В першу чергу – фактичні витрати на відновлення пошкодженого житлового фонду і об'єктів інфраструктури, фактичні витрати на грошову компенсацію

постраждалій стороні, вартість зруйнованого та пошкодженого житла, яке потребує відновлення. Інфраструктура, яка належить Міністерству оборони України (МОУ), з цього приводу – не виняток. Президентом України визначено напрямок на “діджиталізацію”, а саме оцифрування всіх можливих процесів в державних структурах, в тому числі контролю якості виконання робіт щодо будівництва, реставрації, відновлення та технічного обслуговування об'єктів нерухомого майна МОУ, що, в свою чергу, спростить низку адміністративних процесів, зменшить бюрократичну складову та допоможе у швидкому відновленні країни.

Для оцінки збитків, які нанесено об'єктам житлового та нежитлового фонду МОУ, та прийняття раціонального рішення щодо їх подальшої експлуатації (будівництво, реконструкція, технічне переоснащення, реставрація, капітальний ремонт) в квартирно-експлуатаційних органах МОУ можуть бути задіяні наступні документи [1; 2]:

- індивідуальна картка обліку будівлі;
- зведена картка обліку наявності та якісного стану будівель;
- індивідуальна картка обліку земельної ділянки;
- індивідуальна картка обліку системи тепlopостачання;
- зведена картка обліку систем тепlopостачання;
- індивідуальна картка обліку системи газопостачання;
- індивідуальна картка обліку газового обладнання будівлі;
- зведена картка обліку систем газопостачання.

Слід відзначити, що ведення вищезазначених форм ведеться даними підрозділами вручну і зберігається в архівах в паперовому вигляді з дублюванням інформації у файлових архівах виконавців в *Excel*-форматах.

Незважаючи на застарілість способів ведення обліку нерухомого майна в Збройних силах України (ЗСУ), керівництво та особовий склад здійснювали спроби автоматизувати процес обліку. Прикладом може слугувати ведення таблиць нерухомих об'єктів МОУ співробітниками ГКЕУ МОУ у *Microsoft Excel*, які синхронізовані зі спеціальною табличною формою, яка використовується в армії США. Таблична форма використовується для введення нових звітних даних нерухомого майна МОУ та відображення вже збережених звітів. *Excel*-таблиця використовується як сховище, де знаходяться всі збережені дані по звітах про стан робіт на об'єктах МОУ.

Крім того, для обліку також використовували програмне забезпечення *FoxPro*, де певною мірою спрощена процедура обліку нерухомого майна ЗСУ. Додаток *FoxPro* оперує даними по обліку нерухомого майна МОУ згідно з формою 40.

Отже, можна зробити висновок, що для виконання завдань обліку збитку та контролю відновлення нерухомого майна МОУ на всіх його етапах виконавцями задіяні різні інструментальні засоби, що зберігають дані в різних, іноді несумісних для міграції даних між підрозділами, форматах. Також слід відзначити, що кожний об'єкт нерухомоті характеризується величезною групою параметрів, що носять як кількісний, так і якісний характер. Деякі з об'єктів знаходяться в зоні окупації і зробити їх якісну оцінку стану не можливо. Немає змоги у стислі терміни часу об'єктивно оцінювати ситуацію по вибірково обраним категоріям об'єктів (район, місто, регіон, лінія бойового зіткнення, довільний полігон місцевості тощо).

Тому, до задачі діджиталізації у даній предметній області слід віднести наступні функціональні процеси:

- організацію процедури моніторингу стану руйнації об'єктів житлового та нежитлового фонду МОУ на основі встановлених керівними документами експлуатаційно-технічних показників;
- формалізацію і збереження інформації, що отримана від процедури низового моніторингу у вигляді єдиного сховища даних за умови обов'язкової процедури валідації прийнятих даних;
- оперативне отримання інформації про всі об'єкти нерухомого майна, що перебувають на обліку МОУ (найменування будівельної споруди, розташування об'єкта за геолокацією, найменування та номер військової частини, найменування структурного підрозділу ЗСУ, до

якого прив'язується споруда, гарнізон, стан об'єкта (споруди): ступінь руйнації та рівень його готовності для використання за призначенням тощо) у вигляді, що забезпечує їх якісну інтерпретацію в контурах підтримки прийняття рішень. Надання змоги перегляду об'єктів нерухомого майна на цифровій мапі України з прив'язкою до геопросторових даних;

– редагування формалізованих даних за відповідною предметною областю на підставі адміністративних прав та повноважень. Унеможливлення фальсифікації провалідованих даних;

– забезпечення непротиворечливості, надійності та безпеки даних на рівні програмної логіки розподіленої інформаційної системи та на рівні комунікаційних з'єднань;

– формування статистично-аналітичних даних (САД) по об'єктах МОУ з візуалізацією їх в прикладних інтерфейсах і подальшим прогнозування можливості вчасного завершення робіт над об'єктами, які підлягли руйнації;

– формування звітів статистично-аналітичної діяльності за визначеними критеріями з можливістю подальшого документування. Застосування для звітних даних форматів, що найбільш застосовані у роботі корпоративних систем.

Вищезазначені процеси слід інтегрувати в логіку роботи інформаційно-аналітичної системи спеціального призначення; архітектуру, функціональність і важелі, що суттєво вплинуть на якість приймаємих рішень, розглянемо детальніше.

**Аналіз останніх публікацій** щодо вирішення проблем по автоматизації процесів обліку та контролю нерухомого майна в силових структурах країн-членів НАТО свідчить про пріоритетність впровадження в сучасні інтегровані програмні платформи підтримки прийняття рішень наступних процесуальних напрямків:

– урахування вимог будівельної галузі з перевіреними найкращими практиками. Ідеальна для впровадження нових бізнес-моделей в міру розвитку ринку;

– реформація бізнес-процесів за допомогою інтелектуальної автоматизації;

– пришвидшення прийняття рішень за допомогою вбудованої аналітики, голосового інтерфейсу та цифрових помічників;

– оцифрування процесів за допомогою гібридних, хмарних та локальних сценаріїв, які містять послідовну модель даних, вихідний код та зручний користувальницький досвід.

**Метою статті є** пропозиція у підвищенні ефективності прийняття оптимальних рішень у сфері будівництва, реставрації, відновленні, технічного обслуговування об'єктів нерухомого майна МОУ під час воєнного стану завдяки діджиталізації процесів збору даних про об'єкти руйнації, які належать МОУ, вдосконалення процесів аналізу цих даних методами машинного навчання та визначення об'єктивної експертної оцінки ступеня руйнації.

Цільова настанова обумовлює виконання наступних завдань:

– аналіз особливостей обліку збитків нерухомого майна в МОУ за умов військового протистояння;

– обґрунтування вибору раціональної моделі архітектурної реалізації інтеграційної інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішення (СППР), будови та функціонального навантаження її підсистем та модулів;

– обґрунтування місця та ролі процесів обробки статистично-аналітичних даних в загальній архітектурній будові інформаційної системи;

– вдосконалення процесів обробки статистично-аналітичних даних і підвищення ефективності відповідних задач за рахунок впровадження методів *Machine Learning (ML)*.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогоднішній день можна констатувати майже повну відсутність комплексної автоматизації процесів обліку процесів логістики в МОУ, особливо обліку нерухомого майна. Відділи, на які покладено виконання подібних задач, продовжують використовувати застарілі методи контролю та обліку, друкуючи звіти на паперових носіях, що ускладнює, затримує та не раціоналізує увесь процес обліку нерухомого майна. Військовий стан, стислість термінів на прийняття рішень, існуючі методи роботи співробітників відповідних служб, унеможливлення зробити експертну оцінку руйнувань на окупованій території – всі ці фактори суттєво обмежують ефективне вирішення задачі, аналіз ступеня збитку і підготовки адекватного реагування.

Досвід впровадження засобів електронного обліку будівництва об'єктів Міністерства оборони країн-членів НАТО обумовлює необхідність діджиталізації наступних інформаційних процесів, які об'єктивно повинні бути враховані в моделі інформаційно-довідкової системи:

- автоматизований збір даних, що передбачає виключення трудомісткості та фактору операторної помилки;
- структурування стандартних даних, зібраних з різних джерел. Дані структурування гарантують, що інформацію можна вводити один раз, а потім використовувати багато разів у кількох місцях, без погіршення якості та додаткового навантаження;
- управління інформаційним ризиком (захисту від можливого зловживання інформацією про об'єкти);
- аналітична можливість (визначення аномалій, відстеження та аналіз тенденцій розвитку процесів, оцінка ефективності будівельних або монтажних проєктів).

Зазначені процеси інтегровані в архітектуру таких інформаційних систем, як *MilCon Dashboard* [3], *RMS* [4].

На рисунку 1 зображено архітектурну будову інформаційно-аналітичної системи *MilCon Dashboard* (США).

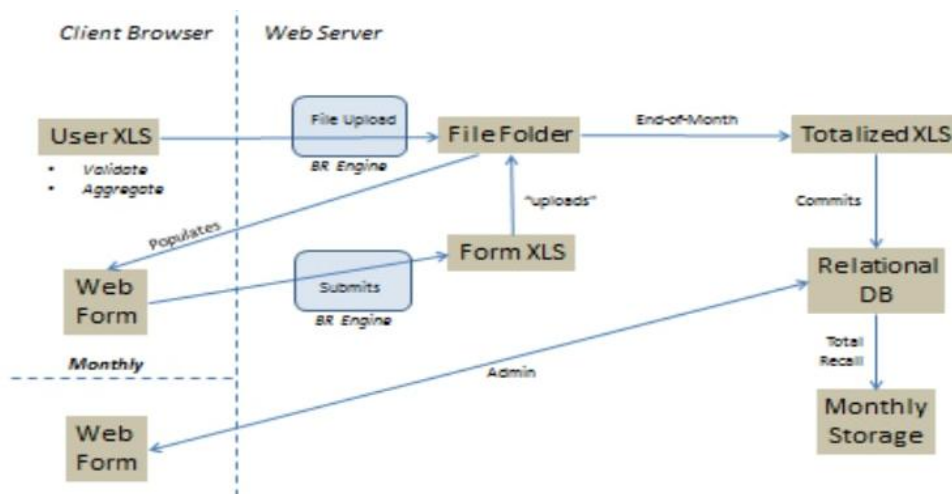


Рис. 1. Архітектура *MilCon Dashboard*

Клієнтська частина архітектури надає змогу переглядати та вносити щомісячні звіти через вебформу прикладного інтерфейсу. Серверна частина складається з: компоненту обробки щомісячних звітів; підтвердження звітів та збереження до реляційної бази даних. Архітектура передбачає: автоматизований збір даних; структурування даних, зібраних з різних джерел; управління інформаційним ризиком; вдосконалені аналітичні можливості. На інформаційній панелі *MilCon* зберігатимуться вичерпні, перевірені, стандартні дані проєкту, а кінцеві користувачі зможуть генерувати впорядковані та динамічні запити на основі інформації майже у реальному часі. Ця розширена аналітична можливість дозволяє фахівцям *MilCon* зрозуміти виконання будівництва об'єктів, визначити аномалії, відстежувати та аналізувати тенденції, оцінювати ефективність будівельних або монтажних проєктів та визначити ефективні можливості економії [3].

Але архітектурна реалізація не позбавлена певних обмежень відносно предметної області, яка винесена на дослідження:

- система орієнтована на облік нерухомого фонду міністерства у мирний час;
- Міністерство оборони США збирає велику кількість даних, пов'язаних із будівництвом, але йому не вистачає стандартизованих процесів та інтегрованих систем, необхідних для систематичного відстеження, аналізу та звітності про проєкти військового будівництва та пов'язаних з ними витрат. Далі, інформацією щодо покращення ефективності військового будівництва в даний час керують лише настільки, наскільки це потрібно для зовнішньої звітності.

Основним інструментом контролю електронного банку Міністерства оборони Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії є програмне забезпечення для контролю житловим майном – *RMS* [4].

*RMS* пропонує повнофункціональну систему управління майном, пристосовану до конкретних потреб військових. *RMS* інтегрований у військових управліннях по всій Великобританії та забезпечує вдосконалене рішення щодо менеджменту нерухомою власністю, квартирами, об'єктами Міністерства тощо.

*RMS* забезпечує унікальний та зручний користувальницький інтерфейс, який легко координує тонкощі управління військовим нерухомим майном, зокрема елементи інтерфейсу надають змогу редагувати форми звітності та подальшого налаштування для відповідності військовим стандартам всебічної звітності та максимального спрощення контролю військових об'єктів. Усі процеси управляються за допомогою єдиної системи з управлінням персоналом, підрядниками та субпідрядниками, обслуговуванням баз та активів, складання списків, ретроспективних та статутних інструментів звітності та прогнозування, які за допомогою системи стають легко керованими [4].

На рисунку 2 зображено інтерактивну панель відображення процесів будівництва об'єктів нерухомого майна *MO RMS* з їх часовими рамками та кольором відображено стан робіт.

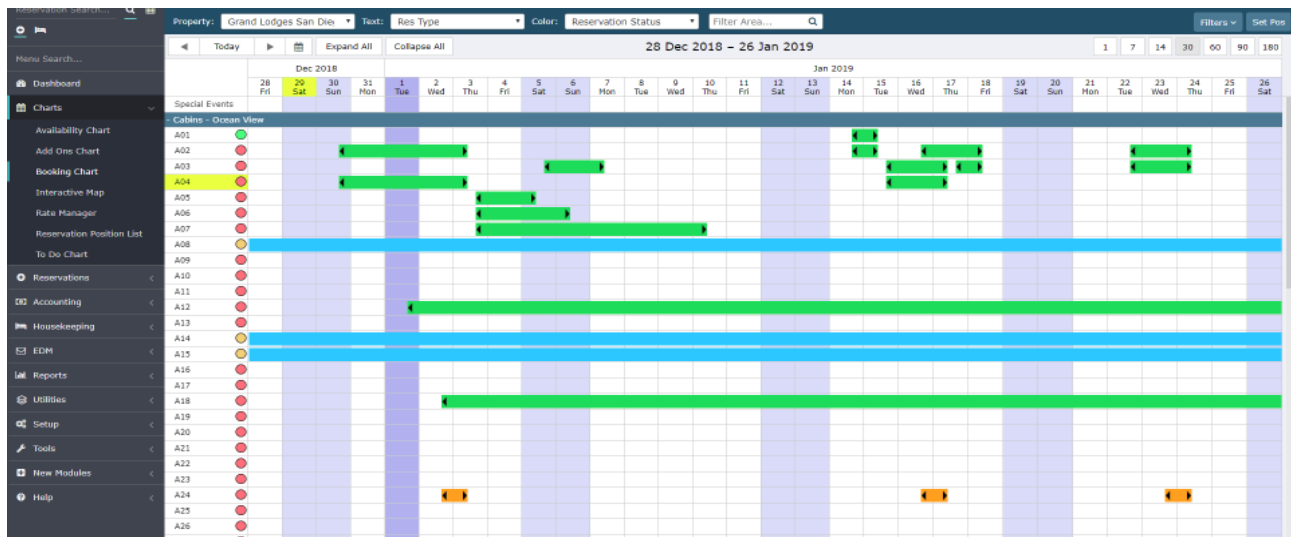


Рис. 2. Приклад списку будівельних процесів у *RMS* системі

Визначаючи важливість вище розглянутих процесів, беручи до уваги обмеження, що накладаються поточним станом в Україні, кількістю зруйнованих об'єктів, параметрами інфраструктури життєзабезпечення, робимо висновок у необхідності вибору такого варіанту архітектурної будови інформаційно-аналітичної системи МОУ, що надавала в умовах її експлуатації за призначенням найкращі показники ефективності і якості в системі підтримки прийняття рішень.

Науковий підхід розглядає прийняття рішення як єдиний комплексний процес, зміст якого дає змогу вивчити проблему, що виникла, проаналізувати можливі варіанти її вирішення і вибрати найефективніший із них. Науковий підхід забезпечує прийняття раціональних і оптимальних рішень. Раціональні рішення передбачають вибір такої альтернативи, що принесе максимум вигоди. У рамках цього підходу виникає необхідність всебічного вивчення проблеми, пошуку альтернатив і ретельного аналізу інформації. Раціональні рішення, таким чином, відрізняються від інтуїтивних тим, що базуються на об'єктивному аналітичному процесі та формально-логічному мисленні. Оптимальним рішенням називається таке, при якому досягається найкращий середній вигравш. Або таке, яке приносить найкращий наслідок з найбільшою ймовірністю.

Щодо предметної області, яка розглядається, формальна постановка задачі вибору раціонального варіанту архітектури інформаційно-аналітичної системи обліку збитку та контролю відновлення зруйнованого нерухомого майна МОУ виглядає наступним чином.

Нехай  $\epsilon$  множина  $m$  варіантів архітектурної будови інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень. Деяка  $j$ -а властивість  $i$ -го варіанта архітектурної будови характеризується величиною  $i$ -го часткового показника  $q_{ij}$ ;  $i = 1, \overline{m}$ ;  $j = 1, \overline{n}$ . Тоді архітектурна будова при  $i$ -тому варіанті реалізації характеризується вектором

$$\overline{Q}_i = |q_{i1}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{in}|. \quad (1)$$

Завдання багатокритеріальної оптимізації зводяться до того, щоб з множини  $m$  варіантів архітектурної будови інформаційно-аналітичних систем вибрати такий варіант  $i_0$ , який має найкраще значення вектора  $\overline{Q}_i$ , тобто

$$i_0 = \arg \text{opt} \overline{Q}_i, \quad i = 1, \overline{m}. \quad (2)$$

При цьому передбачається, що поняття „найкращий вектор  $\overline{Q}_i$ ” – попередньо сформульований математично, тобто обраний (обґрунтований) відповідний критерій переваги (відношення переваги).

Для вирішення багатокритеріального завдання вибору необхідно виразити значення часткових показників  $q_{ij}$  у зручній кількісній формі. Найбільш доцільно як кількісні, так і якісні показники привести до вигляду, коли їхні значення змінюються від нуля до одиниці, тобто  $0 \leq q_{ij} \leq 1$  для всіх  $i = 1, \overline{m}$ ;  $j = 1, \overline{n}$ .

При цьому кількісні показники нормуються в такий спосіб:

$$\overline{q}_{ij} = \frac{q_{ij}}{\max_i q_j}, \quad (3)$$

у випадку, якщо необхідно максимізувати  $q_{ij}$ ,

$$\overline{q}_{ij} = \frac{\min_i q_j}{q_{ij}}, \quad (4)$$

якщо необхідно мінімізувати  $q_{ij}$ .

Якісні показники подаються у вигляді експертних оцінок заданого рівня якості  $\mu(q_{ij})$ .

Очевидно, завжди  $0 \leq \mu(q_{ij}) \leq 1$ .

Аналіз літератури показує, що всі численні методи вирішення багатокритеріальних завдань можна звести до трьох груп показника:

1. Метод головного показника.
2. Метод результуючого показника.
3. Лексикографічні методи (методи послідовних поступок).

Метод головного показника базується на переведенні всіх показників, крім будь-якого однорідного, що називається головним, у розряд обмежень типу рівностей та нерівностей. До недоліків методу головного показника можна віднести: труднощі виділення головного показника та встановлення припустимих значень для показників, що переводяться у розряд обмежень.

Метод результуючого показника базується на формуванні узагальненого показника шляхом інтуїтивних оцінок впливу часткових показників на результуючу якість виконання системою її функцій. Оцінки такого впливу даються групою фахівців-експертів.

Лексикографічний метод базується на впорядкованих за важливістю показниках. Суть методу полягає у виділенні безлічі альтернатив з найкращою оцінкою за найбільш важливим показником. Якщо така альтернатива єдина, то вона вважається найкращою; якщо їх декілька, то з їхньої підмножини виділяються ті, які мають кращу оцінку за другим показником тощо.

За сукупністю показників може призначатися поступка, у межах якої альтернативи вважаються еквівалентними.

Вибір методу розв'язування багатокритеріальної задачі як у класичній, так і в нечіткій постановці визначається тим, в якому вигляді представлена експертна інформація щодо переваг показників. Якщо представлено експертну інформацію про ступінь або важливість переваги показників та визначені їхні вагові коефіцієнти, то методом розв'язування багатокритеріальної задачі вважається метод результуючого показника.

За результатами методу експертного оцінювання пропонується наступна архітектура інформаційно-аналітичної системи обліку руйнувань та контролю відновлення нерухомого майна МОУ (рис. 3).

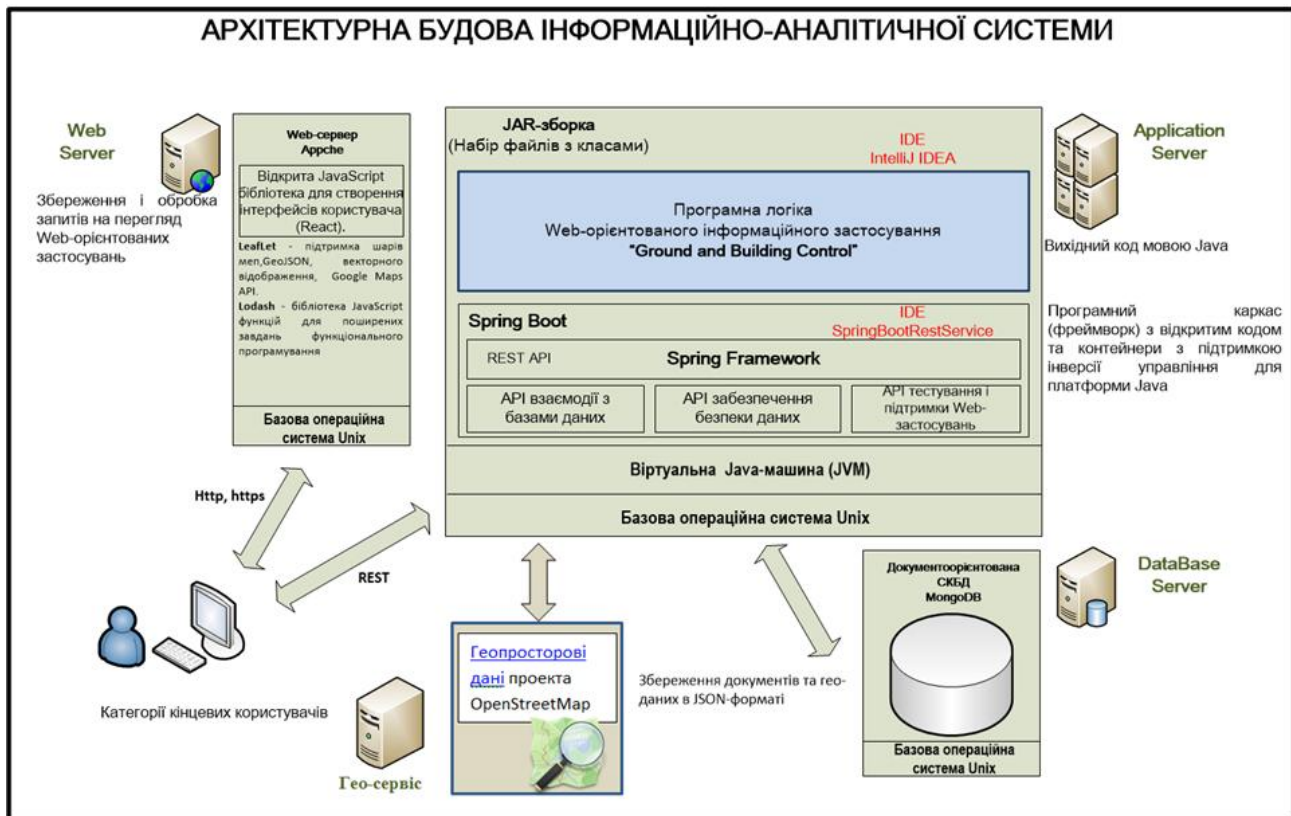


Рис. 3. Архітектурна будова прототипу геопросторової інформаційно-аналітичної системи обліку збитків та контролю відновлення зруйнованого майна МОУ

Серверний компонент повинен забезпечувати: централізовану обробку та зберігання даних, що необхідні для роботи комплексу з забезпеченням цілісності, точності та безпеки даних; формування електронних звітів інформаційно-аналітичної діяльності за визначеними критеріями; процедуру завантаження даних з різних джерел даних; базову програмну логіку підтримки прийняття рішень щодо оцінки нанесених збитків.

Клієнтський компонент призначений для забезпечення інтерактивного прикладного інтерфейсу для використання всіх функціональних потужностей системи.

Структурно прототип геопросторової інформаційно-аналітичної системи повинен складатись із наступних складових (рис. 4):



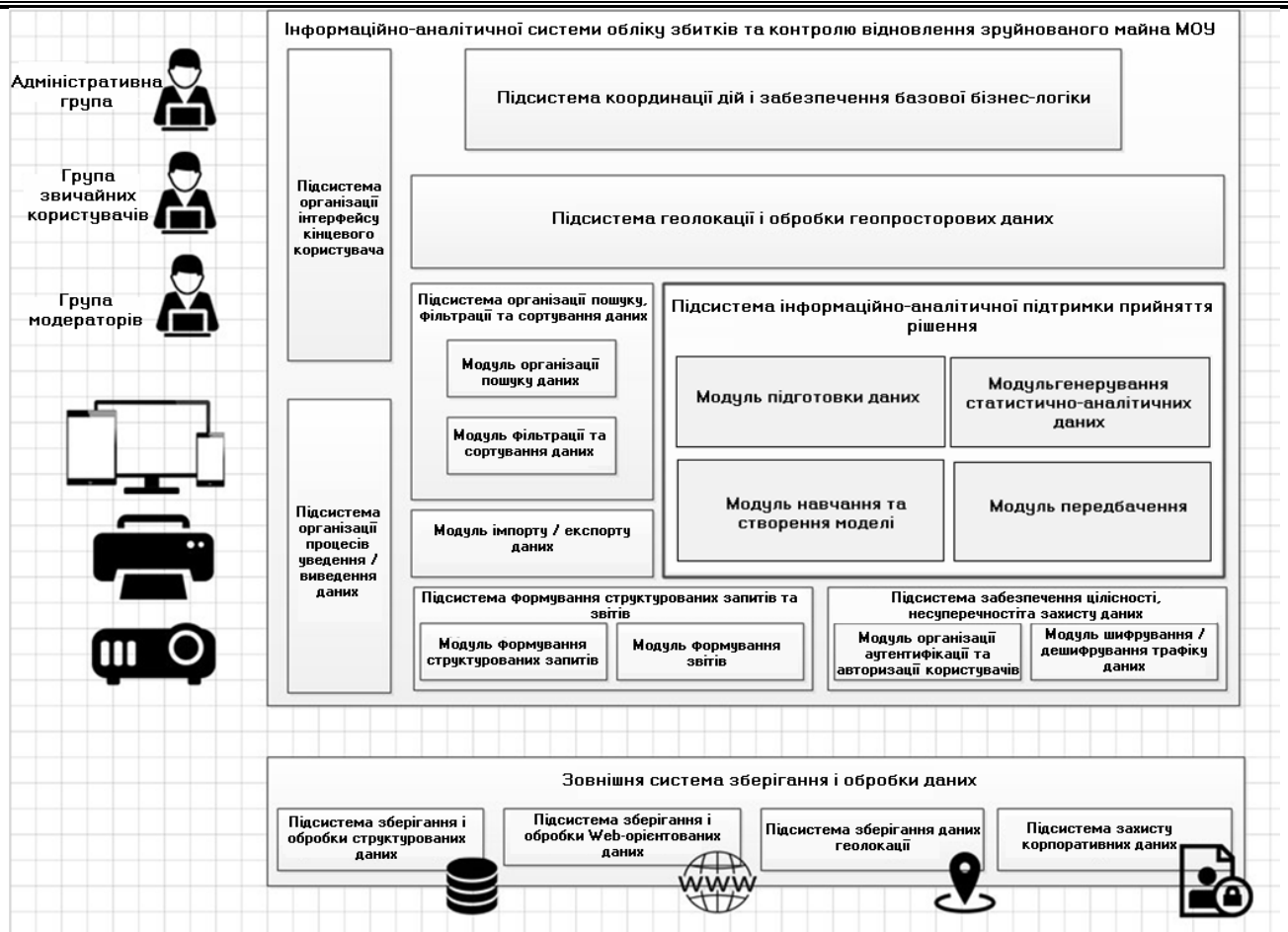


Рис. 4. Структурна схема прототипу геопросторової інформаційно-аналітичної системи обліку збитків та контролю відновлення зруйнованого майна МОУ

1. Підсистема організації інтерфейсу кінцевого користувача – забезпечує елементи інтерактивного віконного інтерфейсу для виконання базових функціональних завдань, що покладені на інформаційно-аналітичну систему.

2. Підсистема координації дій і забезпечення базової бізнес-логіки – реалізує базовий набір службових процесів, що обумовлює роботу ядра системи і координації роботи інших підсистем та модулів.

3. Підсистема геолокації і обробки геопросторових даних:

– відтворення на цифровій мапі інформації про всі об'єкти нерухомого майна, що перебувають на обліку МОУ, рівень їх руйнації або готовності для використання за призначенням після відновлювальних робіт. Дані представляються у вигляді групових і індивідуальних графічних примітивів та контекстно-залежних від них довідкових і статистичних даних;

– надання змоги виконувати маніпуляції над геоданими, іншими контекстно-залежними об'єктами предметної області автоматизації через інтерфейс адміністративної оболонки керування.

4. Підсистема організації пошуку, фільтрації та сортування даних – надає змогу здійснювати оперативний контекстно-залежний пошук даних за різноманітними критеріями, накладати фільтруючі маски для звуження або розширення інформації, що відтворюється в компонентах виводу, застосовувати різні режими сортування даних (наприклад, за алфавітом, збільшенням / зменшенням значення тощо).

5. Підсистема формування структурованих запитів та звітів – надає змогу шляхом використання спеціалізованих мов формувати інформаційні запити на виконання різнобічних операцій над даними через посередництво іменовано налаштованих джерел даних. Використовуючи генератори звітів, модуль здійснює також формування електронних звітів



статистично-аналітичної діяльності за визначеними критеріями з можливістю подальшого документування на пристроях друку, візуалізації в візуальних формах прикладного інтерфейсу, для укладання в масиви експортних структур.

6. Підсистема забезпечення цілісності, несуперечності та захисту даних. Підсистема забезпечує:

– стійку роботу системи, автоматичне відновлення у випадку виявлення системою потенційної помилки, автоматичне використання альтернативних компонентів замість тих, що вийшли з ладу;

– несуперечливість даних та їх узгодженість з предметною областю;

– виконання операцій шифрування / дешифрування інформації, сертифікації;

– розмежування доступу до даних, запровадження прав і повноважень користувачів системи, підтримка аутентифікації та авторизації об'єктів-користувачів системи тощо.

7. Підсистема організації процесів уведення/виведення даних – забезпечує комунікативний інтерфейс взаємодії базових бізнес-процесів інформаційно-аналітичної системи з зовнішнім оточенням (програмно-апаратні засоби обчислювальної техніки, програмно-апаратні комплекси тощо).

8. Модуль імпорту/експорту даних – надає змогу виконати упаковування (розпаковування) даних в (з) формати інших джерел.

9. Модуль формування довідкової інформації про роботу із системою – надає змогу отримувати контекстно-залежну довідку про узагальнену функціональність системи, порядок взаємодії з інтерфейсом користувача і виконання головних завдань, що покладені на систему в цілому або її складові підсистеми.

Ключовим елементом інформаційно-аналітичної системи виступає **Підсистема інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішення**.

На неї покладаються наступні завдання (рис. 5):

– отримання статистично-аналітичних даних по всіх об'єктах МОУ, що підляглися руйнації, пошкодженню в результаті ведення бойових дій;

– отримання прогнозу на стан робіт по відновленню об'єкта (ремонт/реконструкція).

Слід відзначити, що дана підсистема є головним елементом системи прийняття рішень і спрямована на отримання знань про об'єкт дослідження – виявлення корисної інформації, отримання висновків, врешті, підтримка в прийнятті розумного (зваженого) рішення. Дане рішення має бути основане не на поверхневих знаннях про об'єкт, а на аналізі багатьох факторів, які можуть непрямо відноситися до об'єктів, які дозволяють користувачам отримувати інформацію або знання з інформаційної системи.

Одержання вірних рішень по сучасних системах є наукомістким, тому є необхідними обробка та управління знаннями. Так само, як комп'ютерні науки продукують технологічну основу для реалізації систем підтримки прийняття рішень, управління знаннями утворює інтелектуальну базу для розробки, вивчення і застосування систем підтримки прийняття рішень [5].

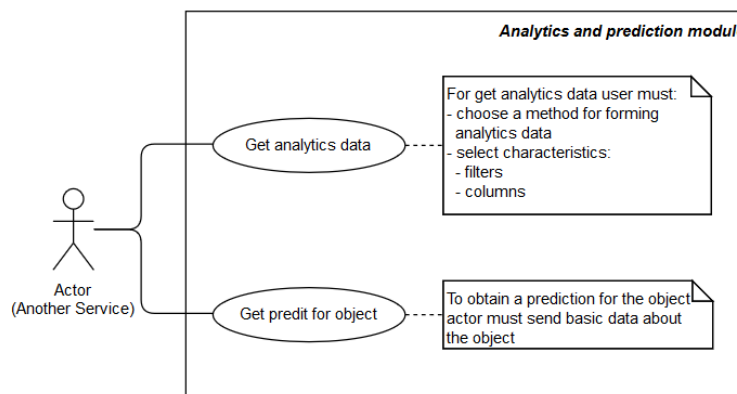


Рис. 5. Діаграма варіантів використання (use case diagram)

Під час фази дослідження (рис. 6) керівник військового управління або система управління отримує дані, які опрацьовуються, і синтезується інформація (нові відомості про об'єкт дослідження, що ми отримали з даних). Далі здобута інформація на фазі проектування структурується, виводяться судження, які розглядаються, аналізуються, і наприкінці приймається управлінське рішення [5].

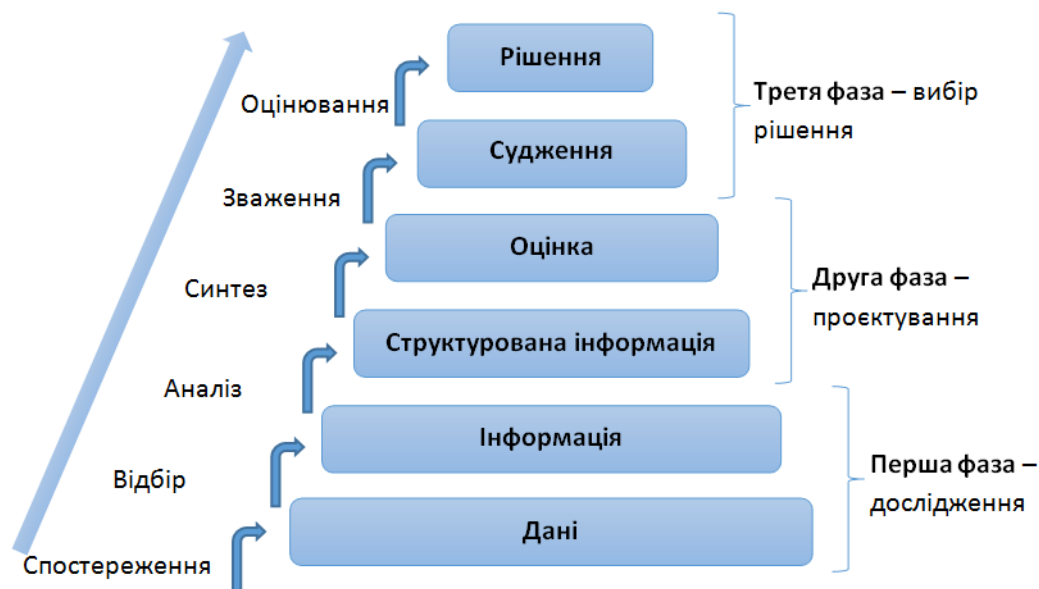


Рис. 6. Формалізація алгоритму прийняття рішення

Динаміка трансформації інформації в контурі підтримки прийняття рішень інформаційно-аналітичної системи обліку збитків та контролю відновлення зруйнованого майна МОУ представлена в таблиці 1.

Таблиця 1

Ілюстрація фаз одержання знань

Фази отримання знань	Результат
Дані	26
Інформація	26 % – будівельна готовність за результатами руйнації
Структурована інформація	26 % – будівельна готовність казарми № 1 смт Петровичі станом на 13–14.10.2022 з кількістю будівельників 4
Судження	Відновлення казарми № 1 буде завершено не вчасно за даних умов
Рішення	Збільшити кількість робітників на об'єкті казарма № 1 смт Петровичі до 14 осіб

Аналіз існуючих підходів в реалізації спеціалізованих СППР обумовив віддати перевагу в сторону гібридних, що в більшості представлені в предметній області, що розглядається.

Існує два основні підходи до інтеграції СППР: вкладеність і синергія. Методи вкладення припускають передачу властивостей інвестиційної системи системі, яка отримала цю підсистему.

У синергетичному підході до інтеграції різних систем немає вкладеності, немає домінуючої технології, немає вкладених систем і методів. Всі методи інтегровані в один інструмент, що дозволяє використовувати їх незалежно один від одного або разом кількома методами в рамках однієї операції [6].

Такий варіант структури СППР найкраще підходить для вирішення задач, поставлених перед інформаційно-аналітичною системою обліку збитків та контролю відновлення зруйнованого майна МОУ. Завдяки такій структурі СППР можна побудувати модель, котра базується на методах штучного інтелекту, а також додати систему формування інтерактивних

звітів, які будуть узагальнено та лаконічно представляти інформацію на основі графічної візуалізації (рис. 7).

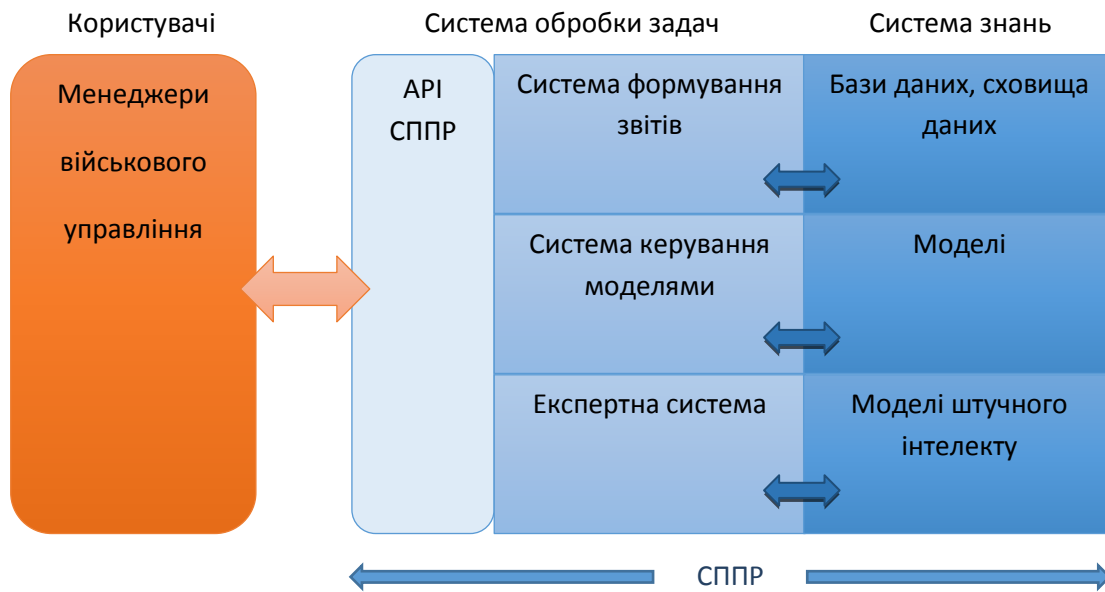


Рис. 7. Варіант гібридної структури СППР

Системи підтримки прийняття рішень використовують математичні моделі для отримання науково-обґрунтованих адміністративних рішень. Найпопулярнішими з них є такі типи моделей: оптимізація, статистичний аналіз, прогнозування, нейронні мережі [7]. Модель оптимізації описується критерієм оптимізації (цільовою функцією) та обмеженнями.

Огляд математичної моделі можна представити наступним чином.

$$p = \min f_0(x), \quad (5)$$

обмеження  $f_i(x) \leq b_i, i = 1, \dots, m$ .

За предметною областю дослідження цільова функція повинна бути спрямована на мінімізацію:

- кількості будівельних засобів та матеріалів, що вимагаються для відновлення зруйнованих та пошкоджених об'єктів МОУ;
- чисельності колективу інженерно-будівельних спеціалістів, що задіюються для виконання завдань відновлення об'єктів відповідно до встановлених смет;
- вартості виконання завдання для приведення об'єкту МОУ до застосування за призначенням;
- термінів часу на заплановані етапи відбудови.

Обмеженнями предметної області виступають: кошторис на будівництво (відбудову, ремонт); терміни часу перебування об'єкту МОУ в зоні окупації; інші ситуаційні фактори.

Аналіз досвіду світової практики у вирішенні подібного роду завдань, переліку завдань, що висуваються перед підсистемами інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішення, обумовив взяти за основу модель на основі нейронної мережі, тобто, модель, що використовує штучну мережу і підтримує нечітку логіку. Також ця модель підходить для вирішення задачі по прогнозуванню вірогідності вчасного завершення робіт, так як дані, надані замовником, є в більшості неструктурованими та мають багато пропусків (не заповненні поля та значення, які підпадають в категорію аномалій).

Архітектура підсистеми інформаційно-аналітичної підтримки представлена на рисунку 8.

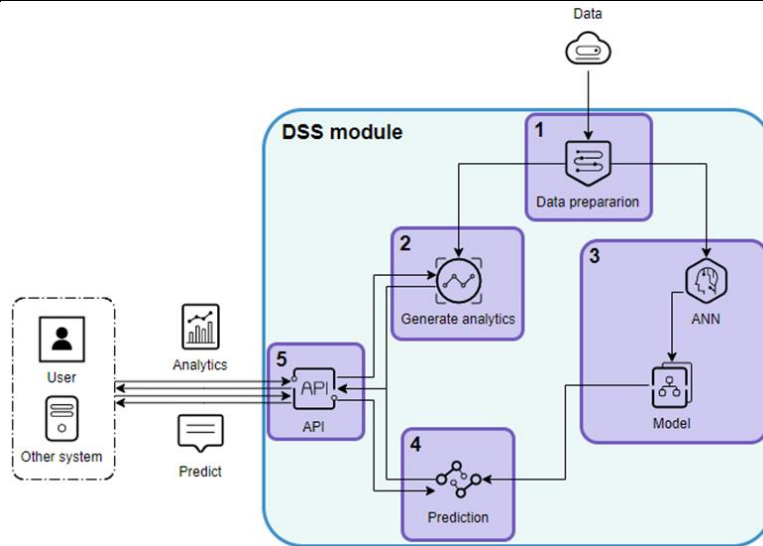


Рис. 8. Архітектура підсистеми інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішення:  
 1 – Модуль підготовки даних; 2 – Модуль генерування САД; 3 – Модуль навчання та створення моделі;  
 4 – Модуль передбачення; 5 – API для взаємодії з користувачем (сервісом)

Діаграма послідовностей реалізації завдань, що покладаються на підсистему інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішення, описує процеси взаємодії користувача і сервісу (рис. 9) [8].

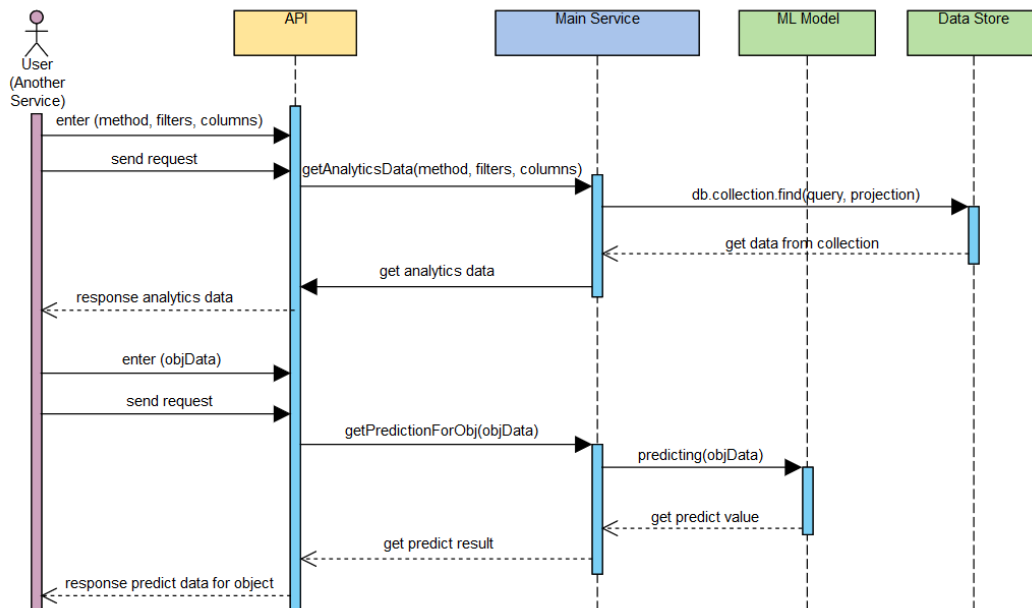


Рис. 9. Діаграма послідовностей (*sequence diagram*)

В запиті на отримання статистично-аналітичних даних користувач вибирає метод формування даних та характеристики. Далі відправляється запит на отримання даних з вказаними характеристиками до сховища даних. Отримані дані зі сховища трансформуються в статистично-аналітичні дані за заданим методом. Для отримання передбачень від користувача (сервісу) на сервіс відправляється запит з об'єктом, на який потрібно зробити передбачення на вірогідність завершення виконання робіт вчасно, сервіс повертає значення передбачення в межах [0, 1].

Послідовності бізнес-процесів або дій, реалізованих методами класів (процедурами), по побудові *ML*-моделі для підсистеми підтримки прийняття рішень можна представити наступним чином:

1. Підготовка статистичних даних:

- визначення переліку атрибутів даних, що підлягають обробці за предметною областю дослідження;
  - видалення дублюючої інформації для максимального зменшення показника збитковості;
  - приведення типів даних до встановлених в інформаційно-аналітичній системі еталонних стандартів;
  - заповнення пропущених даних, що за певних обставин не визначені на етапі постачання і валідації інформації;
  - нормалізація числових даних. Це потрібно для адекватного застосування математичних методів і комп'ютерних розрахунків при пов'язаних із великими і малими абсолютними величинами обчисленнях, а також для того, аби встановити відповідність між кількісними та якісними значеннями;
  - очищення від аномалій;
  - спрощення даних.
2. Створення моделі:
- вибір методу;
  - підбір глобальних параметрів;
  - тренування моделі;
  - оцінка моделі.

Крім цього є проміжні та фінальні дії: збір даних, поділ даних на тренувальні та для тестів, вибір моделі з найкращою точністю.

Результатом роботи модуля є сформований набір статистично-аналітичних даних, який можна отримати з *API* підсистеми. Нижче наведено приклад візуалізації статистично-аналітичних даних, які надав модуль (рис. 9).

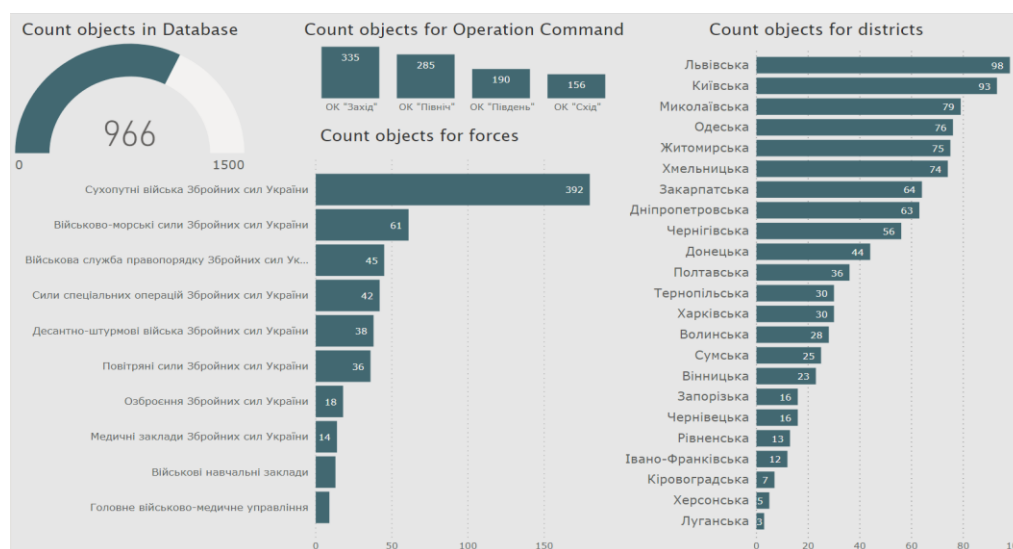


Рис. 9. Візуалізація даних, наданих модулем формування статистично-аналітичних даних

**Висновок.** Досвід впровадження засобів електронного обліку будівництва об'єктів Міністерства оборони країн-членів НАТО обумовлює преломлення процесів діджиталізації у даній предметній області в бік усунення наслідків військової агресії російської федерації.

Науковий підхід розглядає прийняття рішення як єдиний комплексний процес, зміст якого дає змогу вивчити проблему, що виникла, проаналізувати можливі варіанти її вирішення і вибрати найефективніший із них.

Вибір раціональної архітектури інформаційно-аналітичної системи зводиться до обґрунтованого вибору методу розв'язання багатокритеріальної задачі, як у класичній, так і в нечіткій постановці.

Ключовим елементом структурної будови інформаційно-аналітичної системи виступає підсистема інформаційно-аналітичної підтримки, що відповідає гібридній моделі реалізації СППР. Дана модель використовує штучну нейронну мережу і підтримує нечітку логіку. Це

надає можливості для вирішення задачі з прогнозування вірогідності вчасного завершення відновлювальних робіт об'єктів руйнації.

Результати виконання бізнес-процесів гібридної СППР доводять доцільність застосування методів *Machine Learning* у ефективності прийняття якісного рішення.

В подальших дослідженнях планується оцінити ефективність запропонованого підходу за методом *Machine Learning* порівняно з існуючими підходами.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Змін до Інструкції з обліку військового майна у Збройних Силах України: Наказ Міністра оборони України від 10.07.2019 № 373 // Офіційний вісник України. 2019. № 64. С. 142.
2. Про затвердження Інструкції з обліку військового майна у Збройних Силах України: Наказ Міністра оборони України від 17.08.2017 № 440 // Офіційний вісник України. 2017. № 86. С. 93.
3. MilCon Dashboard Capability Requirements Document - Office of the Assistant Secretary of Defense (Energy, Installations, & Environment) Business Systems & Information Directorate. January, 2016.
4. Quality Control System (QCS) and Resident Management System (RMS). URL: [https://www.swf.usace.army.mil/Portals/47/docs/CQM/Guide/Module\\_8.pdf](https://www.swf.usace.army.mil/Portals/47/docs/CQM/Guide/Module_8.pdf).
5. Лінькова О. Ю. Основи управлінського консультування: навч.-метод. посіб. / Лінькова О. Ю., Соколенко В. А. 3-тє вид. Харків: MapT, 2018. 526 с.
6. Орлов А. І. Прийняття рішень. Теорія і методи розробки управлінських рішень: навч. посіб. 3-тє вид. Харків: MapT, 2015. 415 с.
7. Демиденко М. А. Системи підтримки прийняття рішень для прийняття управлінських рішень: навч. посіб. Нац. гірн. ун-т, 2017.
8. UML діаграма послідовності. URL: <https://studfile.net/preview/5200239/page:6/#13>.