

Корисна модель належить до галузі інформаційних технологій та автоматизованих систем управління, а саме до багатофункціональних інтегрованих платформ, призначених для високоточного збирання, оброблення, аналізу, зберігання та візуалізації даних про поховання, а також для надання ритуальних послуг. Комплекс включає взаємопов'язані між собою фізичні модулі збирання даних, серверні обчислювальні комплекси, розподілені бази даних, захищені канали зв'язку та інтелектуальні алгоритми обробки даних.

З рівня техніки відома система керування могилами (JP2022036640A, МПК G06Q 50/10, опубл. 08.03.2022), яка містить базу даних постачальника послуг, базу даних користувачів та базу даних карт. Коли користувач призначає початкову точку (наприклад, вхід на кладовище) і цільову точку (могили) на карті, серверні засоби здійснюють пошук та виводять на термінал маршрут для відвідування могили. Однак функціональність системи обмежена територією певного кладовища, що звужує сферу її застосування.

Відомий спосіб створення бази даних про місця поховання померлих людей (заявка EA202100080A1, МПК G01S 19/42, опубл. 30.09.2021), який здійснюється за допомогою цифрового пристрою авторизованого користувача. Користувач фіксує координати розташування місця поховання з використанням датчика супутникової навігації або бездротового приймача та передає дані на сервер. Пошук в базі даних сервера здійснюється за запитами користувача, а результати відображаються на дисплеї пристрою. Недоліком цього рішення є необхідність ручного введення початкових даних (персональних даних та геоданих) про померлу людину з клавіатури, що може призвести до помилок і спотворення інформації. Наприклад, співробітник кладовища може не розібрати пошкоджені написи на пам'ятнику (ПІБ, дати) і внести неправильні дані. Відсутнє також автоматизоване збирання даних – не передбачено використання дронів з LIDAR-сканерами та високоточними GPS-модулями, через що точність визначення координат поховань невисока.

У патенті US10015628B1 (МПК H04W 4/021, опубл. 03.07.2018) розкрито методи та систему для надання послуг визначення місця поховання. Система представлена серверним рішенням, що може бути реалізоване за допомогою хмарних або розподілених обчислювальних технологій. Система виконує внутрішні функції для клієнтської частини, представленої у вигляді мобільного додатка на пристрої користувача. Приклад методу містить отримання ідентифікаційної інформації користувача з мобільної програми; зіставлення користувача з місцем поховання; отримання даних про місцезнаходження з мобільного пристрою; визначення, що пристрій знаходиться в межах заздалегідь визначеної геозони місця поховання; надання користувачеві вказівок щодо місця поховання через мобільну програму. Також може відбуватися автоматичне отримання та представлення користувачеві "цифрової спадщини" померлої людини, пов'язаної з місцем поховання, та візуалізація розташування місця поховання у вигляді аватара померлого за допомогою технологій доповненої реальності. Основний акцент у цьому рішенні зроблено на візуалізації та наданні інформації про поховання; однак відсутня автоматизація збору даних та інтелектуальне опрацювання інформації. Суттєвим недоліком є те, що система не дозволяє користувачеві самостійно додавати нові місця поховання до бази даних – вона тільки надає інформацію про вже відомі поховання. Крім того, рішення не передбачає автоматизованого збору інформації про поховання (наприклад, регулярного моніторингу стану могил).

Наявні інформаційні та навігаційні системи мають низку обмежень. Традиційні методи геопозиціонування (GPS, ГЛОНАСС) характеризуються похибкою 3–10 метрів, що недостатньо точно для фіксації координат поховань, особливо в умовах щільної забудови або складного рельєфу місцевості. Існуючі рішення не є адаптивними до використання перспективних технологій високоточного позиціонування (RTK GPS, PPK GPS, LIDAR, UWB, супутникова фотограмметрія), що обмежує їх функціональність.

Окрім того, відомі рішення страждають на фрагментованість та ізолюваність даних, що ускладнює консолідацію і синхронізацію інформації між різними системами. Зберігання даних у розрізних базах без єдиної платформи призводить до частих втрат і дублювання даних та знижує оперативність обробки. Сучасні системи також недостатньо захищені від зовнішніх загроз і внутрішніх помилок – слабкі механізми автентифікації, відсутність багаторівневого шифрування даних та захищених каналів передачі створюють ризик витоку даних і несанкціонованого доступу.

Найбільш близький аналог не відомий, який характеризується сукупністю ознак, подібних до сукупності суттєвих ознак запропонованої корисної моделі.

В основу корисної моделі поставлена задача розробити апаратно-програмний комплекс (АПК) для збору, оброблення та управління даними про місця поховання, який забезпечує високоточну фіксацію координат місць поховань та ефективний, безпечний і автоматизований збір, обробку та зберігання даних про поховання.

Поставлена задача вирішується тим, що запропонований апаратно-програмний комплекс для збору, оброблення та управління даними про місця поховання, що містить клієнтську частину, яка включає: модуль взаємодії з користувачем; модуль збору даних; модуль автоматизованого збору даних; та серверну частину, яка включає: серверний кластер; модуль оптичного розпізнавання тексту, виконаний з можливістю вилучення текстової інформації з цифрових зображень місць поховань;

модуль штучного інтелекту; модуль оброблення та зберігання даних, призначений для верифікації, інтеграції та безпечного зберігання всіх типів даних у сховищі даних; модуль захисту даних, виконаний з можливістю забезпечувати багаторівневе шифрування, багатофакторну аутентифікацію та моніторинг безпеки роботи АПК; модуль маркетплейсу; модуль месенджера, модуль сповіщень, при цьому комплекс додатково містить модуль високоточного позиціонування, виконаний з можливістю визначення тривимірних географічних координат місця поховання та орієнтації площини надпису, а модуль оптичного розпізнавання тексту функціонально зв'язаний з модулем високоточного позиціонування та виконаний з можливістю використовувати отримані тривимірні дані для перспективної та геометричної корекції зображення перед розпізнаванням тексту, результати якої зберігаються у сховищі даних, причому всі модулі з'єднані між собою захищеними каналами передачі даних з LS 1.3-шифруванням та автоматичним переходом на офлайн-буферизацію при втраті зв'язку.

Модуль штучного інтелекту реалізує нейромережеві алгоритми корекції результатів модуля оптичного розпізнавання тексту, класифікації стану місць поховань та виявлення дублікатів записів.

Модуль захисту даних містить систему багаторівневого шифрування, що включає шифрування при передачі (TLS/HTTPS), шифрування при зберіганні (AES-256) та асиметричний обмін ключами (RSA або ECC).

Крім того, модуль маркетплейсу інтегрований з платіжними шлюзами та криптовалютними платформами та підтримує оформлення регулярних підписок на послуги.

Крім того, модуль взаємодії з користувачем інтегрований з зовнішніми навігаційними сервісами для побудови маршрутів до місця поховання.

Крім того, модуль високоточного позиціонування містить щонайменше один сенсорний блок, вибраний з групи, що містить, але не обмежується: а) диференціальні супутникові RTK- та/або PPK-GNSS-приймачі; б) лазерні сканери LiDAR; в) ультраширококустові (UWB) радіомодулі; г) інерційні вимірювальні блоки (IMU); д) лазерні гіроскопи; е) волоконно-оптичні гіроскопи; ж) квантові інерційні датчики; з) комбінації перелічених пристроїв та їх спільне використання з візуально-інерційними SLAM-системами.

Крім того, модуль високоточного позиціонування додатково містить радіомодулі або маяки, що реалізують методи псевдодальномірювання Wi-Fi RTT, BLE AoA, RFID.

Крім того, середньоквадратична похибка модуля високоточного позиціонування не перевищує 5 мм за координатами та $0,1^\circ$ за орієнтацією, що дозволяє отримувати фронтальну еквівалентну роздільну здатність ≥ 300 dpi для достовірного оптичного розпізнавання тексту висотою 10 мм.

Крім того, засоби модуля штучного інтелекту виконані з можливістю при виявленні критичних пошкоджень поховання автоматично формувати замовлення в модулі маркетплейсу та відправляти сповіщення користувачеві.

Впровадження в запропонованій корисній моделі передових технологій геопозиціонування (RTK, PPK, LiDAR, UWB) дозволяє виконувати високоточну фіксацію координат поховань і повністю автоматизувати збір геоданих. Інтеграція модуля OCR та ШІ на серверній частині дає змогу виконувати інтелектуальне оброблення інформації та мінімізувати помилки, пов'язані з людським фактором, підвищуючи достовірність і актуальність даних. Використання багаторівневого захисту даних (унікальні протоколи шифрування, багатофакторна автентифікація, моніторинг безпеки) повністю виключає можливість несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації системи.

Використання запропонованого апаратно-програмного комплексу забезпечує досягнення наступних технічних ефектів:

Висока точність позиціонування – завдяки комплексному використанню технологій RTK/PPK GPS, LiDAR, UWB та інших, координати кожного поховання визначаються з сантиметровою точністю.

Повна автоматизація збору і обробки даних – виключається рутинне ручне введення інформації, мінімізується імовірність помилок людини при фіксації координат та даних про поховання.

Адаптивність до умов сигналу – система автоматично перемикається між режимами RTK і PPK при нестабільному супутниковому сигналі, що гарантує безперервний збір геоданих навіть у складних умовах.

Надійність і безпечність – архітектура комплексу передбачає резервне копіювання та розподілене зберігання даних, захищені канали передачі, багаторівневе шифрування і автентифікацію, що знижує ризик втрати даних та несанкціонованого доступу до них.

Зручність для користувачів – інтерактивна карта поховань, зручна система пошуку та сповіщень, інтеграція з навігаційними сервісами і можливість замовлення послуг онлайн значно спрощують користування системою для відвідувачів кладовищ та адміністрації.

Крім основних зазначених модулів, у межах комплексної системи можуть бути реалізовані додаткові функціональні модулі, що розширюють можливості комплексу. Нижче описано складові модулі (пронумеровані відповідно до структурно-функціональної схеми апаратно-програмного комплексу, яка наведена на кресл.) та їх взаємодію у рамках апаратно-програмного комплексу.

Модуль взаємодії 1 з користувачем 13 – реалізований у вигляді мобільного застосунку та веб-інтерфейсу, що надають користувачам доступ до даних поховань, засобів навігації кладовищем на

інтерактивній карті та інших сервісів. Модуль 1 виконаний з можливістю пошуку місць поховань за різними параметрами (ПІБ, дати народження/смерті, координати тощо) та відображення інформації про них на електронній карті з високою точністю позиціонування. Користувач 13 у персональному кабінеті може зберігати цікаві йому записи (вибрані поховання), отримувати нагадування про пам'ятні дати, а також замовляти ритуальні послуги через вбудований маркетплейс. Модуль 1 інтегрований з навігаційними сервісами (Google Maps, OpenStreetMap) для побудови оптимальних маршрутів до вибраного місця поховання.

Модуль збору даних 2 – призначений для первинного збирання даних про поховання. Модуль 2 виконаний з можливістю отримувати дані з засобів отримання цифрових зображень польових пристроїв зовнішнього збору даних – зокрема, з камер високої роздільної здатності на електронних пристроях (смартфонах, планшетах) та дронах 14, які використовуються для фотозйомки пам'ятників, надгробних плит та інших об'єктів на місці поховання. Зібрані дані (цифрові зображення) спочатку зберігаються локально на електронному пристрої або бортовому комп'ютері дрона. Далі, через захищене з'єднання (наприклад, SSL/TLS), дані передаються до серверного кластера, і зрештою цифрові зображення зберігаються у розподіленій базі даних (сховище даних 8).

Процес передачі та зберігання даних модулем збору даних 2:

- дані спочатку зберігаються локально на електронному пристрої або бортовому комп'ютері дрона (локальне збереження);
- потім, через захищене з'єднання (SSL/TLS), дані надсилаються до серверного кластера (Захищене передавання);
- остаточно, цифрові зображення зберігаються в сховищі 8 (Зберігання в розподіленій базі даних).

Модуль автоматизованого збору даних 3 виконаний з можливістю автоматичного періодичного збору даних про поховання без участі людини. До засобів автоматизованого збору належать автономні дрони та IoT-пристрої, призначені для моніторингу стану місць поховань і фіксації змін. Зокрема, дрони 14, оснащені LIDAR-сканерами, використовуються для побудови 3D-моделей рельєфу ділянки кладовища, що дозволяє отримувати тривимірні карти місцевості та відстежувати зміни (просідання ґрунту, руйнування пам'ятників тощо). IoT-датчики, встановлені біля поховань, збирають дані про стан пам'ятників та навколишнього середовища (показники вологості, температури, наявність пошкоджень тощо). Дані від таких датчиків дають інформацію про поточний фізичний стан поховань.

Процес передачі даних від модуля 3 аналогічний модулю 2: дані спочатку буферизуються локально, після чого через захищений канал відправляються на сервер, де 3D-скани і пов'язані метадані зберігаються у сховищі даних 8.

Модуль високоточного позиціонування 4, призначений для збору тривимірних геопросторових даних про місця поховань. Модуль 4 інтегрує кілька технологій для підвищення точності позиціонування: RTK GPS (отримання координат у режимі реального часу з сантиметровою точністю), PPK GPS (пост-обробка супутникових даних при втраті зв'язку для мінімізації похибок), LIDAR (створення детальних 3D-сканів місцевості для корекції координат в складних умовах рельєфу) та UWB (точне позиціонування в закритих або обмежених просторах, наприклад, у колумбаріях). Завдяки такій інтеграції середньоквадратична похибка роботи модуля високоточного позиціонування 4 не перевищує 5 мм за координатами та $0,1^\circ$ за орієнтацією.

Модуль високоточного позиціонування 4 містить щонайменше один сенсорний блок, вибраний з групи, що містить, але не обмежується: а) диференціальні супутникові RTK- та/або PPK-GNSS-приймачі; б) лазерні сканери LiDAR; в) ультраширококуосмугові (UWB) радіомодулі; г) інерційні вимірювальні блоки (IMU); д) лазерні гіроскопи; е) волоконно-оптичні гіроскопи; ж) квантові інерційні датчики; з) комбінації перелічених пристроїв та/або їх спільне використання з візуально-інерційними SLAM-системами.

Крім того, модуль високоточного позиціонування 4 додатково містить радіомодулі або маяки, що реалізують методи псевдодальномірювання Wi-Fi RTT, BLE AoA, RFID.

Модуль 4 присвоює кожному запису про поховання високоточні тривимірні координати і просторову орієнтацію. Отримані дані передаються до модуля оброблення та зберігання даних 7 для подальшої інтеграції з іншими даними.

Модуль оптичного розпізнавання тексту 5 – компонент серверної інфраструктури, що відповідає за обробку зображень і вилучення тексту. Модуль оптичного розпізнавання тексту 5 (далі за текстом модуль OCR) використовує спеціалізовані обчислювальні засоби (GPU, TPU) та алгоритми машинного зору для швидкого оброблення зображень пам'ятників. Він визначає текстові зони на зображеннях (наприклад, за допомогою згорткових нейронних мереж для сегментації) і розпізнає символи написів (ПІБ, дати та інші надписи). Розпізнані символи автоматично перевіряються на предмет помилок та відповідності типових форматів (наприклад, дати).

Модуль штучного інтелекту 6 (модуль ШІ 6) виконує завдання інтелектуальної обробки даних, взаємодіючи з модулями 2, 3, 4 і 5. Модуль 6 аналізує цифрові зображення, що надходять від модуля збору даних 2, покращує їх якість (шумозаглушення, корекція контрасту, вирівнювання геометричних спотворень) перед розпізнаванням тексту. На основі результатів модуля OCR 5 модуль ШІ 6 здійснює

семантичний аналіз та класифікацію: зіставляє розпізнані текстові дані та координати з уже існуючими записами у сховищі даних 8, автоматично виявляючи дублікати або невідповідності. Таким чином реалізовано подвійний контроль: машинна перевірка точності розпізнавання і логічної відповідності даних, що значно підвищує достовірність кінцевої інформації. Засоби модуля штучного інтелекту 6 виконані з можливістю при виявленні критичних пошкоджень поховань (наприклад, просідання плити на ≥ 5 мм, нахил плити $\geq 2^\circ$ або тріщина довжиною ≥ 30 мм) автоматично формують замовлення в модуль маркетплейсу та відправляють сповіщення користувачеві.

Модуль оброблення та зберігання даних 7 – відповідає за верифікацію, інтеграцію та довгострокове зберігання всіх типів даних у сховищі даних 8. Модуль 7 реалізовано на захищеному серверному кластері, оснащеному відмовостійкими носіями інформації (RAID-масиви або аналогічні) та криптографічними модулями. Після отримання від модулів 4–6 всі дані (цифрові зображення, геопросторові координати, розпізнаний текст тощо) проходять перевірку на цілісність і узгодженість, після чого інтегруються в єдине сховище даних.

Сховище даних 8 (наприклад, PostgreSQL з розширенням PostGIS) забезпечує зберігання просторових даних та підтримує геозапити. Кожному запису поховання присвоюється унікальний ідентифікатор, що зв'язує між собою усі зв'язані дані (координати, фото, текстову інформацію). Захищене сховище даних 8 – розподілена база даних, призначена для верифікації, інтеграції та надійного зберігання всіх зібраних даних із прив'язкою до географічних координат. Сховище реалізовано на серверній інфраструктурі з відмовостійкими накопичувачами і криптографічними засобами захисту. Всі дані перед внесенням до сховища проходять перевірку (верифікацію), а доступ до них забезпечується з використанням багаторівневого шифрування та багатофакторної автентифікації. Таким чином, кожен запис про поховання зберігається з прив'язаними до нього точними координатами, зображеннями та розпізнаним текстом, унеможливлючи несанкціонований доступ або втрату даних.

Модуль захисту даних 9 виконаний з можливістю забезпечення багаторівневої безпеки роботи комплексу. Модуль 9 реалізує шифрування даних на всіх етапах (під час передачі та зберігання) та багатофакторну автентифікацію користувачів 13. В основі протоколів безпеки використовуються сучасні криптоалгоритми (AES-256, RSA тощо). Канали передачі даних між усіма модулями шифруються (наприклад, TLS/HTTPS), а доступ до сховища даних захищено механізмами розподілу прав і двофакторної авторизації. Додатково, засоби модуля 9 відстежують аномальну активність у системі: у разі спроб злому або несанкціонованого доступу система генерує сповіщення адміністраторам, а при критичних збоях виконується аварійне переключення на резервні сервери. Таким чином, модуль захисту повністю унеможливляє витік інформації та несанкціоноване втручання.

Модуль маркетплейса 10 надає користувачам 13 можливість замовляти ритуальні товари та послуги безпосередньо через платформу. Модуль 10 інтегрований із системами безпечних платежів (платіжними шлюзами) і службами доставки, що дає змогу організувати повний цикл замовлення послуг догляду за похованнями. Користувачі 13 можуть вибирати необхідні товари (квіти, вінки, пам'ятники тощо) чи послуги (прибирання могили, реставрація пам'ятника, благоустрій території) та здійснювати оплату онлайн. Модуль маркетплейса 10 зв'язаний з модулем ШІ 6 та модулем обробки даних 7 і виконаний з можливістю:

- надавати користувачу зручний каталог товарів і послуг з функціями пошуку та фільтрації;
- автоматично формувати та надсилати пропозиції щодо відповідних послуг відповідальним особам на основі результатів аналізу стану поховань, отриманих від модуля ШІ 6 (наприклад, виявлено, що пам'ятник пошкоджено – пропонується послуга реставрації);
- підтримувати оформлення регулярних підписок на послуги (наприклад, щомісячне прибирання) з автоматичним списанням оплати через платіжний шлюз;
- інформувати користувача про статус замовлення, доставку товарів та завершення наданих послуг (через сповіщення в застосунку та email).

Модуль месенджера 11 забезпечує комунікацію між користувачами 13 системи (родичами, адміністрацією кладовища, надавачами послуг). Через вбудований у мобільний застосунок месенджер можна створювати індивідуальні та групові чати для обговорення питань догляду за похованнями чи організації спільних заходів пам'яті. Модуль 11 інтегрований з функцією колективних зборів коштів (краудфандинг), що дозволяє родичам або спільноті організувати фінансування встановлення пам'ятника чи впорядкування території. Безпека месенджера забезпечується наскрізним шифруванням повідомлень (наприклад, алгоритмом AES-256) і підтвердженням особи користувачів через мобільний застосунок. Модуль 11 зв'язаний з модулем маркетплейса 10 (наприклад, для обговорення деталей замовлення в чаті та отримання повідомлень про статус послуг) і з модулем сповіщень 12 (автоматичне створення групового чату для обговорення нових подій або замовлень).

Модуль сповіщень 12 відповідає за своєчасне інформування користувачів 13 про важливі події та надання системних сповіщень. Модуль 12 генерує персоналізовані повідомлення та нагадування: наприклад, нагадування про річницю та пам'ятні дати, повідомлення про виконання замовлених послуг (закінчення прибирання могили, встановлення пам'ятника тощо), а також системні оповіщення про

оновлення даних. Сповіщення доставляються користувачам через push-повідомлення у мобільному додатку, електронну пошту або SMS (для критичних подій). Модуль 12 може інтегруватися з календарем пристрою користувача для автоматичного створення подій-нагадувань.

Таким чином, запропонований комплекс об'єднує засоби високоточного збору даних, інтелектуальної обробки даних та багаторівневого захисту, що в сукупності забезпечує нові можливості для управління даними про місця поховання та надання пов'язаних послуг.

Приклади роботи апаратно-програмного комплексу.

Приклад 1. Загальний сценарій використання комплексу

Для внесення нових даних про поховання співробітник кладовища використовує АПК, а саме електронний пристрій з необхідними модулями, та за потреби – дрон. Нижче описано послідовність дій у загальному випадку:

Крок 1. Підготовка обладнання

Співробітник отримує електронний пристрій (планшет або смартфон) з інтегрованим RTK-GPS приймачем (наприклад, Trimble R12) для точного визначення координат. Готується до роботи дрон, оснащений GPS-приймачем та/або LIDAR-сканером, для збору даних на великих ділянках кладовища. Перевіряється підключення електронного пристрою (і дрона) до серверного кластера через захищене з'єднання (SSL/TLS). У разі успішної автентифікації пристрої готові до збору даних.

Крок 2. Збір даних на місці поховання

Співробітник безпосередньо підходить до могили і активує мобільний застосунок для внесення нового запису. Вбудований RTK-GPS приймач у реальному часі фіксує координати місця поховання з точністю до кількох сантиметрів. Співробітник виконує фотозйомку пам'ятника на місці поховання за допомогою камери високої роздільної здатності, інтегрованої у електронний пристрій. Отримане зображення автоматично прив'язується до координат, визначених приймачем RTK-GPS. Якщо місце поховання важкодоступне або розташоване на складному рельєфі, співробітник запускає дрон. Дрон здійснює аерофотозйомку надгробка та навколишньої території, а LIDAR-сканер дрона створює тривимірну модель рельєфу. Ці додаткові дані теж фіксуються з геоприв'язкою.

Крок 3. Автоматична прив'язка та обробка даних

Засоби модуля обробки та зберігання даних 7 отримують цифрові зображення та інші дані, та автоматично прив'язують кожне зображення до зафіксованих тривимірних координат поховання. Засоби модуля ШІ 6 проводять попередню обробку зображень: видаляється цифровий шум, коригується контраст і освітлення, виправляє можливі викривлення (наприклад, перспективні) для кращого розпізнавання написів. У випадку раптової втрати сигналу RTK (наприклад, в тіні дерев або біля високих споруд) система автоматично перемикається на режим PPK. Всі "сирі" дані супутникового позиціонування записуються для подальшого пост-оброблення, щоб зберегти точність координат.

Крок 4. Передача даних на сервер

Усі зібрані на пристрої дані (зображення, координати, заміри датчиків) надсилаються для зберігання в сховище даних 8 через захищене інтернет-з'єднання. Перед передачею дані шифруються модулем захисту даних 9. Якщо в момент збору даних інтернет-зв'язок відсутній (наприклад, у віддаленій частині кладовища), зібрані дані тимчасово зберігаються у зашифрованому вигляді у локальному сховищі пристрою. Після відновлення з'єднання модуль збору даних 2 автоматично передає ці дані на сервер.

Крок 5. Обробка зображень і розпізнавання тексту

На серверній частині після отримання нових цифрових зображень автоматично активується модуль оптичного розпізнавання тексту 5. Засоби модуля 5 сканують отримане зображення надгробка, виявляють зони, що містять текст, і вилучають зображення символів (ПІБ, дати народження і смерті, епітафії). Потім нейронна мережа модуля OCR 5 перетворює ці символи на текстові дані. Модуль ШІ 6 отримує результати від модуля OCR 5 та аналізує розпізнані дані. Модуль ШІ 6 перевіряє текст на наявність можливих помилок (друкарських помилок, невідповідностей форматів дат) і порівнює зі вже наявними записами в сховищі 8, щоб виявити можливі дублювання або розбіжності.

Крок 6. Верифікація та модерація даних

Якщо модуль ШІ 6 виявляє невпевненість у розпізнаванні (наприклад, пошкоджений текст, який міг бути розпізнаний неоднозначно) або знайдено невідповідності з даними, що вже є збереженими, система формує запит на ручну перевірку. Співробітник отримує повідомлення через застосунок із проханням перевірити та підтвердити чи скоригувати інформацію. Усі отримані дані (координати, зображення, текст) після автоматичного опрацювання обов'язково проходять фінальну верифікацію. Верифікація може здійснюватися відповідальним співробітником через спеціальний інтерфейс модератора, перед тим як дані будуть остаточно збережені у сховищі даних 8.

Крок 7. Збереження даних та інтеграція в систему

Після підтвердження правильності даних створюється новий запис у сховищі даних. У таблиці "Поховання" реєструється унікальний ідентифікатор запису, до нього прив'язуються координати (широта, довгота, висота) та час останнього оновлення. Зображення надгробка зберігаються у

файловому сховищі сервера, а посилання на них додаються до запису в таблиці "Фотографії". Розпізнаний текст (ПІБ, дати) додається в таблицю "Текстові дані" із зазначенням джерела (OCR або ручне введення). Всі записи пов'язуються через унікальний ідентифікатор поховання, забезпечуючи цілісність і зв'язність даних. Дані, інтегровані у сховище 8, одразу стають доступними для пошуку та відображення у користувацькому інтерфейсі.

Крок 8. Візуалізація та взаємодія з користувачем

Користувач 13 (наприклад, відвідувач кладовища чи родич) може в будь-який момент скористатися веб-інтерфейсом або мобільним додатком для пошуку необхідного поховання. Для цього він вводить у пошуковому полі прізвище, ім'я або інші відомі дані (дати, номер ділянки тощо). Засоби комплексу виконують миттєвий пошук по сховищу даних і відображають на інтерактивній карті всі знайдені результати з точними геокоординатами. На карті кожне знайдене поховання позначається маркером; при виборі маркера відображаються основні деталі: фотографія пам'ятника, ПІБ померлого, роки життя, та інші збережені дані.

Користувач 13 має опцію прокласти маршрут до вибраного місця поховання: натиснувши кнопку "Маршрут", він викликає зовнішній навігаційний сервіс (Google Maps чи інший), що автоматично будує оптимальний шлях від поточного місця користувача до місця поховання. Окрім того, користувач може отримати додаткові дані або замовити послуги, пов'язані з доглядом за даним похованням, безпосередньо з інтерфейсу (наприклад, оформити замовлення на прибирання території чи встановлення квітів через модуль маркетплейса 10).

В результаті завдяки описаному процесу, нове поховання оперативно додається до АПК з усіма необхідними атрибутами: точними координатами, зображеннями та текстовими даними. Ці дані відразу доступні користувачам, які можуть легко знайти потрібне поховання, переглянути деталі, збудувати маршрут до нього та, за потреби, замовити супутні послуги через єдину зручну платформу.

Функціональні можливості інтерфейсу та модуля сповіщень. У рамках описаного сценарію та загальної роботи комплексу реалізовані наступні можливості для користувача і адміністратора:

- Відображення поховань на карті: кожне зареєстроване поховання відображається у веб- та мобільному інтерфейсі у вигляді маркера на інтерактивній карті з можливістю перегляду детальної інформації. При великій кількості близько розташованих поховань використовується кластеризація маркерів (групування) для зручності навігації по карті.

- Пошук за різними параметрами: інтерфейс підтримує гнучкий пошук записів за прізвищем, іменем, роком поховання та іншими параметрами. Результати пошуку динамічно відображаються на карті та у вигляді списку, що дозволяє швидко вибрати потрібний результат.

- Маршрутизація до місця поховання: АПК інтегрований із зовнішніми картографічними сервісами, завдяки чому користувач може побудувати маршрут від свого поточного місцезнаходження до вибраного поховання одним натисканням кнопки. Маршрут відкривається у сторонньому навігаторі (Google Maps тощо) з урахуванням актуальної дорожньої обстановки.

- Перегляд та доповнення даних: для кожного поховання користувачі можуть переглядати збережені фотографії надгробка, прочитати основні дані (ПІБ, дати народження та смерті, епітафії). Авторизовані користувачі (наприклад, родичі або адміністратори) мають змогу додавати коментарі або додаткову інформацію до запису поховання (таку як спогади, біографічні довідки, фотоархів тощо).

- Оформлення послуг через маркетплейс: інтерфейс дозволяє безпосередньо замовляти послуги догляду за могилами. Наприклад, біля запису поховання є кнопка "Замовити послугу", через яку користувач може вибрати бажану послугу (прибирання, встановлення пам'ятника, доставка вінків тощо), перейти до кошика і здійснити оплату. Весь процес – від вибору до оплати і підтвердження – здійснюється у кілька простих кроків.

Багатомовна підтримка: Користувач може перемикає мову відображення (українська, англійська тощо), що особливо корисно для іноземних користувачів або туристів, які відвідують меморіальні комплекси.

Автоматичні нагадування та повідомлення: сервіс автоматично надсилає зареєстрованим користувачам персональні сповіщення. Зокрема, модуль сповіщень 12 генерує нагадування про наближення пам'ятних дат (річниці, дні народження померлих) і надсилає їх заздалегідь через push-повідомлення у мобільний додаток або на email. Також користувач отримує сповіщення про виконані для нього послуги (наприклад, "Прибирання могили завершено, фотозвіт доступний в додатку").

Описані функції інтерфейсу забезпечують простоту і прозорість взаємодії. Користувач має всі необхідні дані під рукою, може швидко знайти потрібне поховання і отримати маршрут, своєчасно дізнатися про важливі дати та результати замовлених послуг. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та система сповіщень підвищують довіру користувачів до платформи і стимулюють їх частіше користуватися її послугами.

Приклад 2. Обробка зображень і витяг текстових даних з використанням технології оптичного розпізнання тексту.

Використовуючи мобільний застосунок або вебінтерфейс співробітник завантажує в систему цифрове зображення пам'ятника, написи на якому частково пошкоджені часом і важко піддаються

зчитуванню неозброєним оком. Апаратно-програмний комплекс проводить такий процес обробки:

- Попередня обробка зображення модулем ШІ 6: штучний інтелект автоматично покращує завантажене зображення. Застосовується корекція яскравості та контрастності, відфільтровуються шуми та артефакти (відбитки, подряпини тощо). Геометричні спотворення усуваються: зображення вирівнюється, щоб напис на плиті був горизонтальним і чітким.

- Розпізнавання тексту модулем OCR 5: після покращення зображення активується модуль OCR. Він визначає на зображенні області, що містять текст, та здійснює оптичне розпізнавання символів. Витягуються текстові дані – прізвище, ім'я померлого, дати народження і смерті. Для підвищення якості розпізнавання модуль OCR використовує нейронні мережі, навчені на шрифтах, характерних для епітафій. Розпізнані символи автоматично перевіряються на відповідність шаблонам (наприклад, формат дат ДД.ММ.РРРР).

- Верифікація даних: модуль ШІ 6 аналізує отриманий текст і звіряє його з наявними записами в сховищі даних. Якщо виявлено можливий збіг (наприклад, такий самий ПІБ та дати вже є в сховищі) – система визначає, чи це дублювання запису, чи збіг випадковий. У разі виявлення потенційного дублікату приймається одне з рішень: об'єднати записи або залишити як окремі (якщо, приміром, це тезка).

- Збереження даних: після успішного розпізнавання та перевірки, нові дані автоматично додаються до відповідного запису в сховищі даних (або створюється новий запис, якщо це нове поховання). Розпізнані ПІБ і дати зберігаються у структурованому вигляді, прив'язані до координат поховання. При необхідності, АПК оновлює існуючий запис (наприклад, додає розпізнаний текст як підтверджену інформацію).

В результаті навіть частково пошкоджений текст на пам'ятнику успішно відновлено й оцифровано за допомогою технологій ШІ та OCR. Отримані дані були перевірені на достовірність і внесені до сховища даних, що підвищило повноту і точність інформації про дане поховання.

Приклад 3. Структурування та зберігання даних у розподіленій базі даних

Після завершення польового збору даних про певне поховання співробітник передає на сервер пакет даних: координати, зображення пам'ятника та розпізнані текстові дані. АПК автоматично виконує такі дії для збереження даних:

- Створення запису в сховищі "Поховання": у таблиці "Поховання" створюється новий запис, якому присвоюється унікальний ідентифікатор (ID). До запису негайно прив'язуються отримані геопросторові координати (широта, довгота, висота) та фіксується дата/час додавання запису. Це забезпечує географічну прив'язку поховання та журналювання оновлень.

- Збереження зображень: завантажене зображення пам'ятника зберігається в захищеному файловому сховищі 8 на сервері. У таблиці "Фотографії" створюється запис, що містить шлях до зображення на сервері, тип зображення (наприклад, основне фото надгробка) та прив'язку до ID поховання з таблиці "Поховання".

- Додавання текстової інформації: Розпізнаний текст (ПІБ, дати народження та смерті) або вручну введені дані зберігаються у таблиці "Текстові дані". Цей запис також містить посилання на ID поховання. У полі "джерело" зазначається, як отримано інформацію (через OCR або вручну). Наприклад, якщо дані додано автоматично з модуля OCR, це фіксується для історії змін.

- Зв'язування даних: всі створені записи (у таблицях "Поховання", "Фотографії", "Текстові дані") пов'язуються між собою через унікальний ідентифікатор поховання. Це гарантує цілісність: при виборі конкретного поховання користувач одразу отримує і його координати, і фото, і текстові дані, об'єднані системою. У разі наявності додаткових даних (наприклад, 3D-моделі рельєфу від LIDAR або даних сенсорів), вони аналогічно зв'язуються з цим записом (зберігаються в окремих таблицях, прив'язаних до ID).

В результаті комплекс успішно додає всі зібрані дані про поховання до сховища даних. Новий запис одразу відображається в користувацькому інтерфейсі; користувачі можуть знайти його через пошук і побачити всі пов'язані дані (точні координати, фото, текст). Завдяки структурованому зберіганню та унікальному ідентифікатору, система гарантує цілісність даних і їхню готовність до подальшої обробки або вивантаження у вигляді звітів.

Приклад 4. Взаємодія користувача з системою (пошук та замовлення послуг)

Родич похованої особи хоче за допомогою мобільного додатку знайти місце поховання та замовити послугу з догляду. Він здійснює такі дії:

- Пошук інформації про поховання: користувач відкриває мобільний додаток і вводить у рядок пошуку прізвище та ім'я, наприклад, "Іван П.". Засоби АПК виконують пошук у сховищі даних і протягом секунди знаходять відповідний запис. На інтерактивній карті в додатку відображається маркер, що відповідає могилі Івана П., а також з'являється коротка інформаційна картка з роками життя.

- Перегляд детальної інформації: користувач торкається маркера на карті або відкриває знайдений запис зі списку результатів. Додаток показує детальну сторінку поховання: фотографію надгробка, ПІБ померлого, дати народження та смерті, епітафію (якщо є), точні координати місця на кладовищі, а

також поля для додаткової інформації чи коментарів. В особистому кабінеті користувач може додати це поховання до "обраних", щоб отримувати в майбутньому сповіщення про річниці чи оновлення (наприклад, якщо інші користувачі додадуть нові фото).

- Навігація до місця поховання: користувач натискає кнопку "Прокласти маршрут" на сторінці поховання. Мобільний додаток інтегрується з Google Maps (або іншим встановленим навігатором) і автоматично будує оптимальний маршрут від поточного місцезнаходження користувача до знайденого поховання з урахуванням дорожніх умов. На екрані відображаються покрокові навігаційні підказки. Таким чином, користувач без проблем доходить до потрібної могили, навіть якщо раніше не був на цьому кладовищі.

- Замовлення ритуальної послуги: безпосередньо в інтерфейсі сторінки поховання користувач бачить список доступних послуг (наприклад, "Прибирання території", "Встановлення лампадки", "Оновлення квітів" тощо) із зазначенням цін. Він вибирає послугу "Прибирання могили" і натискає "Замовити". Вибраний сервіс додається в кошик маркетплейса. Користувач переходить до оформлення замовлення: вибирає спосіб оплати (банківською картою), підтверджує адресу (місце поховання вже прив'язано автоматично) та натискає "Оплатити". Після успішної транзакції замовлення фіксується в системі. Модуль 10 маркетплейса призначає виконавця (наприклад, співробітника кладовища або підрядника) для виконання послуги. Користувач у додатку отримує підтвердження, що послуга буде виконана протягом обумовленого часу (наприклад, до кінця тижня).

В результаті користувач легко знаходить потрібне поховання через застосунок, переглядає інформацію про нього, прокладає маршрут та успішно замовляє послугу з прибирання. Всі ці дії виконані в межах однієї інтегрованої системи, що значно підвищує зручність і швидкість порівняно з розрізненими сервісами.

Приклад 5. Функціональність особистого кабінету (нагадування)

Користувач бажає отримувати автоматичні нагадування про важливі дати, пов'язані з похованнями його рідних, та скористатися можливістю замовлення послуги через месенджер. Сервіс працює наступним чином:

- Створення нагадування про річницю: у своєму особистому кабінеті в додатку користувач знаходить запис поховання близької людини та задає нагадування про річницю її смерті (наприклад, 14 квітня – дата щорічного вшанування). АПК автоматично створює подію в календарі сповіщень модуля 12, прив'язану до цієї дати і конкретного запису поховання.

- Автоматичне надсилання повідомлення: за день до настання зазначеної дати модуль сповіщень 12 генерує push-сповіщення для користувача. На його електронний пристрій надходить повідомлення: "Нагадування: завтра річниця поховання Івана П. Бажаєте замовити послугу догляду?". Користувач бачить сповіщення і зацікавлений замовити послугу прибирання до річниці.

- Взаємодія через месенджер (модуль 11): користувач відкриває отримане повідомлення і переходить у чат з адміністратором послуг через вбудований месенджер. В автоматично створеному діалозі він повідомляє, що хотів би замовити встановлення свіжих квітів на могилі до завтрашньої дати. Адміністратор (або відповідальний співробітник) в цьому ж чаті приймає замовлення, уточнює деталі (вид квітів, бюджет) і підтверджує виконання. Модуль маркетплейса 10 формує замовлення на послугу і надсилає користувачу платіжний запит.

- Система повідомлень і виконання послуги: після оплати, користувач отримує підтвердження в чаті, що послуга буде виконана до зазначеної дати. У день виконання модуль сповіщень 12 нагадує виконавцю (співробітнику) про завдання. Після встановлення квітів виконавець через застосунок відправляє фото-звіт. Модуль 12 надсилає користувачу сповіщення про виконання: "Послуга виконана: на могилі Івана П. встановлено свіжі квіти (фото додається)". Фото додається в чат та у запис поховання.

В результаті користувач вчасно отримує нагадування про пам'ятну дату і за допомогою інтегрованого месенджера замовляє необхідну послугу. Система забезпечує координацію всіх учасників процесу (користувача, адміністратора, виконавця) та прозора інформує про результати, підвищуючи якість сервісу.

Приклад 6. Робота модуля месенджера 11

Вбудований у АПК месенджер використовується для різних сценаріїв комунікації. Нижче описано основні можливості та інтеграції модуля месенджера 11:

- Обмін повідомленнями між користувачами: родичі або уповноважені особи можуть спілкуватися між собою в приватних або групових чатах для обговорення догляду за похованнями, планування спільних візитів тощо. Наприклад, декілька родичів у групі можуть домовитися про спільний збір коштів на встановлення нового пам'ятника.

- Групові чати та координація дій: модуль 11 підтримує створення групових чатів, зокрема для колективних замовлень послуг. Якщо кілька користувачів долучаються до однієї підписки або акції (наприклад, разом фінансують прибирання території), система може автоматично створити спільний чат для координації дій і обміну інформацією.

Безпека листування:

Весь обмін повідомленнями шифрується на рівні клієнтських пристроїв (end-to-end шифрування, наприклад AES-256). Це гарантує конфіденційність – навіть адміністратори системи не мають доступу до змісту приватних листувань. Доступ до месенджера здійснюється після автентифікації користувача в застосунку, тому стороння особа не може отримати повідомлення.

Інтеграція з маркетплейсом:

При створенні замовлення через маркетплейс система може запропонувати користувачу відкрити чат з виконавцем або менеджером послуги. Таким чином, усі питання щодо замовлення (наприклад, уточнення адреси доставки вінка чи часу проведення роботи) обговорюються безпосередньо в застосунку. Також через месенджер надходять автоматичні повідомлення про статус: "Замовлення прийнято до виконання", "Замовлення виконано" тощо.

Інтеграція з модулем сповіщень:

При оновленні запису про поховання (додаванні нової інформації або фото/зображень) модуль сповіщень 12 може автоматично створити пов'язане повідомлення в месенджері, щоб зацікавлені користувачі (наприклад, родичі) отримали це оновлення в зручній для них формі. Так само нагадування про пам'ятні дати можуть дублюватися у вигляді особистих повідомлень у чаті.

Приклад 7. Робота модуля маркетплейса 10

Користувач хоче оформити регулярну підписку на послуги з догляду за похованням через маркетплейс. Наприклад, родич вирішує замовити послугу "Щомісячне прибирання могили" на рік вперед. Процес відбувається наступним чином:

- Вибір послуги в маркетплейсі:

Користувач відкриває розділ маркетплейса в застосунку, переглядає каталог послуг і обирає опцію "Щомісячне прибирання". Він додає цю послугу до кошика. В описі послуги зазначено, що прибирання буде проводитися раз на місяць, і користувач отримуватиме фотозвіт після кожного виконання.

Оформлення підписки:

Перейшовши до кошика, користувач вибирає опцію підписки і встановлює параметри: щомісячна оплата, тривалість – 12 місяців. Вводить платіжні дані для регулярного списання (банківська карта). АПК через інтегрований платіжний шлюз (наприклад, LiqPay або аналог) активує механізм регулярних платежів. Користувачу відображається підтвердження оформлення підписки і графік (кожного 1-го числа місяця буде проводитися прибирання).

Виконання і сповіщення:

Перед кожним запланованим прибиранням (за 1–2 дні) користувач отримує нагадування: "Нагадування: через 2 дні заплановано прибирання могили Іван П. (підписка)". Це дає можливість, за потреби, відкоригувати графік або додати коментар для виконавця. Після фактичного виконання послуги кожного місяця виконавець завантажує фотозвіт через систему. Користувачеві автоматично надходить повідомлення: "Послуга "Прибирання могили" за підпискою виконана (див. фото)". В особистому кабінеті доступне зображення до/після прибирання.

В результаті користувач оформив повний цикл сервісу – від підписки до регулярного отримання звітів. Модуль маркетплейса забезпечив автоматичну організацію послуги, своєчасні списання коштів та інформування, що підвищує довіру користувача і зручність користування сервісом.

Крім того, модуль маркетплейса 10 надає розширену платформу не лише для індивідуальних замовлень, а й для організації колективних зборів коштів на великі проекти (наприклад, встановлення спільного пам'ятника жертвам події). Основні можливості маркетплейса включають:

- Каталог товарів і послуг: широкий вибір товарів (ритуальні атрибути, пам'ятники, квіти) та послуг (прибирання, реставрація, благоустрій), з фільтрами за категоріями, ціною, рейтингом.

- Підтримка підписок: гнучка система оформлення регулярних підписок на послуги з різною періодичністю (щомісячно, щоквартально, щорічно) і для різної кількості поховань (індивідуальні чи сімейні пакети).

- Управління замовленнями: користувач може відстежувати статус своїх замовлень у реальному часі, отримувати сповіщення про етапи виконання (замовлення прийнято, виконується, завершено), переглядати історію замовлень в особистому кабінеті.

- Прозорість сервісу: система рейтингів і відгуків дозволяє оцінювати якість виконаних послуг та товарів, що підвищує довіру. Користувачі бачать рейтинги постачальників послуг і можуть обирати найкращих.

- Інтеграція з іншими модулями:

- Модуль маркетплейса 10 тісно пов'язаний з модулем месенджера 11 (для повідомлення користувачів про статус замовлень і обговорення деталей у чатах) та модулем високоточного позиціонування 4 (щоб прив'язувати замовлені послуги до конкретних координат поховань – наприклад, прибирання здійснюється точно на тій могилі, яку вказав користувач).

Приклад 8. Робота модуля штучного інтелекту 6

Штучний інтелект є ключовим компонентом АПК і використовується для автоматизації процесів, поліпшення точності даних і спрощення взаємодії з користувачами. Штучний інтелект в АПК виконує критично важливі функції для автоматизації процесів, підвищення точності даних і поліпшення

користувачького досвіду.

Основні завдання модуля штучного інтелекту 6:

- Обробка зображень: поліпшення фотографій (видалення шумів, корекція контрасту). Розпізнавання тексту (OCR) на пошкоджених або нестандартних написах.

- Аналіз даних: побудова генеалогічних зв'язків на основі даних про сім'ї та архіви. Зіставлення даних з наявними в сховищі для перевірки коректності.

- Машинне навчання: XGBoost та інші алгоритми для аналізу даних користувачів і побудови рекомендацій. Кластеризація (наприклад, K-Means) для пошуку схожих даних.

Приклад використання:

Користувач завантажує фотографію пам'ятника з сильно пошкодженими написами, які складно прочитати неозброєним оком. Модуль ШІ допомагає розв'язати це завдання таким чином:

Обробка зображення: засоби модуля автоматично покращують фотографію, видаляючи шуми і підвищуючи контрастність. Згорткові нейронні мережі (CNN) сегментують зображення, виділяючи текстові області.

Розпізнавання тексту: OCR-модуль, поліпшений з використанням машинного навчання, витягує текст із виділених областей. Розпізнані символи проходять перевірку на помилки та відповідність шаблонам (наприклад, формат дат).

Порівняння з збереженими даними: засоби модуля ШІ аналізують розпізнані дані та звіряють їх з наявними записами в сховищі. Якщо виявляються дублікати або розбіжності, користувач отримує повідомлення із запитом на уточнення.

Генерація результатів: модуль зберігає витягнуті дані та прив'язує їх до координат поховання. Користувач бачить оновлену інформацію на карті та у своєму профілі.

В результаті за допомогою ШІ навіть частково пошкоджений текст на пам'ятнику успішно витягується, перевіряється і додається в сховище даних, що підвищує точність і повноту інформації.

Модуль ШІ 6 інтегрований з іншими модулями, а саме:

З модулем оптичного розпізнавання тексту 5: модуль ШІ 6 аналізує результати роботи модуля 5, покращуючи точність розпізнавання і доповнюючи дані.

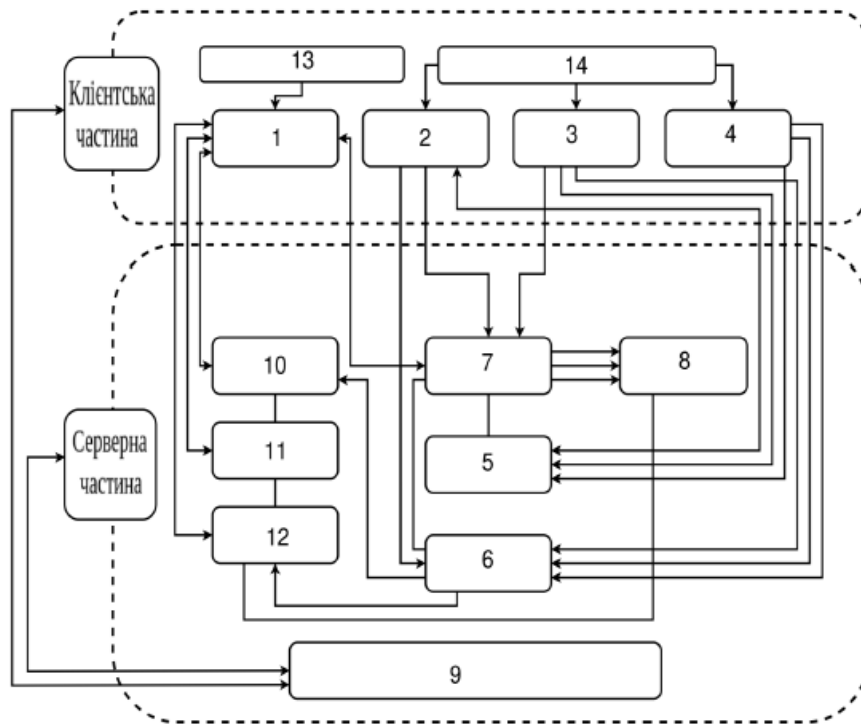
Взаємодія з сховищем даних 8: розпізнані дані звіряються з наявними записами в сховищі даних для перевірки їхньої коректності.

З модулем повідомлень 12: модуль ШІ 6 автоматично генерує повідомлення для користувачів, ґрунтуючись на аналізі їхньої активності та даних про поховання.

Наведеними прикладами ілюструється робота запропонованого комплексу в різних аспектах – від збору та верифікації даних до користувачької взаємодії і надання додаткових сервісів. Усі компоненти працюють узгоджено, що дозволяє забезпечити новий рівень якості даних про поховання та зручності для всіх категорій користувачів.

Запропонована корисна модель спрямована на створення інтегрованої платформи, що забезпечує точний і надійний збір даних про поховання, їхнє опрацювання та безпечне зберігання, а також підтримку функціоналу для організації колективних дій, пов'язаних із доглядом за похованнями, та координації збору коштів на встановлення пам'ятників. Застосування АПК передбачає широке використання в ритуальній сфері, включно з централізованим обліком поховань, обслуговуванням територій кладовищ, а також наданням пов'язаних товарів і послуг.

АПК являє собою інтегроване технологічне рішення, що об'єднує фізичні пристрої та інтелектуальні програмні модулі. Таке поєднання забезпечує високу точність збору даних, оперативне опрацювання даних, надійний захист і зручність використання. Комплексна архітектура АПК дає змогу масштабувати її функціонал і адаптувати до різних умов експлуатації. Таким чином, АПК, що заявляється, є технологічно складним та інноваційним рішенням, у якому поєднуються передові методи збирання, оброблення, захисту даних і розширений користувачький функціонал. Повна автоматизація всіх етапів роботи, інтеграція ШІ та багаторівневий захист забезпечують унікальність розробки.



Фіг.