ЗМІСТ

[1 ВСТУП 2](#_Toc200515780)

[1.1 Огляд продукту 2](#_Toc200515781)

[1.2 Мета 2](#_Toc200515782)

[1.3 Межі 3](#_Toc200515783)

[1.4 Посилання 4](#_Toc200515784)

[1.5 Означення та абревіатури 4](#_Toc200515785)

[2 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС 5](#_Toc200515786)

[2.1 Перспективи продукту 5](#_Toc200515787)

[2.2 Функції продукту 6](#_Toc200515788)

[2.3 Характеристики користувачів 7](#_Toc200515789)

[2.4 Загальні обмеження 8](#_Toc200515790)

[2.5 Припущення та залежності 10](#_Toc200515791)

[3 КОНКРЕТНІ ВИМОГИ 11](#_Toc200515792)

[3.1 Вимоги до зовнішніх інтерфейсів 11](#_Toc200515793)

[3.1.1 Програмний інтерфейс 11](#_Toc200515794)

[3.1.2 Комунікаційний протокол 11](#_Toc200515795)

[3.1.3 Функції продукту 12](#_Toc200515796)

[3.1.4 Припущення й залежності 13](#_Toc200515797)

[3.2 Властивості програмного продукту 14](#_Toc200515798)

[3.3 Атрибути програмного продукту 15](#_Toc200515799)

[3.3.1 Надійність 15](#_Toc200515800)

[3.3.2 Доступність 16](#_Toc200515801)

[3.3.3 Безпека 16](#_Toc200515802)

[4 Вимоги до бази даних 17](#_Toc200515803)

1 ВСТУП

1.1 Огляд продукту

UALogistics – це програмна система, розроблена з метою автоматизації процесів логістичного забезпечення військових підрозділів. Система надає централізоване середовище для обліку, планування, контролю та аналітики щодо постачання ресурсів у бойових умовах, що дозволяє суттєво підвищити ефективність логістичних операцій в умовах війни або надзвичайних ситуацій.

Програмний продукт складається з кількох компонентів, головним з яких є серверна частина, що реалізує основну бізнес-логіку. Саме цей компонент відповідає за обробку запитів, зберігання даних, взаємодію з фронтендом, а також забезпечує інформаційну безпеку системи.

UALogistics створена з урахуванням високих вимог до інформаційної безпеки, доступності, розширюваності та простоти підтримки. Система може бути використана в реальному середовищі – у підрозділах Збройних Сил України, логістичних центрах, штабах, а також інтегрована в існуючу інфраструктуру через REST API.

1.2 Мета

Метою розробки програмної системи UALogistics є створення сучасного, надійного та масштабованого інструменту для автоматизації логістичного забезпечення військових підрозділів. Система має забезпечити повноцінну цифрову підтримку процесів, пов’язаних із плануванням, обліком, контролем та управлінням матеріально-технічними ресурсами, необхідними для виконання бойових завдань.

З огляду на реалії сьогодення – повномасштабну війну в Україні, – існує гостра потреба у впровадженні високотехнологічних рішень, які дозволяють прискорити і спростити прийняття рішень, зменшити навантаження на персонал, знизити ризики помилок через людський фактор та забезпечити захищений обмін інформацією між підрозділами.

Програмна система UALogistics має на меті вирішити ці проблеми шляхом розробки серверної частини, яка виступатиме основою для обробки бізнес-логіки, взаємодії з клієнтськими додатками, зберігання та обробки даних, а також реалізації інструментів контролю доступу, моніторингу та звітності.

Таким чином, мета даного проєкту – розробити бекенд-частину критично важливої інформаційної системи, яка не лише відповідає поточним потребам військової логістики, а й створює фундамент для її подальшої цифрової трансформації.

1.3 Межі

Серверна частина системи UALogistics реалізує логіку взаємодії між користувачами та ресурсами, забезпечує збереження, обробку та валідацію даних. Основні функціональні обов’язки системи охоплюють:

* Реєстрацію користувачів, автентифікацію та авторизацію відповідно до ролей (командир, логіст, адміністратор).
* Управління бойовими групами, місіями.
* Формування, редагування, перегляд і обробку логістичних запитів.
* Облік і моніторинг наявних матеріально-технічних ресурсів.
* API-інтерфейс для взаємодії з клієнтами.

У межах цієї версії система не реалізує:

* Інтеграцію з зовнішніми інформаційними системами.
* Автоматичне прогнозування попиту на ресурси (ця функція планується в наступних версіях).
* Повноцінний офлайн-режим з локальними БД на клієнтах (ця функціональність поки обмежена).

У межах цієї роботи реалізовано лише серверну частину програмного забезпечення. Це означає: фокус зроблено на розробці REST API, безпосередньому управлінні бізнес-логікою та моделюванні бази даних.

1.4 Посилання

1. ISO/IEC/IEEE 29148:2018 – Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering.
2. ISO/IEC 25010:2011 – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models.

1.5 Означення та абревіатури

UALogistics – назва розробленої системи: Ukrainian Army Logistics.

JWT (JSON Web Token) – формат токена для передачі даних автентифікації у захищеному вигляді.

JWE (JSON Web Encryption) – розширення JWT, що забезпечує шифрування вмісту токена.

REST (Representational State Transfer) – архітектурний стиль побудови веб-сервісів з використанням HTTP.

HTTP (HyperText Transfer Protocol) – протокол передачі гіпертекстових даних у мережі Інтернет.

CI/CD (Continuous Integration / Continuous Deployment) – підходи до безперервної інтеграції і доставки оновлень у систему.

2 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС

2.1 Перспективи продукту

Програмна система UALogistics створена з метою забезпечення ефективного, надійного та адаптивного управління логістичними процесами в умовах воєнного часу, де потреби у швидкому постачанні ресурсів мають вирішальне значення. Зважаючи на динамічність бойової ситуації, обмеженість людських ресурсів, дефіцит часу та необхідність прозорого контролю – використання цифрової логістичної платформи є не просто бажаним, а критично необхідним. Однак цінність розробленої системи не обмежується лише поточним використанням: вона має значний потенціал до масштабування, інтеграції, адаптації до інших середовищ та подальшого розвитку.

Ключовою перевагою є архітектурна розширюваність системи. Вже на поточному етапі реалізації закладено основу для майбутнього розвитку. Наприклад, у подальшому система зможе використовувати алгоритми машинного навчання для формування рекомендацій щодо поповнення запасів на основі історичних даних, що значно покращить планування та зменшить імовірність дефіциту.

Ще одним важливим напрямком розвитку є реалізація офлайн-доступу. Це дозволить забезпечити безперервність роботи навіть у критичних зонах, підвищуючи стійкість системи до зовнішніх обставин.

Крім того, система готова до впровадження сучасних DevOps-практик, таких як CI/CD, автоматизоване тестування, логування та моніторинг. Такий підхід дозволяє реалізовувати безпечні й часті оновлення з мінімальним втручанням адміністратора, що особливо актуально в умовах обмеженого ІТ-персоналу у військових формуваннях.

Іншою важливою перспективою є горизонтальне масштабування системи. UALogistics може бути розгорнута на різних рівнях військової структури – від окремого підрозділу до штабного командування, із можливістю автономного керування кожною інстанцією.

Практична значущість та інноваційність проєкту вже отримала наукове підтвердження – система здобула перше місце у номінації «Програмне забезпечення» на виставці технічної творчості в межах 29-го Міжнародного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Це свідчить про високий рівень зацікавленості у подібному функціоналі та готовність професійного середовища до впровадження рішень цього класу.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що програмна система UALogistics має широкі перспективи: від масштабування та доповнення новими модулями – до інтеграції у різноманітні організаційні структури як в Україні, так і за її межами.

2.2 Функції продукту

Система UALogistics створена для забезпечення цифровізації та автоматизації логістичного забезпечення військових підрозділів, з особливим акцентом на ефективність, безпеку та адаптивність до умов реального часу. Її функціональність охоплює повний цикл управління ресурсами.

Однією з ключових функцій є система автентифікації та управління користувачами, яка дозволяє реєструвати нових користувачів, здійснювати вхід у систему та розмежовувати рівні доступу відповідно до їхніх ролей. Для забезпечення безпеки автентифікація реалізована на основі JWT (формат JWE – із шифруванням), що забезпечує захищену передачу даних між клієнтом і сервером. Також впроваджено обмеження кількості спроб входу, що зменшує ризик брутфорс-атак – цей механізм реалізовано через бібліотеку Bucket4j, яка дозволяє контролювати інтенсивність доступу на основі токенів.

У системі реалізовано формування та управління бойовими групами. Зручна структура бойових груп допомагає систематизувати керування місіями та забезпечити контроль над їх виконанням у реальному часі.

Наступною важливою складовою є керування місіями та логістичними запитами. Система надає змогу створювати логістичні місії, вказуючи мету, час, необхідні ресурси. Цей функціонал дозволяє оперативно планувати доставку ресурсів до зони виконання бойових завдань, контролювати статус місій на всіх етапах, а також виявляти критичні ситуації.

Для ефективного обліку забезпечення реалізовано модуль управління ресурсами. У цьому модулі враховуються всі категорії матеріального забезпечення: зброя, амуніція, харчі, медикаменти, паливо, засоби зв'язку тощо. Користувачі можуть переглядати залишки, фіксувати витрати, додавати нові поставки та автоматично формувати запити на поповнення.

Не менш важливою є функція адміністративного керування, яка включає додавання інших адмінів, створення командира бригади, логіста, створення ресурсів, перегляд повідомлень щодо критичних ситуацій, перегляд відгуків/фідбеків від користувачів системи.

Оскільки система розроблялася за принципом REST-архітектури, інтеграція з іншими системами здійснюється через стандартизовані API, що обмінюються JSON-даними. Це дає змогу ефективно масштабувати функціонал у майбутньому, а також легко адаптувати систему до різних фронтенд-інтерфейсів.

2.3 Характеристики користувачів

Система UALogistics розробляється з урахуванням потреб різних категорій користувачів, що мають відмінні рівні доступу, компетенції та обов’язки. Основними користувачами системи є представники Збройних Сил України, зокрема ті, хто бере участь у процесах логістичного забезпечення підрозділів у зоні бойових дій або в тилу. Для ефективного функціонування системи користувачі поділяються на чітко визначені ролі, кожна з яких характеризується власним набором функцій, відповідальністю та рівнем технічної підготовки:

Командири бойових частин – це користувачі з високим рівнем відповідальності, які мають потребу в оперативному створенні бойових підрозділів, плануванні місій, формуванні запитів на постачання ресурсів.

Логісти – працівники, відповідальні за облік, розподіл і постачання ресурсів до відповідних підрозділів. Вони потребують широкого доступу до інформації про запаси, запити, маршрути постачання та статуси виконання.

Адміністратори системи – технічні особи, які відповідають за налаштування ролей, реєстрацію користувачів, керування обліковими записами та перегляд відгуків.

Головний адміністратор (суперадмін) – виконує контрольну функцію над усіма адміністраторами та логікою доступу. Йому доступні функції затвердження нових адміністраторів, перегляду глобальної статистики та управління політиками безпеки.

Неавторизовані користувачі – мають мінімальний доступ і можуть лише надсилати повідомлення про критичні ситуації.

Окремо варто виділити військові підрозділи Збройних Сил України, для яких система може стати інструментом автоматизації логістики, зменшення людського фактору, підвищення точності обліку й ефективності забезпечення. Програмне забезпечення також потенційно може бути адаптоване для потреб Міністерства оборони України та інших відомств, що займаються матеріально-технічним забезпеченням.

Таким чином, система UALogistics створена з урахуванням широкого спектру користувачів. Для кожної категорії користувачів передбачено інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, логічну структуру доступу до функцій та механізми навчання або супроводу.

2.4 Загальні обмеження

Програмна система UALogistics, як і будь-яке складне інформаційне рішення, має ряд обмежень, які необхідно враховувати як на етапі впровадження, так і під час подальшої експлуатації. Ці обмеження можуть бути пов’язані з апаратними ресурсами, архітектурними рішеннями, безпековими вимогами, інфраструктурою розгортання, а також із зовнішніми чинниками, такими як стабільність мережевого з’єднання в польових умовах або рівень ІТ-грамотності кінцевих користувачів.

Система потребує наявності серверного середовища, здатного обробляти значну кількість запитів у реальному часі. Для забезпечення стабільної роботи системи рекомендується використання серверів із щонайменше 4-ядерним процесором, 8 ГБ оперативної пам’яті та SSD-диском для швидкого доступу до бази даних.

Оскільки система передбачає клієнт-серверну модель із REST API, постійний доступ до мережі є критичним для коректної роботи. У разі втрати інтернет-з’єднання певні функції будуть недоступні. Хоча в майбутньому можливе впровадження офлайн-режиму з наступною синхронізацією даних, наразі ця функціональність не реалізована.

На початковому етапі розробки реалізовано лише базовий функціонал: облік користувачів, управління логістичними групами, створення запитів та управління місіями. Такі модулі, як прогнозування витрат, розширена звітність, автоматизовані рекомендації, інтеграція з IoT-рішеннями, заплановані до реалізації на наступних етапах розвитку продукту.

Хоча система вже використовує шифрування токенів, обмеження на кількість спроб входу і зберігання паролів у вигляді хешів, вона все ще залежить від зовнішніх чинників безпеки: конфігурації хост-середовища, політик доступу на рівні ОС, актуальності бібліотек і компонентів. У разі неправильної конфігурації інфраструктури можливі потенційні ризики компрометації.

Система передбачає чітке розмежування ролей і дозволів, однак у випадку помилкової конфігурації або неправильного призначення ролей можуть виникнути ситуації некоректного використання функціоналу. Це потребує уважного налаштування прав доступу та регулярного аудиту ролей користувачів.

У випадку масштабного впровадження системи в межах військових структур необхідно буде враховувати специфіку національного законодавства щодо зберігання та обробки персональних та військових даних, а також питання доступу до державних реєстрів чи інтеграцій із захищеними базами.

2.5 Припущення та залежності

Розробка, впровадження та експлуатація програмної системи UALogistics ґрунтується на ряді припущень щодо умов її використання та залежностей від зовнішніх чинників. Припущені, яки ми можемо виділити:

* Передбачається, що користувачі мають постійний доступ до інтернету. Тимчасова втрата з'єднання унеможливлює виконання дій, таких як створення запитів чи зміна статусів.
* Припускається, що система буде використовуватися через сучасні веб-браузери (Chrome, Firefox, Edge) та оновлені мобільні пристрої на базі Android.
* Очікується, що розгортання, супровід, моніторинг і адміністрування серверної частини виконуватиметься технічно підготовленими фахівцями.
* Передбачається, що всі технології, на яких побудована система, залишатимуться підтримуваними й стабільними протягом найближчих кількох років.
* Припускається, що під час розгортання у продуктивному середовищі буде дотримано сучасних вимог безпеки.

До зовнішні залежностей можемо віднести:

* Реалізація безпечної автентифікації, яка залежить від коректної роботи криптографічних бібліотек та збереження ключів у безпечному сховищі.
* Уся серверна частина розгортається в контейнерах. Порушення стабільності у Docker-середовищі або помилки в конфігурації можуть призвести до збоїв у роботі мікросервісів.
* У майбутньому можливе підключення зовнішніх сервісів. Їхня доступність і тарифи можуть вплинути на функціональність системи або її витрати в продакшн-середовищі.
* Масштабне впровадження в межах ЗСУ або інших оборонних структур передбачає організаційну, юридичну та інфраструктурну підтримку з боку відповідальних органів. Без такого супроводу система не зможе функціонувати на національному рівні.

3 КОНКРЕТНІ ВИМОГИ

3.1 Вимоги до зовнішніх інтерфейсів

3.1.1 Програмний інтерфейс

Серверна частина програмного забезпечення UALogistics побудована з використанням архітектури REST, що забезпечує просту, стандартизовану і зрозумілу взаємодію клієнтських додатків із сервером. Усі основні функціональні можливості надаються через програмний інтерфейс, який дозволяє взаємодіяти з ресурсами системи за допомогою стандартних HTTP-запитів (GET, POST, PUT, DELETE).

Усі запити та відповіді передаються у форматі JSON. Це забезпечує легку інтеграцію з вебта мобільними інтерфейсами, а також можливість використання сторонніх сервісів або аналітичних систем. Ендпоінти побудовані відповідно до REST-принципів із використанням логічної структури ресурсів. Усі захищені ендпоінти вимагають передавання токена доступу у заголовку запиту. Усі відповіді серверу супроводжуються стандартними HTTP-кодами.

У системі впроваджено Swagger/OpenAPI для генерації інтерактивної документації до API. Розробники мають змогу переглядати доступні ендпоінти, тести запити прямо з браузера та бачити всі необхідні параметри. Кожен запит перевіряється на відповідність структурі, обов'язкові поля, логічну коректність. У випадку помилок клієнт отримує розгорнуте повідомлення про причину.

3.1.2 Комунікаційний протокол

Взаємодія між клієнтськими додатками та серверною частиною програмного забезпечення UALogistics реалізована за допомогою HTTP-протоколу з використанням архітектурного стилю REST. Цей підхід дозволяє підтримувати легку, стандартизовану та зрозумілу модель клієнт-серверної взаємодії.

На поточному етапі впровадження система функціонує через HTTP-протокол, оскільки вона розгорнута у тестовому або внутрішньому середовищі, де не вимагається шифрування трафіку. У разі виходу проєкту в продуктивне середовище або його використання в умовах реального бойового застосування, передбачено перехід на HTTPS, що забезпечить захист даних при передачі по мережі.

Передача інформації між клієнтами та сервером здійснюється у форматі JSON. Цей формат є широко розповсюдженим у веб-розробці, легким для читання та аналізу, як людиною, так і машиною. Усі запити клієнта до серверного API, а також відповіді сервера – формуються у вигляді JSON-структур.

Система побудована на основі мікросервісної архітектури. Внутрішня взаємодія між мікросервісами також реалізована через HTTP-запити до REST API.

У майбутньому можлива інтеграція асинхронного обміну повідомленнями за допомогою RabbitMQ або Apache Kafka для зменшення затримок і кращої обробки подій у реальному часі.

3.1.3 Функції продукту

Програмна система UALogistics виконує низку критичних функцій, пов’язаних із забезпеченням логістичних потреб військових підрозділів. Основний функціонал який зараз реалізовано можна розподілити за ролями:

Логіка адміна:

* Додавання інших адмінів.
* Створення командира бригади.
* Створення логіста.
* Створення ресурсів (назва, тип, вартість).
* Перегляд повідомлень щодо критичних ситуацій.
* Перегляд відгуків/фідбеків від користувачів системи.

Командири бойових частин:

* Можуть створювати бойові частини в залежності від їх посади.
* Можуть створювати командирів підрозділів в залежності від їх посади.
* Можуть створювати місії та встановлювати рівень складності.
* Можуть створювати логістичні запити на ресурси під час виконання певної місії.
* Перегляд статистики щодо використання ресурсів.

Логіст:

* Може виділяти ресурси для бойових частин.
* Змінювати статус логістичних запитів.

Неавторизований користувач:

* Надсилати повідомлення про критичну ситуацію.

3.1.4 Припущення й залежності

Для успішної розробки, впровадження та функціонування системи UALogistics були визначені певні припущення щодо умов використання, а також залежності від зовнішніх факторів і компонентів. Урахування цих факторів дозволяє забезпечити коректну роботу програмного забезпечення в межах передбачених сценаріїв і виявити потенційні ризики, пов’язані з експлуатацією.

Технологічні припущення:

* Система передбачає наявність стабільного інтернет-з’єднання. В офлайн-режимі основні функції не будуть доступні.
* Передбачається, що користувачі мають сучасні пристрої, здатні виконувати HTTP-запити, відображати веб-інтерфейс або працювати з мобільним застосунком, що підтримує Android 8+.

Інфраструктурні залежності:

* Для коректної роботи сервісу необхідна інсталяція бази даних MySQLі MongoDB, які мають бути доступні в межах локальної мережі або Docker-середовища.
* Аутентифікація та авторизація побудовані на базі JWT-токенів і залежить від конфігурації Spring Security. Для забезпечення безпеки передбачається використання HTTPS у продакшн-середовищі.

Організаційні та користувацькі припущення:

* Передбачається, що користувачі мають базові цифрові навички.
* Дані, що вводяться в систему, будуть достовірними і не потребують складної валідації поза межами реалізованих перевірок.
* Введення та обробка критично важливої інформації здійснюється відповідальними особами, що мають відповідну підготовку.

У подальших версіях система може інтегруватися з IoT-пристроями, такими як RFID-сканери або GPS-трекери, для автоматичного обліку на контрольних пунктах. Це передбачає встановлення додаткових апаратних модулів.

Передбачено реалізацію аналітичного модуля, який використовуватиме машинне навчання для прогнозування потреб, що потребує додаткових обчислювальних потужностей і наявності історичних даних.

3.2 Властивості програмного продукту

Програмний продукт UALogistics має відповідати ключовим властивостям, які визначають його якість, зручність у використанні, безпеку, ефективність і придатність до масштабування, а саме:

* Система повинна стабільно працювати в режимі 24/7 у реальному середовищі, з мінімальним часом простою. Архітектурні рішення забезпечують незалежність між компонентами, що знижує ризики критичних відмов. Реалізовано обробку помилок на рівні сервісів та автоматичні перезапуски контейнерів у разі збоїв.
* Захист даних є критично важливим для системи, що працює з військовими підрозділами. Використовується алгоритм хешуванняt для зберігання паролів, що унеможливлює їх зворотне відновлення. Аутентифікація реалізована за допомогою JWT , з обмеженням спроб входу. Дані користувачів із різними ролями доступні лише в межах їхніх прав, завдяки чітко визначеним політикам доступу.
* Завдяки мікросервісній архітектурі можливо незалежно масштабувати будь-який компонент системи. Контейнери можна запускати в кількох екземплярах, забезпечуючи горизонтальне масштабування.
* Продуктивність забезпечується завдяки використанню легковагових форматів обміну та REST API дозволяє мінімізувати затримки при обміні даними.
* Усі сервіси ізольовані та мають власні репозиторії та контейнери, що спрощує оновлення, тестування й виправлення помилок.
* Система розгортається у Docker-контейнерах, що дозволяє легко переносити її на інші сервери або хмарні середовища. Використання змінних середовища та конфігураційних файлів дає змогу гнучко адаптувати систему до різних середовищ розгортання.

3.3 Атрибути програмного продукту

3.3.1 Надійність

Надійність програмного забезпечення UALogistics є критично важливою вимогою, зважаючи на його призначення – автоматизацію логістичних процесів у військових підрозділах. Система має забезпечувати стабільну роботу в умовах підвищеного навантаження, втрати з’єднання, обмеженого доступу до ресурсів та можливих збоїв на інфраструктурному рівні.

Одним із основних підходів до забезпечення надійності в системі є використання мікросервісної архітектури. Вона дозволяє ізолювати функціональні компоненти, щоб збій в одному із сервісів не впливав на роботу всієї системи.

Кожен мікросервіс має автоматизовану систему перезапуску та може масштабуватись горизонтально, що забезпечує безперебійну обробку запитів у разі підвищеного навантаження або збільшення кількості користувачів.

Для перевірки стабільності роботи компонентів проводяться навантажувальні та стрес-тести. Вони дозволяють визначити межі продуктивності системи та переконатися, що в умовах пікового навантаження жоден з ключових процесів не буде перерваний або втратить дані.

Таким чином, надійність UALogistics досягається завдяки комбінації архітектурних підходів, інфраструктурних рішень, регулярного тестування та системи моніторингу. Це гарантує стабільну роботу ПЗ навіть в умовах бойових дій, де переривання сервісу може мати критичні наслідки.

3.3.2 Доступність

Доступність системи UALogistics має ключове значення, зважаючи на її стратегічну роль у забезпеченні військових підрозділів матеріальними ресурсами. У критичних умовах бойових дій або надзвичайних ситуацій навіть короткочасна недоступність може призвести до збоїв у постачанні, що ставить під загрозу виконання бойових завдань. Тому в системі передбачено низку технічних рішень для гарантування високого рівня доступності.

Мікросервісна архітектура системи дозволяє досягти розділення навантаження та підтримку незалежної працездатності окремих компонентів. Це значно підвищує загальну доступність системи для кінцевих користувачів.

У майбутніх версіях системи планується реалізація механізму локального кешування основних даних на клієнтських пристроях з подальшою синхронізацією після відновлення мережевого з’єднання. Це дозволить забезпечити доступ до базової інформації навіть без постійного інтернету.

Доступ до системи обмежується відповідно до рівня авторизації. Це дозволяє зменшити вірогідність перевантаження системи через неконтрольований доступ та покращити захист конфіденційної інформації.

Таким чином, високий рівень доступності UALogistics забезпечується архітектурними, технічними та організаційними засобами. Це дозволяє гарантувати безперервний доступ до критично важливих функцій системи.

3.3.3 Безпека

У зв’язку з тим, що система UALogistics призначена для обробки чутливої інформації, пов’язаної з логістичним забезпеченням військових підрозділів, безпека є критично важливою характеристикою програмного продукту. Порушення конфіденційності або цілісності даних може призвести до значних ризиків – як для військових операцій, так і для особового складу.

Система реалізує багаторівневу модель доступу на основі ролей. Кожен користувач має чітко визначені дозволи відповідно до своєї посади.

Паролі зберігаються в базі даних лише в хешованому вигляді з використанням стійкого алгоритму, який забезпечує ускладнення відновлення паролів навіть у разі компрометації. Система також підтримує обмеження кількості спроб входу, що зменшує ризики атак типу brute-force.

Окрім шифрування токенів, критично важливі дані в базі, які додатково шифруються. Це забезпечує високий рівень захисту інформації навіть на рівні фізичного доступу до бази.

Всі вхідні запити проходять перевірку на валідність, автентичність токена та відповідність ролі користувача.

Всі токени доступу, паролі до баз даних та інші конфіденційні налаштування зараз зберігаються у .env файлах, але в майбутньому планується зберігання у захищеному сховищі Vault, що забезпечує централізоване керування секретами та їхню ротацію.

Таким чином, безпека в UALogistics реалізована як багаторівнева система технічних і процедурних заходів, яка охоплює всі основні вектори загроз: від атак на API до захисту даних у сховищах.

4 Вимоги до бази даних

Серверна частина програмної системи UALogistics взаємодіє з кількома базами даних, що забезпечують зберігання структурованої та неструктурованої інформації, критично важливої для функціонування логістичного забезпечення військових підрозділів. Реляційна база даних (MySQL) – використовується для зберігання основних структурованих даних, таких як інформація про користувачів, ролі, місії, логістичні запити, статуси запитів тощо. Вона забезпечує цілісність даних, підтримку транзакцій та складних зв’язків між сутностями. Документна база даних (MongoDB) – призначена для зберігання ресурсів, оскільки ці об’єкти можуть мати динамічну структуру, вкладені поля, які більш природно реалізуються у форматі JSON.

Вимоги до продуктивності:

* Швидкий доступ до часто використовуваних даних.
* Можливість горизонтального масштабування у разі збільшення обсягів запитів.

Вимоги до безпеки:

* Підтримка шифрування чутливих даних на рівні бази.
* Доступ до бази повинен бути обмежений лише через відповідні мікросервіси, без прямого зовнішнього доступу.
* Користувацькі паролі та токени не повинні зберігатись у відкритому вигляді.
* Журнали доступу до БД повинні бути активовані для виявлення потенційних загроз або вторгнень.

Надійність і відмовостійкість:

* Регулярне резервне копіювання баз даних.
* Використання транзакцій у критичних процесах.

Технологічні інструменти:

* Для управління схемами БД використовується Liquibase, що дозволяє відстежувати, керувати та застосовувати зміни у структурі бази у контрольований спосіб.
* Для MongoDB використовується вбудований механізм валідації документів та індексації.

База даних у системі UALogistics є критичним елементом інфраструктури, який забезпечує зберігання, безпеку та доступність даних у реальному часі. Поєднання MySQL та MongoDB дозволяє задовольнити вимоги до зберігання як структурованих, так і напівструктурованих даних, зберігаючи при цьому продуктивність, масштабованість та гнучкість.