Contents

[Вступ 2](#_Toc23207411)

[Розробка функціоналу комплексу 4](#_Toc23207412)

[Огляд існуючих рішень 6](#_Toc23207413)

[Радіочастотна ідентифікація. Інформаційні системи з використанням радіочастотної ідентифікації 10](#_Toc23207414)

[Мітки для RFID 13](#_Toc23207415)

[Electronic Product Code (EPC) 13](#_Toc23207416)

[**Tag Antennas** 14](#_Toc23207417)

[Зчитувачі RFID 15](#_Toc23207418)

[Антенни зчитувачів 15](#_Toc23207419)

[Програмне забезпечення для передачі даних від RFID 17](#_Toc23207420)

# Вступ

Кожен з нас здійснює покупки. Чи то продуктовий магазин, аптека або гіпермаркет. І кожному доводилося повернутися додому і виявити, що якийсь необхідний товар не був куплений. Для запобігання подібних ситуацій люди починають складати списки покупок, записуючи його на аркуші паперу або створюючи замітку в смартфоні. Таким чином, людина робить покупки ефективніше: не витрачає зайвого часу і коштів на покупку непотрібних товарів. Але навіть при складанні списку покупок доводиться перевіряти, чи є якийсь товар в необхідній кількості вдома, або ж його треба внести в список.

Існує велика кількість додатків для смартфонів, які дозволяють управляти або взаємодіяти з готовим списком покупок. Але в быльшосты випадкыв вони надають базовий функціонал для роботи зі списком покупок: додавання товарів в список, ранжування за категоріями або видалення вже куплених товарів зі списку.

Проблема подібних додатків в тому, що кожен раз необхідно заново складати список, так як смартфон не може відстежити, які товари вже були використані і мають потребу в повторному придбанні.

Об’єктом розробки магістерської дисертації є програмно-апаратний комплекс автоматизації ведення домашнього господарства з використанням радіочастотної ідентифікації.

Метою магістерської дисертації є впровадження автоматизації в ведення домашнього господарства через використання мобільного веб застосунку та розроблених пристроїв ідентифікації предметів.

Предметом розробки є підсистема апаратної ідентифікації предметів та веб застосунок для олбіку та управління предметами що наявні в домашньому господарстві.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані та вирішені наступні задачі:

1. Формування вимог до функціоналу комплексу.
2. Огляд існуючих систем для автоматизації господарської діяльності.
3. Розробка структури комплексу.
4. Збір інформації про радіочастотну ідентифікацію
5. Розробка підсистеми радіочастотної ідентифікації.
6. Огляд та вибір сканеру штрих-кодів
7. Побудова апаратної підсистеми та розробка програмного забезпечення.
8. Аналіз розробленого апаратно-програмного комплексу.

# Розробка функціоналу комплексу

Оскільки майже кожна доросла людина має смартфон та носить його майже завжди при собі, то комплекс має використовувати максимально його можилості. Таким чином має легко пройти інтеграція у життя людини, оскільки їй доведеться взаємодіяти зі звчиним пристроєм. Програмна частина комплексу має бути реалізованою в формі веб-застосунку, оріентованому перж за все на мобільні пристрої. Адже через смартфон можна зручно відслідковувати в реальному часі наявність і кількість того чи іншого предмету, але потрібно його якось ідентифікувати. Для ідентифікації було вирішено використовувати штрихкод (баркод), оскільки це вже розповсюджене маркування упаковки більшості товарів, які може придбати людина.

Первинний спосіб додавання або видалення видалення предметів із штрихкодом має бути реалізований через камеру смартфону за допомогою програмного забезпечення. Але для підвищення зручності користування системою, було вирішено використати додатковий пристрій за допомогою якого викинутий у сміття предмет буде автоматично видалений за системи моніторінгу. Це має бути штрихкод сканер, що чіпляється поруч зі сміттєвим баком. Користувач, перед тим, як викинути у сміття упаковку, має просканувати штриход сканером. Така процедура не займає багато часу навідміну від доставання смартфона, навігації у веб застосунку до сторінки, яка за допомогою камери відсканує штрихкод та видалить його з моніторингу. Окрім того сам процес сканування спеціалізованим сканером буде швидший за програмне розпізнавання штрихкоду зі знімка, що зроблений камерою телефону.

Для ще більшої зручності користування комплексом було вирішено використати радіочастотну ідентифікацію для товарів. Такий спосіб дозволяє додавати в систему моніторингу будь-які фізично існуючі речі. В контексті ведення домашнього господарства це може бути будь-який товар, упаковка якого не містить штрихкоду.

Осільки дуже мала кількість товрів має на упаковці RFID мітку, комплекс має надавти можливість користувачеві самостійно її прикріпляти до буд-якого предмету та згодом відстежувати цей передмет у системі за міткою. Відстежування предмету включає в себе етап його утилізації та видалення з системи. Цей зумовлює необхідність наявності пристрою для зчитування мітки з подальшим передаванням даних до програмної складової комплесу.

Для повноцінної підтримки радіочастотної ідентифікаціїї у апаратну частину комплексу було вирішено додати два пристрої для зчитування RFID міток. Один запрограмований на додавання мітки, інший – на видалення мітки з системи моніторингу.

# Огляд існуючих рішень

З кожним роком поняття розумного дому стає все поширенішим та починає охоплювати все більше пристроїв у помешканні людини. Не виключенням стало звичне обладнання на кухні. Наприклад, компанія Xiaomi в 2018 році почала виробляти розумний кошик для сміття, що має назву Xiaomi Townew T1. Ведро має ємність 15.5л та поставляється зі спеціальним мішком для сміття. Воно має розміри 33х28х43 см та важить 3.5кг. Його кришка закривається герметично та перешкоджає потраплянню неприємного запаху назовні. Ключовою особливістю цього розумного кошика є те, що він сам визначає коли необхідно відчинити кришку. Цю функціональність забезпечує вбудований датчик руху, що реагує на рух навколо кошика. Датчик ігнорує рухи на відстані більше 35см. Аналогічний датчик наявний всередині кошика та сповіщає про рівень наповненості пакету для сміття. Такий пристрій лише спрощує утилізацію використаних продуктів у сміття та ніяк не автоматизує сам процес ведення домашнього господарства.

Більш корисним для людини може виявитися віртуальний помічник на кухні. Як наприклад Hiku. Це розумний пристрій, який може отримувати голосові команди для формування списку покупок. Для того, щоб ним користуватися, необхідно завантажити на смартфон додаток та виконати інструкцію по першому налаштуванню пристрою. Окрім керування голосом, Hiku має можливість сканувати штрихкоди товарів вбудованим сканером. Сканер здатен читати різні 1D штрихкоди. Найпоширеніші з них: UPC-A, Code 128, Code 29, UPC-E, EAN-8, EAN-13. Щойно штрихкод буде зчитано, відповідний товар буде доданий до списку покупок. Такий спосіб використання дуже зручний для повсякденних харчових продуктів, таких як хліб, молоко тощо.

Схожим за функціоналом є також GeniCan - пристрій що кріпиться на сміттєвий кошик та сканує штрихкоди всіх упаковок що викидаються у сміття. Як і Hiku, GeniCan автоматично додає всі проскановані товари до списку покупок. Якщо упаковка не має штрихкоду або користувач хоче додати до списку покупок товар що не має упаковки (наприклад, фрукти), він має потримати товар навпроти сенсору, розташованого на пристрої, доки не активується розпізнавання голосу, та вимовити назву товару, що необхідно додати. Відмінною особливістю від Hiku є те, що GeniCan може бути спряжений з сервісом доставки Amazon Dash. Таким чином сканер може автоматично з Amazon замовити товар, що було щойно викинито до сміття, без участі користувача.

В програмно-апаратному комплексі, що розробляється в магістерській дисертації, проаналізовано існуючі рішення, виділені їх переваги та доповнено технологіями що ще більше спростять користувачу процес ведення домашнього господартсва.

Оскільки майже кожна доросла людина має смартфон та носить його завжди при собі, то комплекс має використовувати максимально технічні можливості смартфону. Таким чином має легко пройти інтеграція у життя людини, оскільки їй доведеться взаємодіяти зі звичним пристроєм. Програмна частина комплексу має бути реалізованою в формі веб-застосунку, орієнтованому перш за все на мобільні пристрої. Адже через смартфон можна зручно відслідковувати в реальному часі наявність і кількість того чи іншого наявного предмету в домашньому господарстві. Для ідентифікації було вирішено використовувати штрихкод (баркод), оскільки це вже розповсюджене маркування упаковки більшості товарів, які може придбати людина.

Первинний спосіб додавання або видалення видалення предметів із штрихкодом має бути реалізований через камеру смартфону за допомогою програмного забезпечення. Але для підвищення зручності користування системою, було вирішено використати додатковий пристрій за допомогою якого викинутий у сміття предмет буде автоматично видалений за системи моніторінгу. Це має бути штрихкод сканер, що чіпляється поруч зі сміттєвим баком. Користувач, перед тим, як викинути у сміття упаковку, має просканувати штриход сканером. Така процедура не займає багато часу навідміну від доставання смартфона, навігації у веб застосунку до сторінки, яка за допомогою камери відсканує штрихкод та видалить його з моніторингу. Окрім того сам процес сканування спеціалізованим сканером буде швидший за програмне розпізнавання штрихкоду зі знімка, що зроблений камерою телефону.

Для ще більшої зручності користування комплексом було вирішено використати радіочастотну ідентифікацію для товарів. Такий спосіб дозволяє додавати в систему моніторингу будь-які фізично існуючі речі. В контексті ведення домашнього господарства це може бути будь-який товар, упаковка якого не містить штрихкоду.

Осільки дуже мала кількість товрів має на упаковці RFID мітку, комплекс має надавти можливість користувачеві самостійно її прикріпляти до буд-якого предмету та згодом відстежувати цей передмет у системі за міткою. Відстежування предмету включає в себе етап його утилізації та видалення з системи. Цей зумовлює необхідність наявності пристрою для зчитування мітки з подальшим передаванням даних до програмної складової комплесу.

Для повноцінної підтримки радіочастотної ідентифікаціїї у апаратну частину комплексу було вирішено додати два пристрої для зчитування RFID міток. Один запрограмований на додавання мітки, інший – на видалення мітки з системи моніторингу.

# Радіочастотна ідентифікація. Інформаційні системи з використанням радіочастотної ідентифікації

Радіочастотна ідентифікація (RFID) - це форма бездротового зв'язку, яка використовує радіохвилі для ідентифікації та відстеження об'єктів. RFID - це загальний термін, що охоплює технології ідентифікації з різними стандартами. В їх число входять NFC та RAIN - дві технології, що є найпоширенішими серед усіх іниших засобів радіочастотної ідентифікації.

RAIN RFID - це бездротова технологія пассивної системи радіочастотної ідентифікації (без джерела енергії). Ця технологія використовується для додавання фізичних об'єктів в інформаційну систему. Це може бути інформаційна система що використовується в різних галузях, таких як інвентаризація, безпека, автентифікація, відстеження. RAIN наразі є найбільш розвиваючимся сегментом RFID та використовує єдиний міжнародний стандарт UHF Gen 2 (ISO/IEC 18000-63). За допомогою RAIN сьогодні до різних інформаційних систем підключено понад 20 мільярдів речей. Користувачі отримують інформацію в реальному часі про повсякденні речі, такі як одяг, медичні товари, деталі автомобілей, продукти харчування та інше.

RAIN RFID оцифровує світ фізичиних речей, тим самим дозволяє їм становитися частиною будь-якої інформаційної системи яка може відстежувати та реагувати на те, що відбуваєється з речами, отримувати та передавати корисні дані. Можна виділити наступні можливості, що відкриваються завдяки використанню радіочастотної ідентифікації:

* Унікальна ідентифікація одного предмета спроміж інших предметів того ж самого типу
* Ідентифікація місцезнаходження предмету без прямого вимірювання
* Ідентифікація багатьох предметів одночасно (до 1000 предметів за секунду)
* Визначення мысцезнаходження предмету на відстані від кільеох сантиметрів до кількох метрів

Радіочастотна ідентифікація надає можливість захищати та сильно впливати на життя користувачів, і в той же час здійснювати революцію у веденні бізнесу. Це зручне, недороге рішення, що дозволяє застосувати технологію радіочастотнох ідентифікації у широкому спектрі галузей – від рощдрібнох торгівлі до медицини, виробництва, розваг . Від управління та контролю за ланцюгом поставок до розпізнавання підробних ліків.

Можна зробити висновок, що радіочастотна ідентифікація допомагає:

* Автоматизувати інвентаризацію та відстеження товарів у сфері охорони здоров’я, виробництві, торгівлі та іншого бизнесу;
* Ідентифікація походження продукту, що дозволяє виявити дефективні або небезпечні одиниці, наприклад зіпсовану їжу, пошкодженні іграшку, ліки з строком зі сплинувшим строко придатності та ін.
* Перешкоджає потраплянню вищезазначених дефетиних товарів далі по ланцюгу постачальників, що упереджує отримання товару неналежної якості кінцевим споживачем;
* Підвищує якість обслуговування клієнтів, оскільки легше буде моніторити товари на складах, повертати бракований товар та ін.
* Дозволяє відстежувати ланцюг поставок, запезпечуючи більш ефективниу поставку за менші витрати бізнесу.
* Зменшує ризик збитків через крадіжку або некорректного обліку товарів
* Бездротове блоквваня, розблокання та конфігурація електричних пристроїв.
* Дозволяю налаштувани контроль доступу до певних зон, приміщень або пристроїв.

Система з використанням радіочастотної ідентифікації складається з трьох основних елементів:

* Предмета, до якого закріплена RFID мітка що унікально ідентифікує цей предмет.
* Пристрою, що забезпечує бездротовий двоаправлений зв’язок між предметами, описанними у першому пункті.
* Програмного забезпечення, що збирає та трансформує дані з передавачів, надаючи інформацію в реальному часі до програмного забезпечення рівнем вище.

В базовій RFID системі мітки кріпляться до всіх речей, що мають тим чи іншим чином відстежуватися в інформаційній системі. RFID мітка складається з чіпа (інтегральнох схеми) та антенни, що надрукована, зтравлена та відштампована або нанесена парою на кріплення, що частіше за все є паперовим субстратом або Поліетилентерефталатом (ПЕТ). Поєднання чіпа та антенни вперсовується в паперову основу що з однієї сторони покривається клейкою основою або пакується у корпус (як, наприклад, мітки від домофону). Готові мітки доступні в різних варіаціях форм, розмірів включаючи стікери, картки пропуску та мітки на палети для промислової техніки. Сучасні розробки в сфері RFID роблять можливим ідентифікацію рідин та металів.

## Мітки для RFID

Мітки RFID однозначно ідентифікують предмет, на якому вони закріплені та мають у собі пам’ять що дозволяє розширити функціональність цього предмету. Чіп мітки живиться від радіохвиль, що поглинаються антенною та перетворюються у енергію живлення. Таким чином мітки не потребують власного живлення та читаються на відстані до 9 метрів по прямій лінії без перешкод.

В кжону мітку запрограмовано її власний ідентифікатор (tag identifier - TID) – це унікальний серійний номер, що записується у мітку виробником. Також у мітки може бути банк пам’яті для зберігання унікального ідентифікатора для відстеження товару, на який згодом буде прикріпленна мітк. Він зветься electronic product code або EPC.

### Electronic Product Code (EPC)

Electronic Product Code (EPC) зберігаеється в пам’яті чіпа та займає зазвичай 96 біт даних. Схематичне зображення комірок можна побачити на рис 1. Перші 8 біт це заголовок, що ідентифікує версію протоколу. Наступні 28 біт ідентифікують організацію, що контролює цю мітку (номер організації за GS1). Наступні 24 біт – це ідентифікатор классу до якого належить продукт. Останні 38 біт це унікальний серійний номер самох мітки. Останні два поля заповнюються організацією, що виготовила цю мітку. Весь код уцілому може бути використаний як ключ до бази даних що ідентифікує предмет, до якого прикріплена ця мітка.

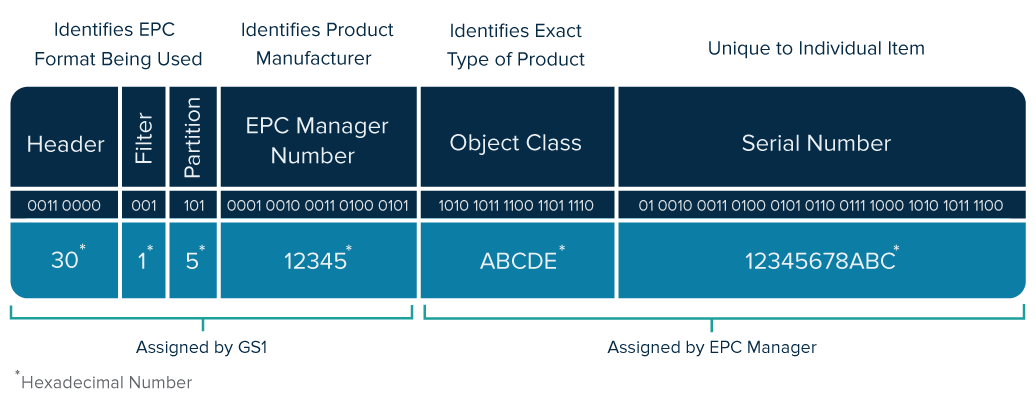


Рис. 1 – Зміст Electronic Product Code (EPC)

### **Tag Antennas**

Антенна мітки поглинає енергію радіохвилі і направляє її до чіпа. Тобто, чим більше площина антенни може поглинути більше енергії або ловити хвилі на більшій віддаленісті від джерела радіоховиль.

Не існує універсальної мітки для всіх способів застосування. Саме сферу застосування у більшості випадків визначає антенна мітки. Деякі мітки повинні працювати тільки на визначеному діапазоні частот, в той же час інші мають видавати найкращу потужність коли прикріплені до речей, що не пристосовані до бездротової комунцікації (наприклад, рідини та метали). Антенни можуть бути вироблені з різних матеріалів. Воні можуть бути надруковані, зтравлені, відштамповані чорнилами що проводять струм або навіть бути прикріалені парою до папіру.

### Зчитувачі RFID

Зчитувачі RFID це пристрої що живлять та обмінюються інформацією за домпомогою бездротового зв'язку з мітками та передають дані від них до програмного забезпечення. Ці пристрої підтримують двонаправлений зв’язок з пристроями, на які прикріплені мітки, в радіусі їх допустимої дії. Зчитувачі можуть виконвати велику кількість завдань включаючи просту безперервну інвентаризацію, філтрування (пошук мітки за заданими критеріями), запис даних у певні мітки тощо.

Пристрох зчитування RFID міток можуть идентифікувати та визначити місц знаходження до 1000 міток в секунду. Зчитувачі можуть бути стаціонарними або мобільними та використовувати рінтегровану антенну для отримання даних від міток. Чіпи зчитувачів можуть бути вбудовані в такі пристрої як ручні зчитувачі, розумні автомати, пристрої для відстеження товарів, мобільні пристрох та ін.

Стаціонарні зчитувачі повинні мати антенну що посилає енергію через раідохвилі та дані з командами до міток. Оскільки ці зчитувачі часто виористовуються для автоматизації, вони можуть підтримувати додаткове підключення до зовнішніх сенсорів або до світлових пристроїв для сповіщення користувачі про завершення зчитування. Зазвичай такі пристрої підключені до хоста або до мережі щоб передавати дані від міток до додатків вищого рівня.

### Антенни зчитувачів

Антени зчитувачів перетворюють електричний струм в едектромагнітні хвілі що потім випромінюються у ефір де вони вже будуть ловитися антенами на мітках та перетворюватися у зворотньому напрямку в електричний струм. Так само як і в антенах міток, існує велика кількість антен для зчитувачів та саме вона має відповідати вимогам до специфіки системі у якій планується застосувати радіочастотну ідентифікацію.

Два найбільш розповсюджених типи антен це антени з лінійною поляризацією та з круговою поляризацією (рис. 2).

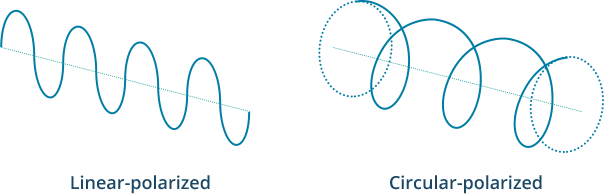


Рис. 2 – Сигнали різних типів антен

Антени що випромінюють лінійні електричні поля, мають великий діапазон та високий рівень потужності який дозволяє сигналу проходити крізь різні матеріали щоб комунікувати з мітками. Але лінійні антени чутливі до росположення міток. Залежно від кута або розтаушвання мітки, зчитувачі з лінійно-поляризаційними антенами можуть краще або гірше тримати зв’язок з міткою.

Вибір антени також визначається відстанню між RFID зчитувачем та міткою, яку необхідно считати. Антена зчитувача можуть праціювати або в ближньому полі (короткий діапазон хвилі) або в дальному полі (довгий діапазон хвилі). У системах з коротким діапазоном хвилі зчитування мітки здійснюється на відстані менше 30см та використовується магнітний зв’язок для передачі енергії. Також в системах ближнього поля на якість зв’язку не впливає наявність у полі діелектриків таких як вода або метал.

У зчитувачах за антенами дального поля відстань між тегом та зчитувачем перевищує 30см і навіть може досягати кількох десятків метрів. Антени такого типу використовують електромагнітний зв’язок. Таким чином діелектрики можуть погіршити якість зв’язку між рідером та міткою.

### Програмне забезпечення для передачі даних від RFID

В більшості випадків RFID зчитувачі використовують стандартизовану мову що зветься Low Level Reader Protocol або LLRP. Програмне забезпечення, розташоване на апаратному компоненті системи, називається прошивкою. Прошивка контролює роботу пристрою і, як правило, ініціалізує зв’язок із зовнішніми пристроями, такими як песональний комп’ютер.

Програмне забезпечення відправляє команди керування до зчитувача, який передае сигнали до RFID мітки та отримує через нього у відподвідь дані від мітки, надаючи можливість збирати та аналізувати ці данні у вищих шарах бізнес логіки системи.