

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютерна система управління юнацькою бібліотекою
м. Тернополя

Виконала: студентка IV курсу, групи CI-41
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Возьна Х.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Яцишин В.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Тих С.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Марценюк В.П.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Осухівська Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« ____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студентці Возьній Христині Михайлівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютерна система управління юнацькою бібліотекою м. Тернополя

Керівник роботи Яцишин Василь Володимирович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» квітня 2024 року № 4.7-408

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Бізнес-процеси у бібліотечній справі, особливості технології радіо-частотної ідентифікації, методи організації баз даних

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз концепції і технічних можливостей автоматизації процесів у бібліотеках

2. Проектування апаратної та програмної складових комп'ютерної системи управління

бібліотекою 3. Реалізація системного та прикладного програмного забезпечення управління

бібліотекою 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Архітектура комп'ютерної системи управління бібліотекою на концептуальному рівні.

2. Структурна схема організації апаратного забезпечення КС з використанням RFID

3. ER-діаграма бази даних.

4. Архітектура прикладного програмного забезпечення

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Пилипець М.І., д.т.н., проф. каф. МТ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка і затвердження технічного завдання	24.04-27.04.2024	
2.	Аналіз технічного завдання	28.04-03.05.2024	
3.	Аналіз концепції і технічних можливостей автоматизації процесів у бібліотеках	05.05-08.05.2024	
4.	Проектування апаратної та програмної складових комп'ютерної системи управління бібліотекою	08.05-18.05.2024	
5.	Реалізація системного та прикладного програмного забезпечення управління бібліотекою	18.05-25.05.2024	
6.	Розробка інструкцій із встановлення та налаштування комп'ютерної системи	26.05-05.06.2024	
7.	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	05.06-10.06.2024	
8.	Оформлення кваліфікаційної роботи	10.06-14.06.2024	
9.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	14.06-19.06.2024	
10.	Захист кваліфікаційної роботи	24.06-27.06.2024	

Студентка

(підпис)

Возьна Христина Михайлівна

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Яцишин Василь Володимирович

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Комп'ютерна система управління юнацькою бібліотекою м. Тернополя // Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр // Возьна Христина Михайлівна // ТНТУ, спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»// Тернопіль, 2024 // с.– 101, рис. – 52, табл. – 7, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 21.

Ключові слова: бібліотека, комп'ютерна система, RFID, рекомендації.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи створено комп'ютерну систему управління юнацькою бібліотекою м. Тернопіль до складу якої входить: RFID-сканер та мітки радіочастотної ідентифікації, клієнтська частина управління бібліотекою, сервіс формування рекомендацій і база даних.

При реалізації сканера радіочастотних міток написано програмне забезпечення мовою програмування Python для запису і зчитування даних з RFID-міток, які використовуються при ідентифікації читачів і книг.

Клієнтська частина управління бібліотекою розроблена за допомогою мови програмування C# і технології Windows Forms, що дає змогу забезпечити зручний і водночас простий в експлуатації користувацький інтерфейс.

Сервіс формування рекомендацій книг для читачів реалізовано за допомогою мови програмування Python, відкритих бібліотек і технології колаборативної фільтрації. В якості метрики для визначення подібності книг використано метрику косинус кута.

База даних бібліотеки реалізована у середовищі SQL Server Management Studio і представляє собою реляційну структуру до складу якої входить 18 таблиць. Більшість таблиць призначені для зберігання даних, однак є такі, які забезпечують реалізації зв'язку «багато-до-багатьох».

ABSTRACT

The computer system for managing the youth library of Ternopil // Bachelor Thesis// Vozna Khrystyna // TNTU, speciality 123 «Computer engineering»// Ternopil, 2024 // p.– 101, fig. – 52 , tab. – 7, posters A1 – 4, ref. – 19.

Keywords: library, computer system, RFID, identification.

As the result of the qualification work, a computer management system for the youth library of Ternopil was created, which includes: an RFID scanner and radio frequency identification tags, the client part of library management, a recommendation service and a database.

When implementing the scanner of radio frequency tags, software was written in the Python programming language for writing and reading data from RFID tags, which are used in the identification of readers and books.

The client part of the library management is developed using the C# programming language and Windows Forms technology, which provides a convenient and at the same time easy-to-use user interface.

The book recommendation service for readers is implemented using the Python programming language, open libraries and collaborative filtering technology. The cosine angle metric was used as a metric to determine the similarity of books.

The library database is implemented in the SQL Server Management Studio environment and is a relational structure that includes 18 tables. Most tables are designed to store data, but there are some that provide many-to-many implementations.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ І ТЕХНІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ У БІБЛІОТЕКАХ	9
1.1 Аналіз вимог до системи управління бібліотекою.....	9
1.2 Особливості технології радіочастотної ідентифікації	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ АПАРАТНОЇ ТА ПРОГРАМНОЇ СКЛАДОВИХ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІБЛІОТЕКОЮ	23
2.1 Проектування архітектури комп'ютерної системи управління бібліотекою на концептуальному рівні	23
2.2 Проектування сканера радіочастотної ідентифікації на базі Raspberry PI	25
2.3 Технічні характеристики Raspberry PI.....	28
2.4 Технічні характеристики модуля RC522.....	31
2.5 Концептуальна модель сервісу формування рекомендацій читачам книг	37
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМНОГО І ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІБЛІОТЕКОЮ	44
3.1 Реалізація програмного забезпечення RFID-сканера.....	44
3.2 Проектування та реалізація клієнтської частини системи управління бібліотекою	47
3.3 Організація структури бази даних системи управління юнацькою бібліотекою м. Тернопіль.....	51
3.4 Клієнтська частини системи управління бібліотекою	55

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>						
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Комп'ютерна система управління юнацькою бібліотекою м. Тернополя</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Возьна Х.М.</i>									
<i>Перевір.</i>		<i>Яцишин В.В.</i>								6	
<i>Реценз.</i>								<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</i>			
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>									

3.5	Сервіс формування рекомендацій для читачів бібліотеки	64
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ...		70
4.1	Вимоги ергономіки до організації робочого місця бібліотекаря.....	70
4.2	Організація служби охорони праці комунальної установи	74
ВИСНОВКИ		78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		79
Додаток А Технічне завдання		
Додаток Б Текст наукової публікації		
Додаток В Фрагмент скрипта генерування бази даних		

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Визначальним фактором ефективності сучасної організації чи підприємства є рівень їхньої автоматизації. Сфера надання послуг на сьогодні потребує впровадження нових інформаційно-комунікаційних засобів, які б давали можливість залучати більшу кількість клієнтів за рахунок підвищення якості сервісів їх обслуговування.

Культурний та особистісний розвиток суспільства, особливо молодого покоління, потребує впровадження нових технологій, які б сприяли формуванню зацікавленості до вивчення чогось нового та аналізу історичних фактів. Ефективним способом одержання нових знань, що доведено протягом століть, є читання книг. Високоінтелектуальне суспільство береже і популяризує надбання літератури, наукових досліджень, історичних фактів, що зберігаються у бібліотеках, які займають кілька будинків і сотні тисяч цінних книг.

На жаль, сьогоднішні школярі та студенти мало уваги приділяють читанню книг, у класичному розумінні. Це пов'язано з тим, що більшість свого вільного часу молоді люди проводять у соціальних мережах на кшталт інстаграм, тік-ток і різноманітних телеграм-каналів. Короткі відео та перегляд тисяч фото не дають змоги сконцентрувати увагу на конкретних фактах і провокують появу таких захворювань як цифрова залежність і цифрове безумство.

Для того, щоб підвищити рейтинг бібліотек та зацікавленість молоді у їх відвідуванні, а також забезпечити ефективність функціонування таких закладів необхідно впроваджувати смарт-системи управління бібліотекою. «Розумні бібліотеки» повинні забезпечувати зручність обслуговування читачів, а також формувати пропозиції книг з врахуванням вподобань читачів. Тому актуальною задачею є впровадження систем управління, які використовують IoT пристрої для ідентифікації читачів та книг, а також розумні сервіси, які враховують вподобання читачів. Мета кваліфікаційної роботи полягає у розробці системи управління бібліотекою на основі технології радіочастотної ідентифікації та сервісу формування рекомендацій на основі методів колаборативної фільтрації.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ І ТЕХНІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ У БІБЛІОТЕКАХ

1.1 Аналіз вимог до системи управління бібліотекою

Комп'ютерна система автоматизації бізнес-процесів бібліотеки призначена для підвищення ефективності обслуговування читачів та управління наявним фондом книг шляхом впровадження елементів інтернету речей на основі пристроїв радіочастотної ідентифікації.

В основі комп'ютерної системи «розумна бібліотека» на рівні апаратного забезпечення лежить сканер міток радіочастотної ідентифікації. Кожен читач бібліотеки, а також кожна книга, наявна у бібліотеці, повинні мати унікальні ідентифікатори, прописані у пасивних RFID-мітках. Це забезпечить можливість однозначного розпізнавання об'єктів і їх зберігання в електронній базі даних.

Застосування RFID-міток для зареєстрованих відвідувачів бібліотеки дозволяє підвищити швидкість і якість їхнього обслуговування, а радіочастотні мітки, вмонтовані у книги – дають можливість фіксувати їх доступність для читачів.

Факт взяття книги у бібліотеці фіксується у базі даних, що дозволяє сформувати так званий кошик читача і в перспективі за допомогою рекомендаційного сервісу забезпечувати створення адекватних ранжованих рекомендацій та портретів читачів в залежності від їхніх вподобань.

Для роботи сканера радіочастотної ідентифікації необхідно реалізувати системне програмне забезпечення, яке б давало змогу зчитувати дані з RFID-міток та встановлювати з'єднання з ПК. На виділеному комп'ютері повинно бути розгорнуте прикладне програмне забезпечення, рекомендаційний сервіс та відповідна база даних.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Аналіз концепції і технічних можливостей автоматизації процесів у бібліотеках</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Возьна Х.М.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Яцишин В.В.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тили Є.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						9	
					<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</i>		

Система управління бібліотекою проектується також для забезпечення прозорості бізнес-процесів, характерних для бібліотечної справи, зокрема, для фіксації нових поступлень книг, вказання їхнього розташування, а також керування процесами видачі і повернення книг читачами. Ці функції покладаються на прикладне програмне забезпечення.

Мета розробки комп'ютерної системи управління бібліотекою полягає в автоматизації процесів фіксації видачі і повернення книг читачами та автоматичного формування рекомендацій на основні вподобань читачів. При реалізації такої системи необхідно забезпечити організацію апаратної та програмної інфраструктури з використанням RFID-технології, а також імплементацію відповідного системного і прикладного програмного забезпечення при роботі сканера радіочастотних міток та рекомендаційного сервісу.

Прикладне програмне забезпечення та рекомендаційний сервіс передбачають використання бази даних, у якій зберігається інформація про читачів, книги, RFID-мітки, доступність книг, а також дані про час і термін використання ресурсів бібліотеки.

У результаті реалізації такої комп'ютерної системи можна одержати повноцінний інструментальний засіб, який відноситься до класу «розумних систем».

Для досягнення цілі роботи необхідно розв'язати декілька прикладних задач у сфері комп'ютерної інженерії, інженерії програмного забезпечення та штучного інтелекту:

- проаналізувати існуючі рішення щодо можливості автоматизації процесів, характерних для ефективного функціонування бібліотеки;
- спроектувати концептуальну архітектуру комп'ютерної системи з врахуванням апаратної і програмної складових для автоматизації бізнес-процесів ідентифікації читачів і книг;
- обґрунтувати і визначити шляхи застосування RFID-технології при автоматизації процесів управління бібліотекою;

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- спроектувати базу даних для зберігання та підтримки процесу автоматизації видачі і повернення книг, а також належного функціонування рекомендаційного сервісу ;
- обрати і дослідити на предмет доцільності застосування апаратне забезпечення для реалізації сканера RFID-міток;
- визначити шляхи інтеграції сканера з прикладним програмним забезпеченням автоматизації бізнес-процесів бібліотеки;
- реалізувати системне програмне забезпечення для функціонування сканера RFID-міток та передачі зчитуваних даних у прикладне програмне забезпечення;
- спроектувати та реалізувати прикладне ПЗ для роботи зі сканером, базою даних і рекомендаційним сервісом;
- реалізувати рекомендаційний сервіс як окремий модуль прикладного ПЗ для формування рекомендацій на основі вподобань читачів з використанням підходу колаборативної фільтрації;
- реалізувати базу даних для зберігання та опрацювання інформації щодо бізнес-процесів бібліотеки.
- провести верифікацію запропонованих рішень на відповідність вимогам, які висуваються до комп'ютерної системи управління бібліотекою.

Враховуючи специфіку діяльності бібліотек, основними завданнями таких закладів є надання в оренду книг зареєстрованим читачам та відслідковування вчасності їх повернення. Комп'ютерна система управління бібліотекою покликана автоматизувати процеси ідентифікації/аутентифікації читачів та ідентифікації наявних у фондах книг. Для цього повинні застосовуватися унікальні ідентифікатори на фізичних носіях, які зчитуються відповідним апаратним сканером. Окрім цього, система керування бібліотекою повинна надавати сервіс щодо формування рекомендації книг на основі вподобань читача. Організація такої системи потребує проектування пристроїв на рівні як апаратного забезпечення, так і програмного, а також сховища даних у вигляді бази даних.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

При автоматизації бізнес-процесів бібліотеки необхідно передбачити застосування наступних апаратних пристроїв:

- RFID-мітки (картки) для читачів і книг, у яких записано унікальні ідентифікатори об'єктів;
- сканер радіочастотних міток;
- комп'ютер з наявними USB- та LAN портами із програмним забезпеченням для роботи з RFID-сканером;
- сервер для зберігання даних.

До складу необхідного програмного забезпечення комп'ютерної системи управління бібліотекою повинні входити:

- системне програмне забезпечення сканера радіочастотних міток;
- модуль комунікації прикладного програмного забезпечення з RFID-сканером;
- прикладне ПЗ для автоматизації бізнес-процесів бібліотеки;
- рекомендаційний сервіс у вигляді окремого модуля, що викликається з прикладного ПЗ;
- база даних для зберігання інформації про читачів, книги та RFID-мітки.

У процесі проектування і практичної реалізації комп'ютерної системи управління бібліотекою потрібно провести детальний аналіз домену та розробити протоколи і схеми комунікації на рівні апаратних пристроїв та модулів програмного забезпечення.

Впровадження системи управління бібліотекою з елементами «розумних пристроїв» повинна забезпечувати зростання продуктивності і точності обслуговування читачів, а також сприяти підвищенню якості бізнес-процесів з точки зору персоналу таких закладів.

За допомогою проектованої системи автоматизуються функції аутентифікації читачів, обліку книг, доступності і прозорості ресурсів фондів бібліотеки, станів використання і популярності книг, а також формування рекомендацій з врахуванням вподобань читачів.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загалом до комп'ютерної системи управління бібліотекою на основі IoT пристроїв та з рекомендаційним сервісом висуваються наступні вимоги:

- забезпечення можливості аутентифікації читачів та ідентифікації книг, наявних у фондах бібліотеки, за допомогою міток радіочастотної ідентифікації;
- надання засобів для зберігання інформації про сутності бібліотечної справи у вигляді електронного сховища (бази даних);
- надання можливості автоматичного формування «кошиків» читачів на основі прочитаних книг;

формування рекомендацій книг на основі вподобань читачів.

На структурному рівні комп'ютерна система повинна бути представлена сумісними апаратними і програмними складовими, які забезпечують вирішення задач управління бізнес-процесами бібліотеки. До них входять:

- RFID-сканер на базі мінікомп'ютера Raspberry PI;
- картки та мітки радіочастотної ідентифікації;
- персональний комп'ютер, що виконує функції терміналу для взаємодії зі сканером та сервером баз даних;
- системне програмне забезпечення для функціонування сканера при зчитуванні міток;
- сервер баз даних;
- клієнтська програма для оформлення абонементів читачів та менеджменту видачі і повернення книг у бібліотеці;
- програмний рекомендаційний сервіс для генерації ранжованого списку пропозицій на основі вподобань читачів.

На концептуальному рівні комп'ютерна система управління бібліотекою повинна віддзеркалювати основні процеси домену бібліотечної справи, зокрема це стосується автоматизації процесів обліку книг у фондах бібліотеки з використанням RFID-міток, ідентифікації читачів за допомогою карток радіочастотної ідентифікації, фіксації взяття і повернення книг, а також формування рекомендацій читачам на основі прочитаних книг.

Серед множини функціональних вимог до комп'ютерної системи необхідно виділити найбільш важливі з точки зору автоматизації процесів предметної області:

- здатність запису та зчитування даних з міток радіочастотної ідентифікації за допомогою RFID-сканера;
- можливість зберігання та маніпулювання персональними даними читачів бібліотеки з використанням бази даних;
- можливість формування записів і зчитування інформації про книги, їхніх авторів, жанр, унікальні ідентифікатори та місце розташування у бібліотеці;
- можливість виконання операцій пошуку даних на основі ідентифікатора RFID-міток та інших критеріїв, які стосуються як книг, так і користувачів;
- наявність модуля ідентифікації користувачів з наданням відповідних прав доступу до даних;
- можливість зміни статусу доступності книг;
- здатність до масштабування апаратної і програмної складової комп'ютерної системи.

Основною вимогою щодо взаємодії компонентів комп'ютерної системи на рівні апаратного забезпечення є забезпечення здатності зчитування ідентифікаторів RFID-міток на відстані не більшій за 10 см від RFID-сканера. Мінікомп'ютер Raspberry PI може бути безпосередньо приєднаний до ПК за допомогою USB-інтерфейсу або здійснювати передачу даних через WiFi. До мінікомп'ютера Raspberry PI фізично повинні бути підключені сканер радіочастотних міток, а також діод і зумер, які сигналізують про успішність зчитування даних. Сервер баз даних може бути безпосередньо розгорнутий на ПК, на якому встановлено клієнтську програму для управління бібліотекою, або бути окремим фізичним пристроєм, комунікація з яким відбувається за допомогою протоколу TCP/IP.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Структурно комп'ютерна система управління бібліотекою може бути зображена у вигляді архітектури «клієнт-сервер».

Діагностування комп'ютерної системи управління бібліотекою передбачає проведення комплексу заходів щодо визначення стану працездатності її апаратної і програмної частин. В основному ці заходи повинні бути зорієнтованими на перевірку функціональності каналів зв'язку між програмно-апаратними компонентами системи, точності та адекватності відображення даних в інтерфейсі користувача, цілісності даних у БД. Окрім цього, доцільно проводити перевірки на продуктивність окремих компонентів, зокрема щодо часу зчитування даних з RFID-міток, запису у базу даних та ін. Для проведення таких регламентних робіт повинен бути створений графік профілактичних заходів.

Вимогами щодо перспектив розвитку та модернізації комп'ютерної системи управління бібліотекою передбачається можливість переходу на промислові мікроконтролери, наприклад STM32 або SPM, з програмним перепрошиванням функцій зчитування даних з RFID-міток. При цьому не значних змін потребуватиме модернізація клієнтської частини комп'ютерної системи та безпосередньо системне програмне забезпечення RFID-сканера. Існуючу база даних повинна зберігати свою структуру і бути цілісною.

Вимоги до надійності комп'ютерної системи управління бібліотекою формують сукупність атомарних вимог щодо здатності системи безперебійно функціонувати протягом визначеного періоду часу, захисту даних на апаратному та програмному рівні та ряду інших.

Зчитування даних з RFID-сканера може відбуватися лише за успішної авторизації користувача «бібліотекар» у клієнтській програмі. Захист даних читачів забезпечується на рівні операційної системи сервера баз даних та системи керування БД. Клієнтська частина передбачає функціонування модуля авторизації на основі зчитування логіна і пароля користувача. У випадку втрати або виходу з ладу RFID-карти повинна існувати можливість прив'язки нової мітки до існуючого запису користувача бібліотеки.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку збою у роботі апаратного забезпечення (сканера RFID-міток) функціонування комп'ютерної системи повинно продовжуватися в штатному режимі з використанням клієнтської частини системи з ідентифікацією читача без зчитування ідентифікатора, до заміни RFID-модуля.

Основні вимоги до функцій та задач, які покладені на комп'ютерну систему управління бібліотекою, можна представити у вигляді наступного переліку:

- можливість запуску клієнтської програми управління бібліотекою авторизованим користувачем;
- можливість запису та зчитування даних з RFID-міток читача та книг;
- звукова і візуальна сигналізація успішності зчитування радіочастотних міток як з книг, так і з карток читачів;
- можливість формування записів про читачів: прізвище, ім'я, по-батькові, дата народження, адреса місця проживання, школа і клас (для школярів) з подальшою видачею RFID-картки;
- можливість пошуку даних на основі унікального ідентифікатора RFID-мітки;
- можливість реєстрації події видачі книги читачу з обов'язковим вказанням дати одержання та повернення;
- можливість зміни доступності книг при їх взятті та поверненні читачем;
- можливість формування фільтрів для відображення інформації про книги, які наявні у фонді бібліотеки;
- можливість вибірки даних про книги, які взяті читачами;
- здатність формувати рекомендації на основі вподобань читачів у вигляді ранжованого списку з 5 рекомендацій;
- можливість генерувати рекомендації в умовах «холодного старту»;
- здатність підтримувати зв'язок між сканером і клієнтською програмою в період її активного використання;
- можливість встановлення та забезпечення комунікації з сервером БД;

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість надавати точні результати у відповідь на запит користувачів;
- час відгуку системи повинен становити не більше 2с;
- час реакції системи до 1 с;
- забезпечення зручності та простоти інтерфейсу при автоматизації процесів видачі і повернення книг;
- наявність інструментів для створення резервних копій БД.

При проектуванні комп'ютерної системи управління бібліотекою передбачається використання наступного апаратного забезпечення:

- мінікомп'ютер Raspberry PI 3;
- сканер RC522 RF;
- RFID-мітки S50 та RFID/NFC Card;
- портативний звуковий динамік;
- діод.

ПК, до якого приєднаний сканер міток радіочастотної ідентифікації повинене володіти наступними характеристиками:

- процесор з частотою не менше 2 ГГц та кількістю ядер більше 4;
- об'єм оперативної пам'яті – ≥ 8 Гб;
- об'єм накопичувача – ≥ 500 Гб.

В якості сервера баз даних можна використати ПК, збільшивши об'єм накопичувача до 1 ТБ на базі технології M2 та розмір RAM до 16 ГБ, або встановити фізичний сервер з відповідними характеристиками.

Управління та налаштування RFID-сканера виконується за допомогою скриптів мови програмування Python, що підтримується операційною системою Raspbian платформи RPi 3.

Системне програмне забезпечення клієнтської програми повинно функціонувати під керування ОС Windows 10 та реалізовувати мовою програмування C#. Рекомендаційний сервіс повинен бути реалізований за допомогою мови програмування Python та набору відкритих бібліотек.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Особливості технології радіочастотної ідентифікації

Технологія радіочастотної ідентифікації базується на аналізі параметрів електромагнітного поля і дає змогу сканерам зчитувати дані, які містяться на спеціальних мітках. Такі мітки можуть бути реалізовані у вигляді пластикових карток, брелків і широко використовуються при ідентифікації та відстеженні об'єктів будь-якої природи. RFID-мітки на мікроносіях можуть підшкірно вживлюватись тваринам, з яких потім легко можна зчитати унікальний ідентифікатор за допомогою RFID-сканера.

Унікальний ідентифікатор, записаний на RFID-мітку, дає змогу забезпечити конфіденційність її власнику, а сам код є оригінальним ключем з фіксованим значенням. В залежності від типу мітки радіочастотної ідентифікації, окрім унікального ключа, на ній може міститися додаткова інформацію щодо об'єкту чи предмету для ідентифікації якого використано мітку.

Варто відмітити, що з самого початку RFID-мітки не володіли високою захищеністю, оскільки це вимагало додаткових ресурсів для реалізації криптографічного захисту. А цього неможливо було досягнути при низькій собівартості (в діапазоні від 5 до 10 центів) та невеликих ресурсах пам'яті, які обмежуються сотнями бітів даних і логічними регістрами розміром 5Кб – 10Кб.

З метою забезпечення балансу між вартістю і можливістю захисту даних, технологію радіочастотної ідентифікації трансформовано таким чином, що унікальному ідентифікатору має відповідати замаскований ключ, який зберігається у спеціалізованій БД за межами носіями.

При організації пасивної системи радіочастотної ідентифікації комунікація сканера і мітки повністю покладена на зчитувач. У цьому випадку RFID-мітка не надсилає дані якщо немає запиту на зчитування зі сторони сканера [3]. Загально прийнято, що прямий зв'язок встановлюється при запиті сканера, а зворотній – при надсиланні ідентифікатора з мітки.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Типова схема організації системи на основі технології радіочастотної ідентифікації представлена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Типова схема організації комп'ютерної системи, яка заснована на радіочастотній ідентифікації

При організації комп'ютерної системи, згідно рис. 1.1, RFID-мітка повинна знаходитись в межах досяжності сканера, який виконує функції зчитування і передачі даних до ПК із спеціалізованим ПЗ та БД.

Радіохвиля визначеної частоти через електромагнітне поле безперервно передається до RFID-мітки. При цьому дані, які генерує сканер, можна представляти у вигляді коротких хвиль з модульованою амплітудою, що містить також кодування у вигляді – Pulse Interval Encoding [3].

Як приклад, рис. 1.2 демонструє принцип роботи протоколу Gen 2 з кодуванням PIE. У даному випадку, при передачі логічного нуля тривалість становитиме T_0 , для логічної одиниці – тривалість буде в діапазоні $[1,5 T_0; 2 T_0]$.

Ширина імпульсу відповідатиме значенню, яке коливається в межах від $0,265 T_0$ до $0,525 T_0$. Значення базової одиниці при радіочастотній ідентифікації лежить в діапазоні $[6,25; 25]$ мкс. Таким чином, при прямому зв'язку швидкість передачі даних становитиме від 26,7 Kb/s до 128 Kb/s.

При використанні ключа з модульованим амплітудним зсувом та інтервальним кодуванням, передачу даних можна зобразити так, як показано а рис. 1.3.

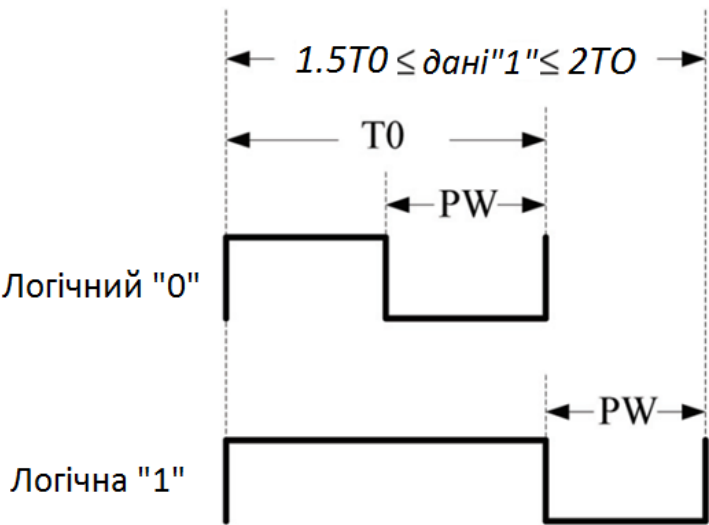


Рисунок 1.2 – Кодування протоколу Gen2 на основі P1E

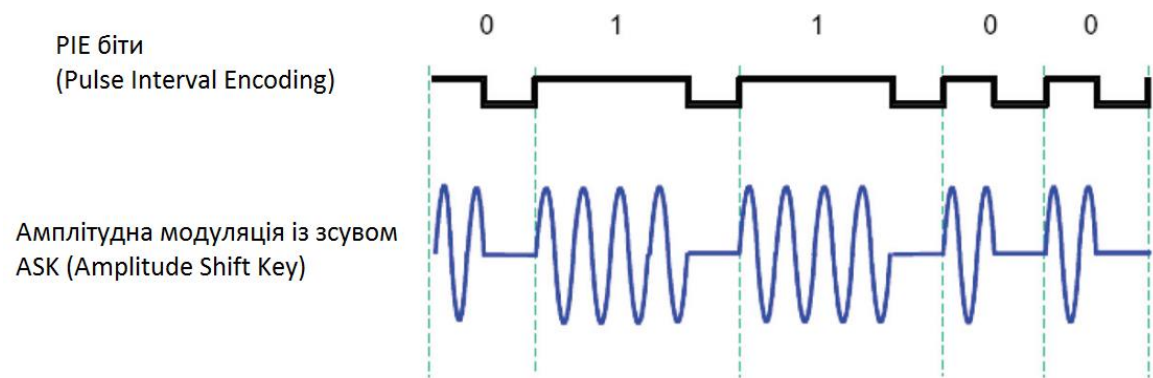


Рисунок 1.3 – Прямий зв'язок передачі даних на основі модульованого амплітудного зсуву та кодування P1E

Використання технології радіочастотної ідентифікації показує доволі високу ефективність і надійність при автоматизації процесів моніторингу за

переміщенням товарів, їх обліку, аутентифікації користувачів, а також при застосуванні в агресивних середовищах.

RFID-технологія дає змогу автоматизувати бізнес-процеси бібліотечної справи, зокрема щодо задач обліку, інвентаризації та пошуку книг, а також при ідентифікації читачів, які мають зареєстровані RFID-мітки.

Згідно [4], мітки радіочастотної ідентифікації можуть належати до одного з двох класів: пасивні або активні. Це обумовлено типом їх живлення.

Пасивні мітки зберігають лише унікальний ідентифікатор та не мають власного джерела живлення. При зчитуванні даних з такого виду міток, RFID-сканер генерує сигнал, який передається за допомогою антени, який після цього відбивається від мітки і також надсилається на антену. Технологія, яка при цьому використовується базується також на методі модуляції амплітуди, але вже відбитого сигналу.

Пасивні мітки радіочастотної ідентифікації ефективно функціонують на відстані 1-2 см від сканера, однак при більш високих частотах (наприклад, 860-960 МГц, чи 2,4-2,5 ГГц) можна досягти більшої дальності 1-10 м.

На противагу пасивним RFID-міткам, активні мітки володіють власним джерелом живленням і не залежать від сканера. Основна їхня перевага над пасивними мітками полягає в тому, що вони працюють на дальності до 300 м. Перевагами активних міток є те, що вони можуть взаємодіяти з RFID-сканером на відстані до 300 м та можуть містити додаткові давачі (сенсори вологості, температури та ін.). Окрім цього, активні мітки радіочастотної ідентифікації можуть використовуватись при досить низьких температурах, у різних металоконструкціях, портах і т.п.

Серед недоліків такого типу RFID-міток потрібно відмітити їх високу вартість і потребу у заміні з часом джерела живлення.

При виробництві міток радіочастотної ідентифікації можна використовувати різні види пам'яті:

– «Read Only» – передбачається лише єдиний незмінний запис даних на носії, що дозволяє забезпечити високу точність ідентифікації та захисту;

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– «Write Once Read Many» – мітка, яка містить унікальне значення ключа, який записується на носій лише один раз і може бути зчитаний багато разів;

– «Read and Write» – тип носія мітки, який дає змогу багато разів записувати і багато разів зчитувати дані;

Згідно [5], мітки радіочастотної ідентифікації можна класифікувати, як показано на рис. 1.4.

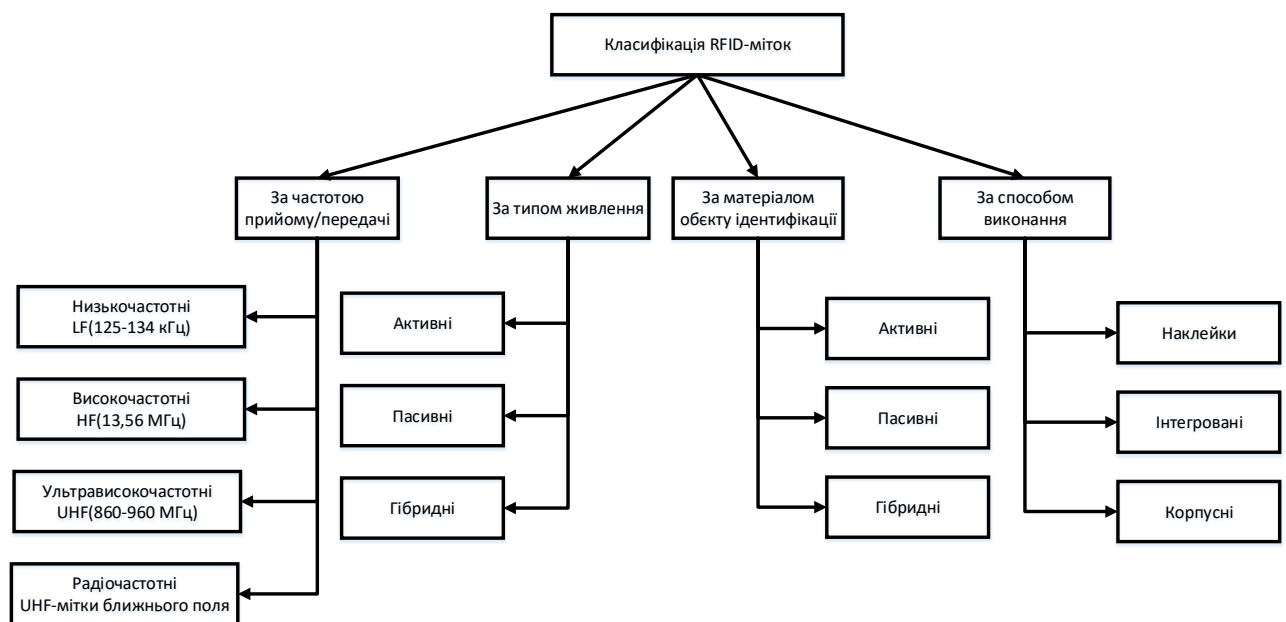


Рисунок 1.4 – Класифікація міток радіочастотної ідентифікації

У результаті аналізу особливостей організації комп'ютерних систем на основі технології RFID, можна зробити висновок, що найбільш оптимальним варіантом при реалізації системи управління бібліотекою в контексті ідентифікації читачів і книг є пасивні ультрависокочастотні RFID-мітки, які забезпечують універсальність рішення.

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ АПАРАТНОЇ ТА ПРОГРАМНОЇ СКЛАДОВИХ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІБЛІОТЕКОЮ

2.1 Проектування архітектури комп'ютерної системи управління бібліотекою на концептуальному рівні

Технічне завдання на проектування та реалізацію комп'ютерної системи управління бібліотекою, що наведено у додатку А, визначає основні функціональні та структурні особливості апаратної і програмної складової системи. У результаті аналізу, проведеного у розділі 1, можна встановити, що основним складовими компонентами системи на рівні апаратного забезпечення є:

- сканер радіочастотної ідентифікації;
- RFID-мітки;
- сервер баз даних;
- персональний комп'ютер.

До складу програмного забезпечення комп'ютерної системи повинно входити:

- системне програмне забезпечення сканера;
- клієнтська частина для управління бізнес-процесами бібліотеки;
- база даних для зберігання даних про читачів, книги та їх оборот
- програмний сервіс формування рекомендацій книг на основі вподобань читачів.

Комп'ютерна система управління бібліотекою, яка проектується у кваліфікаційній роботі, передбачає наявність наступних ролей користувачів:

- адміністратор – роль, що визначена на рівні програмної клієнтської частини комп'ютерної системи на яку покладено функції реєстрації міток

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування апаратної та програмної складових комп'ютерної системи управління бібліотекою</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Возьна Х.М.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Яцишин В.В.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						23	
					<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</i>		

радіочастотної ідентифікації для книг і читачів, підтримки цілісності бази даних, налаштування та моніторингу стану працездатності апаратної складової комп'ютерної системи;

- бібліотекар – роль, визначена у клієнтській частині програмного забезпечення, що наділена повноваженнями проведення фіксації видачі і повернення книг читачами;

- читач – роль у системі, яка прив'язана до унікального ідентифікатора та є зареєстрованим відвідувачем бібліотеки.

Враховуючи вище наведені факти та вимоги технічного завдання, архітектуру комп'ютерної системи управління бібліотекою на концептуальному рівні можна зобразити, як показано на рис. 2.1.

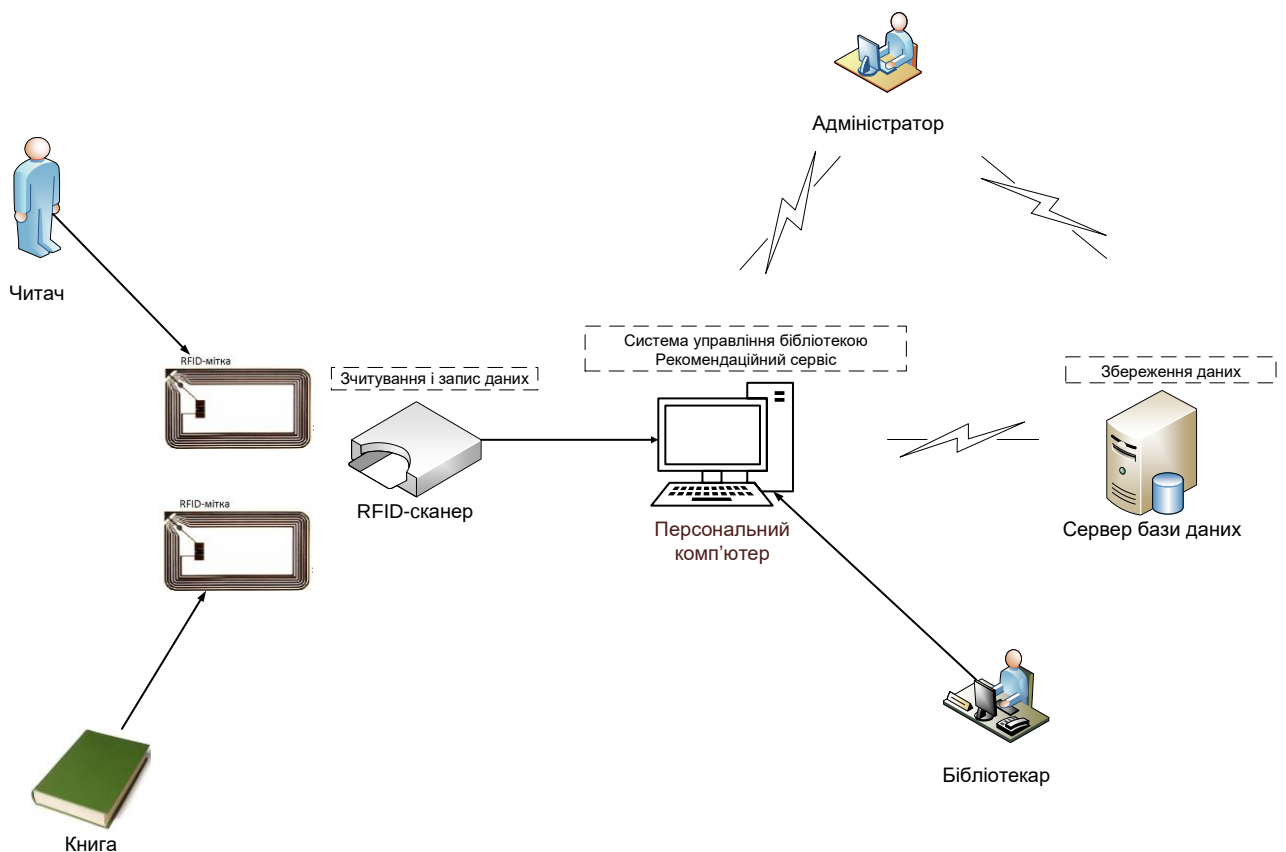


Рисунок 2.1 – Архітектура комп'ютерної системи управління бібліотекою на концептуальному рівні

Як видно з рис. 2.1 сканер радіочастотних міток призначений для запису і зчитування даних з RFID-міток, які наявні у вигляді картки у зареєстрованих читачів бібліотеки та мітяться у кожній книзі бібліотеки.

Персональний комп'ютер, користувачем якого є бібліотекар та який фактично виконує роль терміналу при зверненні до сканера, повинен мати встановлене програмне забезпечення для реалізації функціональних вимог щодо ідентифікації читача й книг, а також підтримки бізнес-процесів з видачі і повернення книг у бібліотеку. Також передбачається можливість виклику рекомендаційного сервісу, який би генерував 5 найбільш імовірних пропозицій книг в залежності від вподобань користувачів.

Сервер баз даних виконує роль сховища даних, які необхідні для ефективного функціонування бібліотеки. Доступ до персонального комп'ютера та сервера баз даних має адміністратор комп'ютерної системи. Бібліотекару надається можливість зчитування інформації з міток радіочастотної ідентифікації, проводити операції з видачі і реєструвати повернення книги.

Побудувавши архітектуру комп'ютерної системи на концептуальному рівні, наступний крок полягає у проектуванні апаратного забезпечення, яке реалізує функції сканера RFID-міток з можливістю запису та зчитування унікальних ідентифікаторів та додаткових даних про читача і книги.

2.2 Проектування сканера радіочастотної ідентифікації на базі Raspberry Pi

У кваліфікаційній роботі пропонується реалізувати сканер радіочастотної ідентифікації, як частини більш комплексної комп'ютерної системи управління бібліотеки, на основі мінікомп'ютера Raspberry Pi версії 3 та модуля зчитування – RC522 RFID. Raspberry Pi підключається до ПК з прикладним програмним забезпеченням для управління процесами видачі та повернення книг. Окрім цього, функціонал прикладного додатку дає змогу виконувати запис і зчитування унікального ідентифікатора і додаткових даних за допомогою сканера RFID-

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міток. Схема підключення та виконання операцій запису/зчитування даних з міток радіочастотної ідентифікації представлена на рис. 2.2.

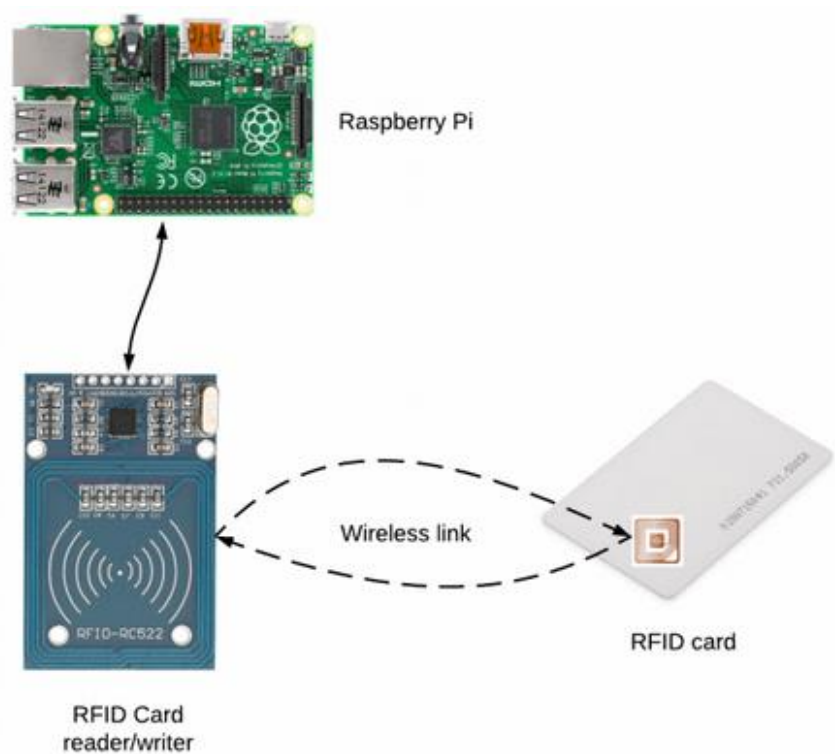


Рисунок 2.2 – Схема організації сканера RFID-міток

Будь-які RFID- мітки складаються мінімум з двох компонентів (рис. 2.3):

- мікросхема, яка зберігає унікальний ідентифікаційний номер;
- котушка, яка виконує функції радіочастотної антена.

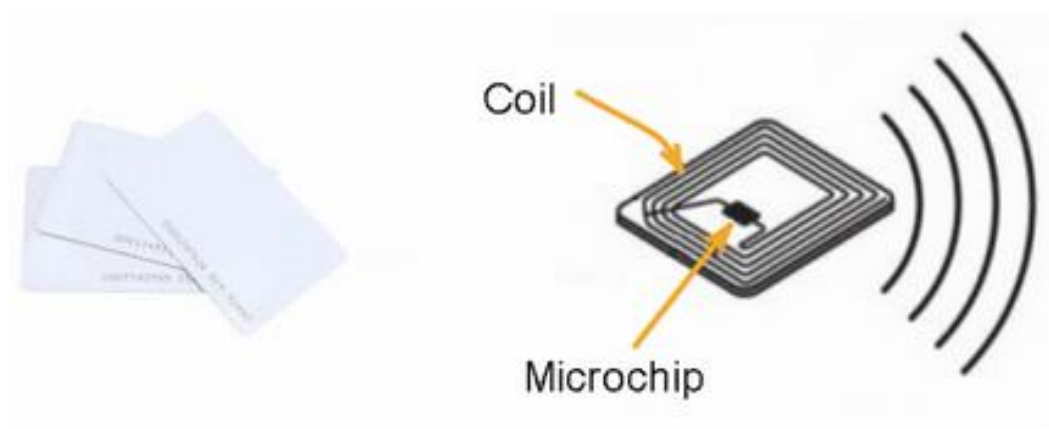


Рисунок 2.3 – Структура RFID-міток

Зчитувач RFID-карт також має котушку з мідного дроту. Ця котушка створює магнітне поле, коли через неї протікає струм. Коли радіочастотна мітка знаходиться в безпосередній близькості до сканера, магнітне поле від пристрою зчитування карток індукуює струм у котушці картки. Цього струму достатньо для живлення вбудованої мікросхеми картки.

Після цього RFID-сканер може зчитувати унікальний ідентифікаційний номер на картці. Потім унікальний ідентифікатор картки передається від пристрою для читання карток на мікроконтролер або мікропроцесор, у даній роботі на Raspberry Pi. Зчитувач RFID-міток RC522, який пропонується використати у роботі, також може записувати ідентифікаційну інформацію на RFID-карти або мітки. Це доволі важливо при створенні карт для нових читачів або нових книг. Загальна схема з'єднання Raspberry PI з модулем RC522 представлена на рис. 2.4.

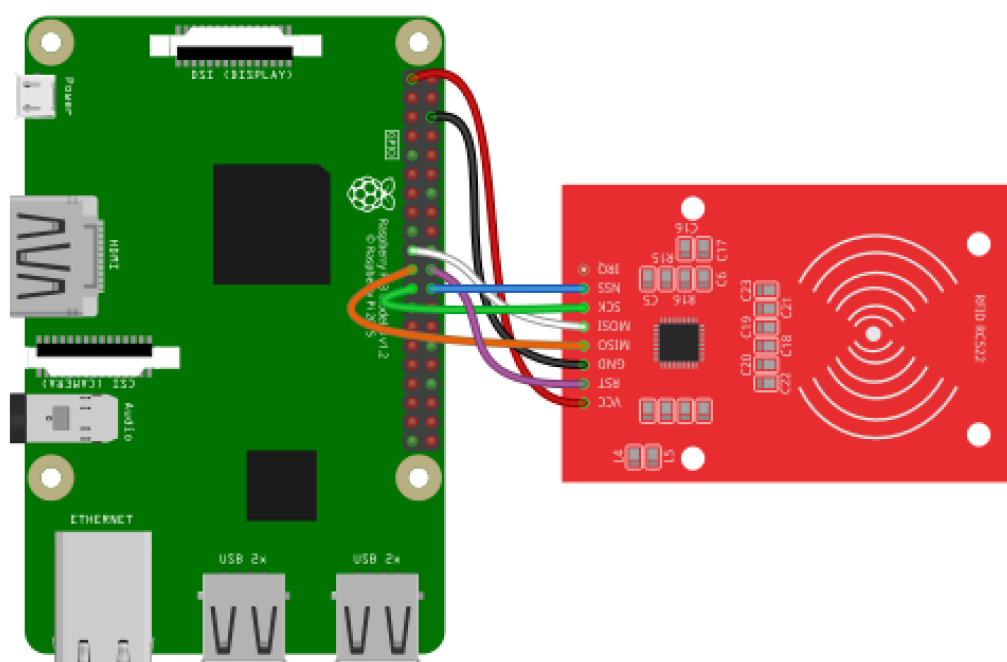


Рисунок 2.4 – Схема підключення Raspberry PI та RC522

Детальна схема підключення елементів за пінами Raspberry PI та RC522 представлено на рис. 2.5 та у табл. 2.1. При цьому використовується лише 7 контактів GPIO з Raspberry PI.

Таблиця 2.1 – Схема підключення модуля RC522 до Raspberry PI

Виводи модуля RC522	Виводи Raspberry PI
SDA	Пін 24
SCK	Пін 23
MOSI	Пін 19
MISO	Пін 21
GND	Пін 6
RST	Пін 22
3,3 B	Пін 1

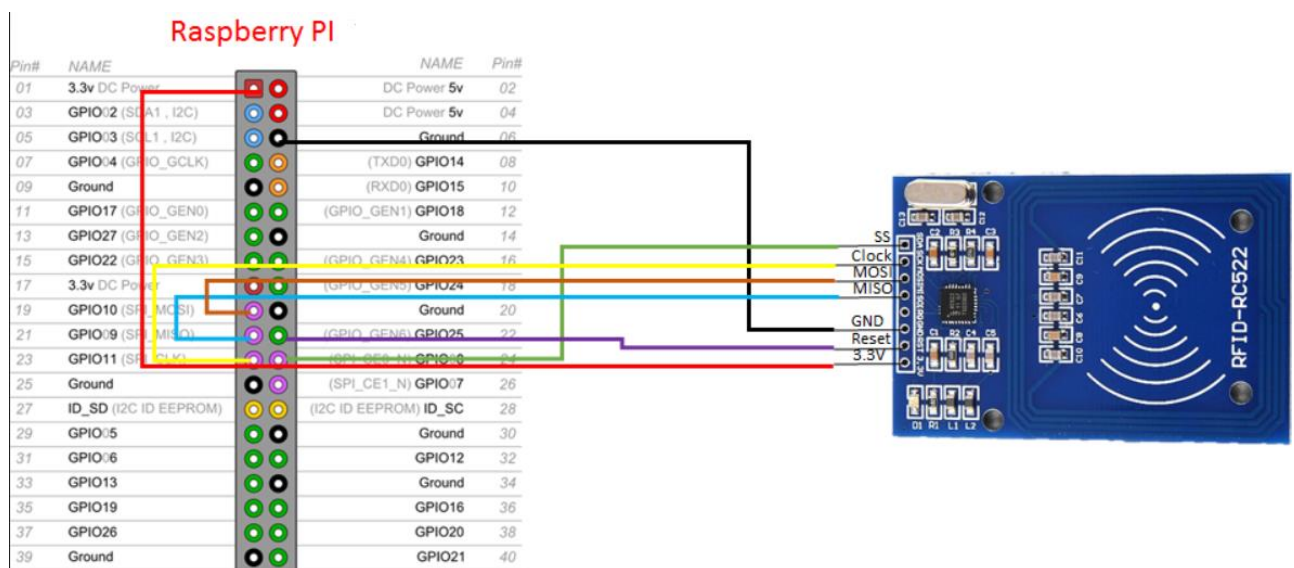


Рисунок 2.5 – Детальна схема підключення RC522 та Raspberry PI

Для визначення усіх потенційних можливостей як мінікомп'ютера Raspberry PI, так і модуля радіочастотної ідентифікації необхідно провести аналіз їхніх характеристик і структури компонентів.

2.3 Технічні характеристики Raspberry PI

Raspberry Pi 3 представляє собою портативний, але потужний комп'ютер, який дає змогу реалізувати безліч можливостей у сфері проектування комп'ютерних систем і реалізації та впровадженні технологій орієнтованих на

автоматизацію бізнес-процесів у різних доменах. Незважаючи на свої компактні розміри, даний мінікомп'ютер володіє такими характеристиками, які роблять можливим його застосування в якості ідеального інструменту при виконанні різного роду проектів. На рис. 2.6 показано зовнішній вигляд Raspberry PI та особливості організації його архітектури.

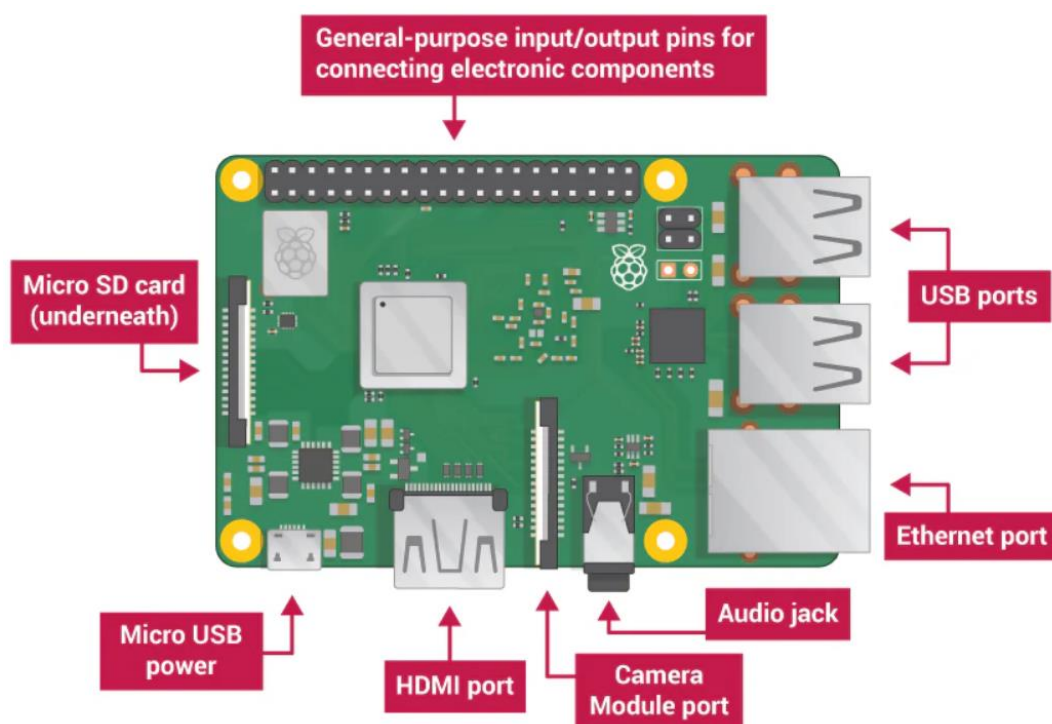


Рисунок 2.6 – Структура та порти Raspberry PI 3

Однією з ключових переваг Raspberry Pi 3 є його потужний процесор. Оперуючи на швидкості 1,2 ГГц, цей чотирьохядерний процесор забезпечує швидку та ефективну роботу, що дозволяє виконувати навіть найвимогливіші завдання. Крім того, вбудований модуль Wi-Fi та Bluetooth дозволяє легко підключатися до мережі Інтернет та зовнішніх пристроїв.

Розроблений з урахуванням гнучкості, Raspberry Pi 3 має величезний потенціал для розширення та модифікації. За допомогою роз'ємів GPIO можна підключати різноманітні датчики, пристрої введення-виведення та інші периферійні пристрої. Це дає змогу створювати власні проекти інтернету речей (IoT), робототехніки та багато іншого.

Завдяки своїй унікальній комбінації продуктивності та доступності, Raspberry Pi 3 відкриває широкий спектр можливостей для реалізації різних проектів. Від автоматизації домашньої техніки до створення власних ігор або навіть прототипування пристроїв майбутнього.

Ще однією з переваг мінікомп'ютера Raspberry Pi 3 є його компактність та низький рівень енергоспоживання. Це робить його ідеальним вибором для проектів, де простір та енергія обмежені. Будь то вбудовані системи для "розумного" освітлення вдома або компоненти для носимих пристроїв.

Гнучкість налаштування виводів GPIO досягається завдяки програмному рівню, який підтримує такі мови програмування як C++, PHP, Python та ін.

Продуктивність та функціональність апаратного рівня Raspberry PI забезпечується схемою електричною принциповою, зокрема, інтерфейс GPIO наведено на рис. 2.7.

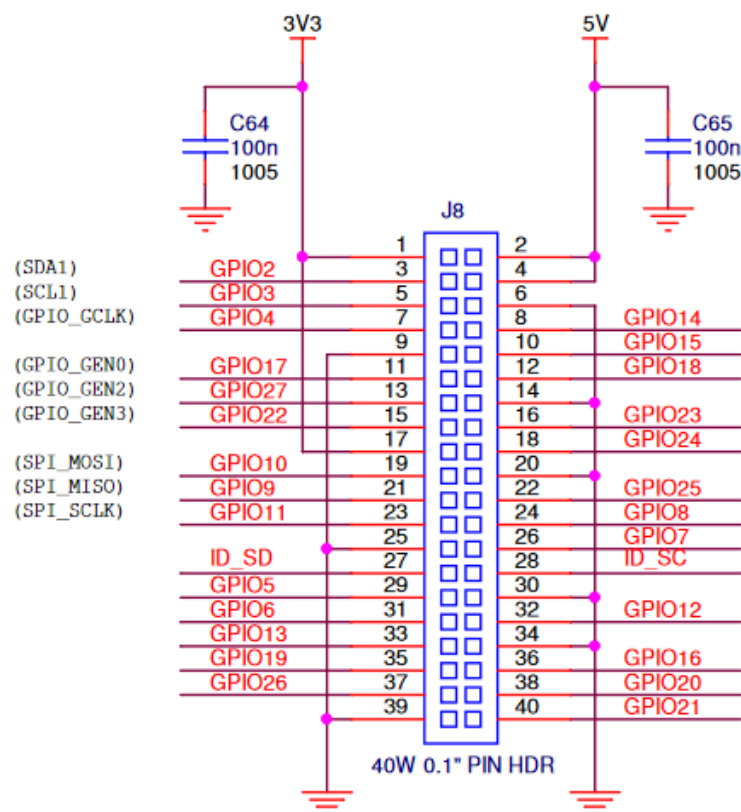


Рисунок 2.7 – Схема електрична принципова GPIO Raspberry PI Model B

Таким чином, доцільність організації комп'ютерної системи управління бібліотекою є обґрунтованою, оскільки забезпечується масштабованість і

гнучкість рішення, а також можливість розширення функціональних можливостей при модернізації та вдосконаленні системи у майбутньому.

2.4 Технічні характеристики модуля RC522

MFRC522 – це високоінтегрована мікросхема, що призначена для зчитування/запису даних при безконтактній комунікації на частоті 13,56 МГц з підтримкою стандарту ISO/IEC 14443 [8].

Вбудований передавач MFRC522 може здійснювати управління антеною RFID-сканера та використовуватися для комунікації з картою, що відповідає стандарту [8]. До його складу входять також транспондери без додаткової активної схеми.

Модуль приймання сигналів дає можливість забезпечити надійність та ефективність реалізації модуляції/демодуляції сигналів з RFID-міток, які сумісні із ISO/IEC 14443 A/MIFARE.

MFRC522 підтримує безконтактний зв'язок і використовує вищі швидкості передачі MIFARE до 848 кБд в обох напрямках. Також даний сканер підтримує інтерфейси:

- SPI – послідовний інтерфейс;
- UART – інтерфейс, подібний до RS232;
- I²C;

Серед особливостей та переваг модуля MFRC522 потрібно виділити наступні:

- високоінтегрована аналогова схема для демодуляції та декодування відповідей;
- підтримка ISO/IEC 14443 A/MIFARE;
- базова відстань до 5 см в процесі читання/запису (залежить від налаштувань і розміру антени);
- підтримка шифрування MF1xxS20, MF1xxS70 і MF1xxS50 у режимі читання/запису;
- підтримка ISO/IEC 14443;

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- швидкість передачі даних на рівні до 848 кБд;
- підтримка MFIN/MFOUT;
- додаткове внутрішнє живлення мікросхеми смарт-карти, підключене через MFIN/MFOUT;
- підтримувані хост-інтерфейси: SPI – до 10 Мбіт/с, I²C – до 400 кБд у швидкому режимі, до 3400 кБд у високошвидкісному режимі, RS232 Serial UART – до 1228,8 кБд, з рівнями напруги, що залежать від напруги джерела живлення;
- буфер FIFO обробляє 64-байтові запити та відповіді;
- гнучкі режими переривання;
- повне скидання з функцією низького енергоспоживання;
- відключення в програмному режимі;
- програмований таймер;
- внутрішній генератор для підключення до процесора 27,12 МГц;
- джерело живлення від 2,5 В до 3,3 В;
- програмовані контакти введення/виведення;
- внутрішня самоперевірка.

Аналоговий інтерфейс виконує модуляцію та демодуляцію аналогових сигналів. Безконтактний UART керує вимогами протоколів для протоколів зв'язку у співпраці з хостом. Буфер FIFO забезпечує швидку та зручну передачу даних до та з хоста та безконтактного UART і навпаки. Для задоволення різних вимог замовника реалізовано різні інтерфейси хоста, а структурна схема MFRC522 показана на рис. 2.8.

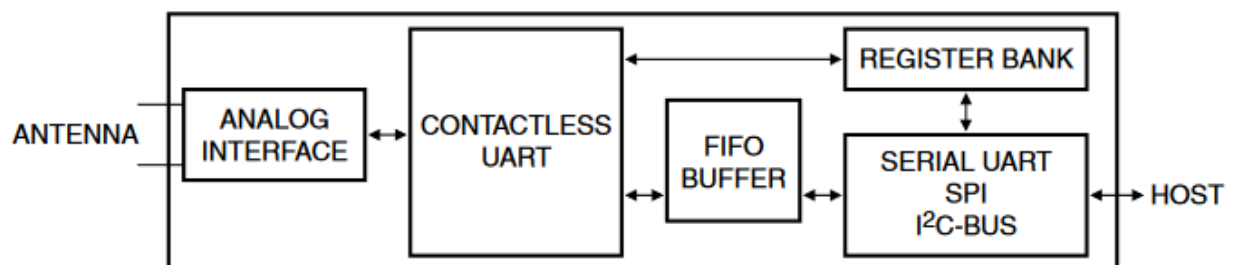


Рисунок 2.8 – Спрощена структурна схема

Схема контактів для модуля зчитування/запису на основі RFID-технології представлена на рис. 2.9.

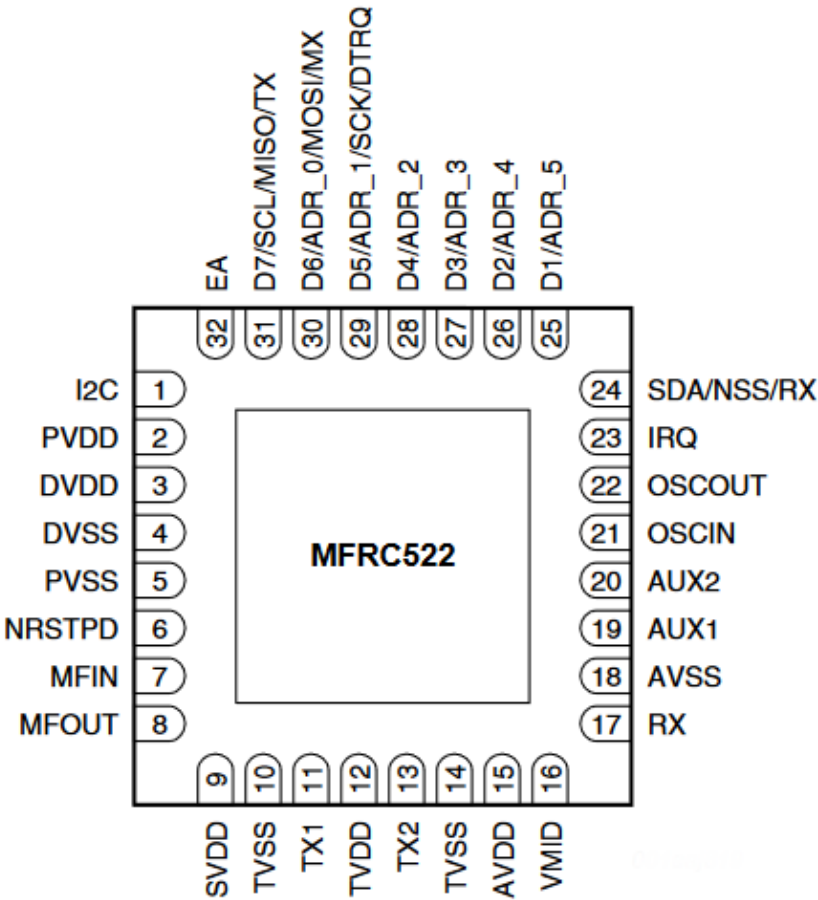


Рисунок 2.9 – Схема виводів MFRC522

Модуль передачі MFRC522 підтримує режим читання/запису у відповідності до стандарту ISO/IEC 14443 A/MIFARE з використанням різних швидкостей передачі та протоколів модуляції (рис. 2.10).

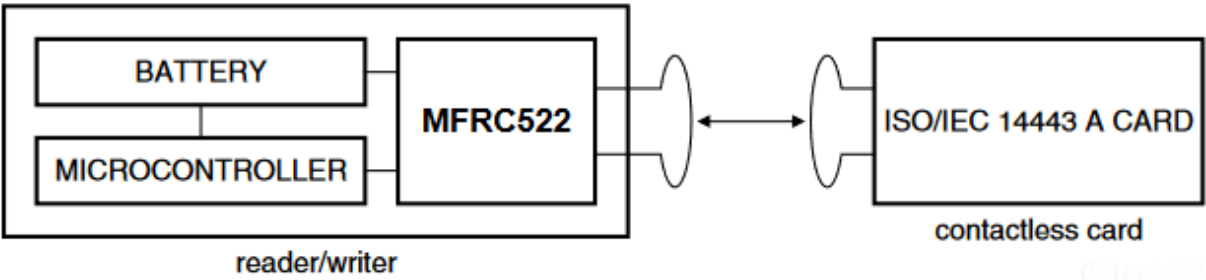


Рисунок 2.10 – Здатність зчитування/запису з карт, що відповідають стандарту ISO/IEC 14443 A/MIFARE

MFRC522 підтримує пряме з'єднання хостів за допомогою SPI, шини I2C або послідовного інтерфейсу UART. MFRC522 автоматично скидає свій інтерфейс і перевіряє поточний тип інтерфейсу хоста після ввімкнення живлення або повного скидання. MFRC522 ідентифікує інтерфейс хоста, виявляючи логічні рівні на контактах керування після фази скидання. Це робиться за допомогою комбінації фіксованих контактних з'єднань. Таблиця 2.1 показує різні конфігурації підключення.

Таблиця 2.2 – Протоколи підключення для виявлення різних типів інтерфейсів

Виводи	Тип інтерфейсу		
	UART (input)	SPI (output)	I2C-bus (I/O)
SDA	RX	NSS	SDA
I2C	0	0	1
EA	0	1	EA
D7	TX	MISO	SCL
D6	MX	MOSI	ADR_0
D5	DTRQ	SCK	ADR_1
D4	-	-	ADR_2
D3	-	-	ADR_3
D2	-	-	ADR_4
D1	-	-	ADR_5

Послідовний периферійний інтерфейс (сумісний з SPI) підтримується для забезпечення високошвидкісного зв'язку з хостом. Інтерфейс може працювати зі швидкістю передачі даних до 10 Мбіт/с. Під час обміну даними з хостом MFRC522 діє як підлеглий пристрій, отримуючи дані від зовнішнього хоста для налаштувань реєстру, надсилаючи та отримуючи дані, що стосуються зв'язку через радіочастотний інтерфейс. Інтерфейс, сумісний з SPI, забезпечує високошвидкісний послідовний зв'язок між MFRC522 і мікроконтролером. Реалізований інтерфейс відповідає стандарту SPI [9]. На рис. 2.11 продемонстровано організацію комунікації через протокол SPI.

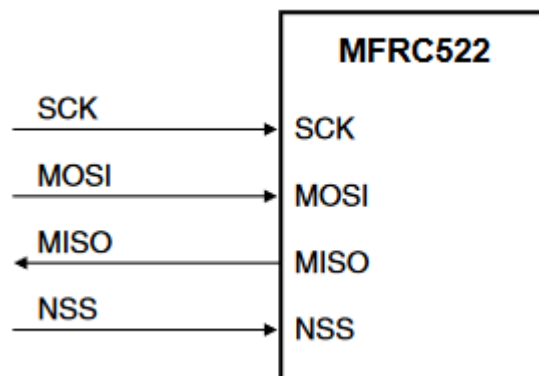


Рисунок 2.11 – Організація зв'язку за допомогою SPI

MFRC522 поводить себе як підлеглий пристрій під час зв'язку через інтерфейс SPI. Тактовий сигнал SPI SCK повинен генерувати ведучий пристрій. Передача даних від ведучого до веденого відбувається через MOSI. Лінія MISO використовується для надсилання даних від MFRC522 до ведучого пристрою. Байти даних як на лініях MOSI, так і на лініях MISO надсилаються спочатку з MSB. При цьому дані на обох лініях повинні бути стабільними на передньому фронті синхронізації та можуть бути змінені на спадному фронті. Дані надаються MFRC522 на спадному фронті тактової частоти та є стабільними під час наростаючого фронту тактової частоти.

Підключення сканера радіочастотних міток через інтерфейс UART показано на рис. 2.12.

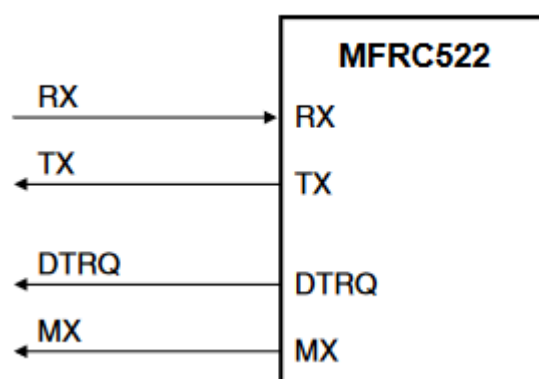


Рисунок 2.12 – Підключення через інтерфейс UART

Внутрішній інтерфейс UART сумісний із послідовним інтерфейсом RS232. Швидкість передачі за замовчуванням становить 9,6 кБд. Щоб змінити швидкість передачі, хост-контролер повинен записати значення для нової передачі і перейти до реєстру SerialSpeedReg. Біти BR_T0[2:0] і BR_T1[4:0] визначають фактори для встановлення швидкості передачі в реєстрі SerialSpeedReg.

Інтерфейс шини I²C (Inter-IC) підтримується для забезпечення недорогого інтерфейсу послідовної шини з малою кількістю контактів до хоста. Інтерфейс I²C-шини реалізовано відповідно до специфікації інтерфейсу I²C-шини NXP Semiconductors та може працювати лише в режимі Slave. Тому MFRC522 не реалізує генерацію тактового сигналу або арбітраж доступу (рис. 2.13).

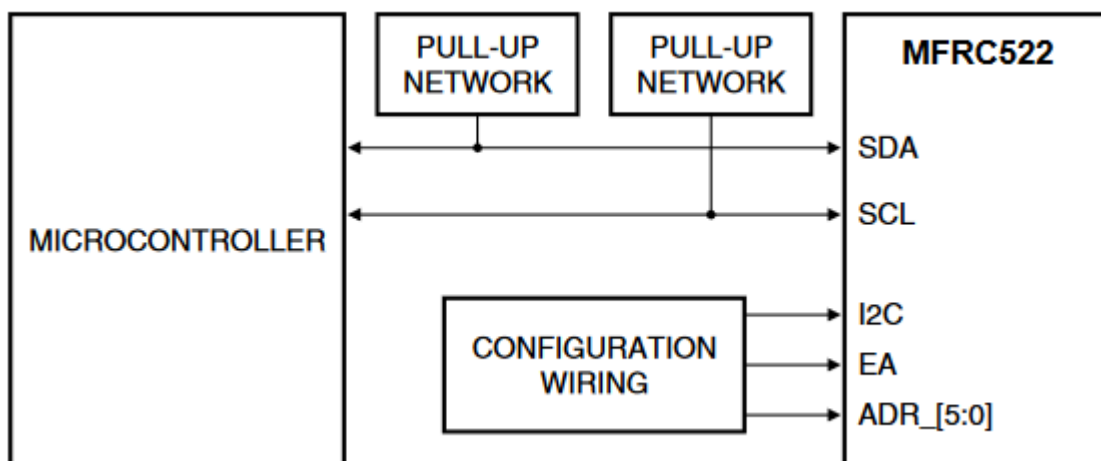


Рисунок 2.13 – Інтерфейс шини I²C

MFRC522 може діяти як ведений приймач або ведений передавач у стандартному, швидкому та високошвидкісному режимах. SDA – це двонаправлена лінія, підключена до позитивної напруги живлення за допомогою джерела струму або регульованого резистора. Обидві лінії SDA і SCL встановлюють рівень HIGH, коли дані не передаються. MFRC522 має вихідний каскад з 3 станами для виконання логічної функції «І». Дані по шині I²C можуть передаватись зі швидкістю до 100 кБд у стандартному режимі, до 400 кБд у швидкому режимі або до 3,4 Мбіт/с у високошвидкісному режимі.

2.5 Концептуальна модель сервісу формування рекомендацій читачам книг

Для того, щоб реалізувати ефективний сервіс для формування рекомендацій читачам бібліотеки, необхідно володіти даними про те, які книги і яких жанрів вони обирали протягом певного періоду часу. Як показують наукові дослідження та практика організації рекомендаційних систем [10], доволі простим та ефективним підходом є колаборативна фільтрація.

У випадку застосування підходу колаборативної фільтрації дані необхідно представити у вигляді матриці, структуру якої продемонстровано на рис. 2.14.

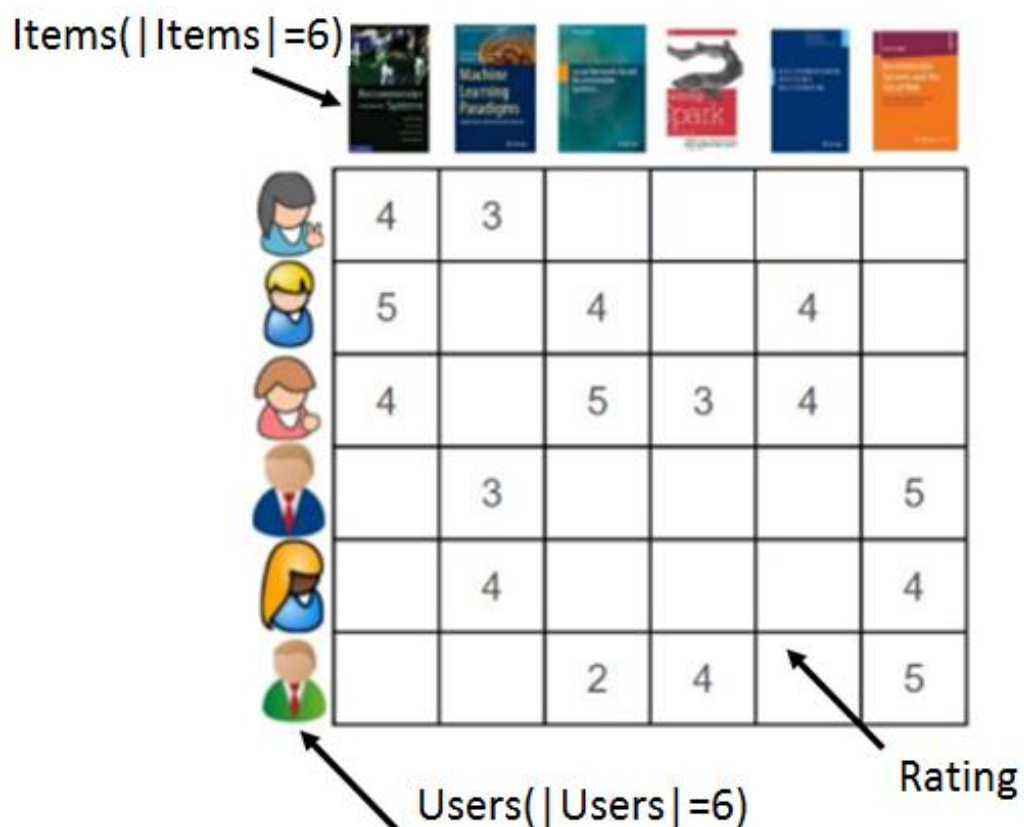


Рисунок 2.14 – Структура матриці при застосуванні підходу колаборативної фільтрації

Виходячи із структури, представленої на рис. 2.14, інтерпретація сутностей в контексті системи управління бібліотекою матиме наступний зміст:

«Users» – множина читачів, які зареєстровані у бібліотеці та одержали RFID-картку;

«Items» – сукупність книг, які прочитані певним конкретним читачем;

«Rating» – позначає оцінку або той факт, що читач прочитав та/або оцінив конкретну книгу;

Вся таблиця з даними, які показані на рис. 2.14, є матрицею крос-табуляції розмір якої визначається кількістю читачів і прочитаних ними книг – $|Users| \times |Items|$.

Кортеж у матриці крос-табуляції формує так званий споживчий кошик користувача і є агрегатором, який визначає сукупність: «користувач, книга, оцінка».

Візуально, концептуальну ідею застосування колаборативної фільтрації для формування рекомендацій читачам можна зобразити, як показано на рис. 2.15.

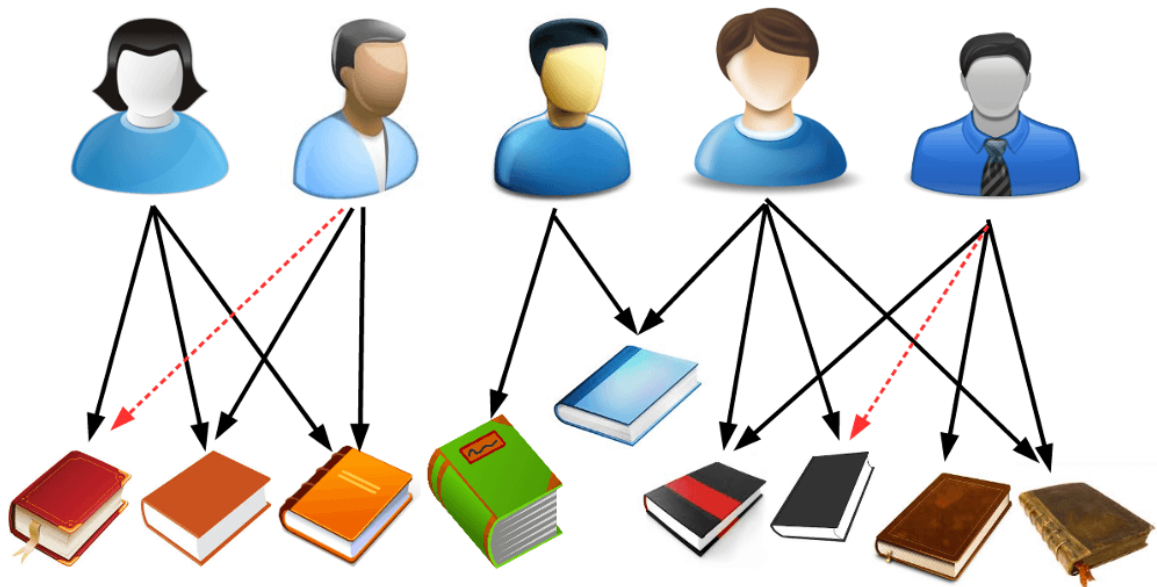


Рисунок 2.15 – Формування рекомендацій для читачів бібліотеки

Підхід колаборативної фільтрації передбачає застосування різних метрик для визначення подібності між читачами та книгами. Найбільш поширеними та ефективними з них є наступні:

- метрика Джакарта;

- метрика косинуса кута;
- метрика центрованого косинуса кута (коефіцієнт кореляції Пірсона).

У випадку організації рекомендаційного сервісу для читачів бібліотеки, метрика подібності Джакарта обчислюється як відношення кількості одних і тих же книг, які були прочитані читачами до загальної кількості книг, які були прочитані тими є читачами. Формально, кількісне вираження метрики Джакарта можна представити наступною формулою:

$$\text{sim}(A,B)=|r_A \cap r_B|/|r_A \cup r_B| \quad (2.1)$$

Варто відмітити, що метрика (2.1) не враховує значення оцінок читачів і є ефективною лише в тому випадку, коли оцінка читача інтерпретується як «прочитав книгу» (логічна 1) або «не прочитав книгу» (логічний 0).

Як приклад формування рекомендацій на основі метрики Джакарта, на рис. 2.16 показано матрицю крос-табуляції. Дана метрика дає можливість визначити подібність вподобань між користувачами А, В та С.

							
A 	4			5	1		
B 	5	5	4				
C 				2	4	5	
D 		3					3

Рисунок 2.16 – Матриця крос-табуляції і застосування метрики Джакарта

Провівши аналіз, матриці (рис. 2.16) можна зробити висновок про те, що на основі метрики Джакарта:

- вподобання читача А схожі на вподобання користувача В на рівні 20%;

– вподобання користувача А подібні до вподобань користувача С на рівні 50%.

Отже, на основі обчислених значень метрики Джакарта впливає, що користувачу А можна пропонувати книги, які прочитав користувач С. Проте дана метрика не враховує значень оцінок, які поставили читачі для книг, які вони прочитали. Метрика Джакарта може застосовуватися лише випадку, коли відомо факт прочитання книги читачем.

Інша метрика, яка може застосовуватися у підході колаборативної фільтрації для формування рекомендацій читачам – косинус кута між векторами. При її застосуванні кортежі матриці крос-табуляції представляють собою вектор у багатовимірному просторі. Простір задається кількістю книг та значень оцінок, якими читач виразив вподобання. Значення косинуса кута між векторами може визначати подібність між книгами і вподобаннями користувачів. Чим більше значення косинуса прямує до одиниці – тим більше між собою подібні об’єкти. Графічно подібність між векторами представлено на рис. 2.17.

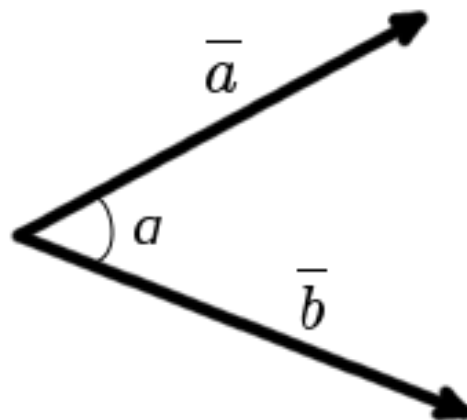


Рисунок 2.17 – Графічне представлення кута між векторами

Для знаходження косинуса кута між векторами, зображеними на рис. 2.17 застосовується наступна формула:

$$\cos(\alpha) \equiv \frac{\bar{a} \cdot \bar{b}}{|\bar{a}| \cdot |\bar{b}|} \quad (2.2)$$

У випадку застосування метрики косинуса кута, матриця крос-табуляції, яка показана на рис. 2.16 трансформується у вигляд, як проілюстровано на рис. 2.18.

							
A 	4	0	0	5	1	0	0
B 	5	5	4	0	0	0	0
C 	0	0	0	2	4	5	0
D 	0	3	0	0	0	0	3

Рисунок 2.18 – Доповнена матриця крос-табуляції

При проведенні розрахунків за формулою (2.2) для пар користувачів (А, В) та (А, С), які представляють вектори оцінок відповідних користувачів одержано наступні значення подібності вподобань читачів:

$$\text{sim}(A,B) = \frac{20}{\sqrt{42 \cdot 66}} = 0,38;$$

$$\text{sim}(A,C) = \frac{14}{\sqrt{42 \cdot 45}} = 0,32.$$

Отже, схожість читачів А і В є вищою, ніж схожість читачів А і С. Тому читачу А можна рекомендувати книги, які прочитав читач С і які не прочитав читач А і навпаки.

Основним недоліком застосування метрики косинуса кута між векторами є те, що заповнюючи невідомі значення оцінок нулями існує можливість втрати інформативності і точності. Для усунення цього недоліки можна використовувати в якості метрики коефіцієнт кореляції Пірсона:

$$sim(u, u') = \frac{\sum_{i \in I(u, u')} (r_{ui} - \bar{r}_u) \cdot (r_{u'i} - \bar{r}_{u'})}{\sqrt{\sum_{i \in I(u, u')} (r_{ui} - \bar{r}_u)^2 \cdot \sum_{i \in I(u, u')} (r_{u'i} - \bar{r}_{u'})^2}} \quad (2.3)$$

Представлення матриці крос-табуляції при застосуванні коефіцієнта кореляції Пірсона повинна відповідати вигляду, як показано на рис. 2.18. Далі для кожного кортежа матриці необхідно обчислити середнє значення оцінок, виставлених читачами.

Маючи абсолютне значення оцінок читачів для кожної книги та обчислене відповідне середнє значення, потрібно застосувати операцію різниці між цими значеннями. У результаті одержується матриця, яка приведена на рис. 2.19.

							
A 	2/3			5/3	-7/3		
B 	-2/3	1/3	-2/3				
C 				-5/3	1/3	4/3	
D 		0					0

Рисунок 2.19 – Матриця крос-табуляції при застосуванні коефіцієнта кореляції Пірсона

Одержавши трансформовану матрицю (рис. 2.19), наступний крок полягає у застосуванні метрики косинуса кута. У результаті проведення обчислень одержано наступні результати:

- вподобання читачів А і В схожі за значенням коефіцієнта кореляції Пірсона на 0,09;
- подібність вподобань читачів А і С за коефіцієнтом кореляції Пірсона рівне -0,56.

Аналізуючи значення кореляції, можна зробити висновок, що читачу А більше подобаються книги, які читає користувач В.

Проаналізувавши метрики, які використовується при колаборативній фільтрації, наступний крок, який необхідно формалізувати при реалізації рекомендаційного сервісу, полягає у визначенні самих процедур формування пропозицій книг.

У випадку, коли в бібліотеці з'являється новий читач, потрібно для нього сформувати рекомендації не маючи при цьому його «споживчого кошика».

Тоді застосовується процедура «холодного старту», яка передбачає вивід топ найбільш популярних книг, як найбільшого значення серед середніх оцінок кожної книги:

$$r_{x_{book}} = 1/k \sum_{y \in N} r_{y_{book}} \quad (2.4)$$

де k – кількість оцінок книги y_{item} ;

$r_{y_{book}}$ – оцінки y_{book} матриці «читач-книга».

Однак, формування пропозицій книг на основі моделі популярності не дає змоги забезпечити персоналізацію рекомендацій у випадку, коли читач вже прочитав та надав свої оцінки книгам. Тоді, для такого випадку застосовується формула:

$$r_{xi} = \frac{\sum_{j \in N(i;x)} sim(i, j) \cdot r_{xi}}{\sum_{j \in N(i;x)} sim(i, j)} \quad (2.5)$$

Реалізацію підходу формування пропозицій для читачів на основі їхніх вподобань пропонується виконати із застосуванням відкритих бібліотек та мови програмування Python з подальшою її інтеграцією у клієнтську програмну систему для управління бізнес-процесами бібліотеки.

					КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМНОГО І ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІБЛІОТЕКОЮ

3.1 Реалізація програмного забезпечення RFID-сканера

Програмне забезпечення, яке забезпечує запис і зчитування даних з міток радіочастотної ідентифікації пропонується реалізувати за допомогою мови програмування Python, як окремого модуля. Даний модуль викликається з клієнтської частини системи управління бібліотекою з використанням протоколу SSH і при зчитуванні повертає значення унікального ідентифікатора, а при записі – з клієнтської частини дані з відповідної форми записуються на RFID-карту. Модуль роботи зі сканером фізично розташовується на Raspberry Pi.

Перш, ніж почати написання програмного коду для управління сканером, потрібно переконатися в тому, що інтерфейс SPI увімкнено на Raspberry Pi. Для цього необхідно проінсталиювати «pip3» за допомогою команди: «`sudo apt-get -y install python3-pip`». Далі важливо встановити бібліотеку для роботи з модулем сканера MFRC522 – «`sudo pip3 install mfrc522`».

Для зчитування даних з RFID-картки необхідно, щоб підключення Raspberry Pi та MFRC522 відповідало схемі, яка наведена у розділі 2. Програмний код для реалізації функції зчитування даних з міток радіочастотної ідентифікації представлено на рис. 3.1.

Першим кроком при написанні програми управління сканером є підключення бібліотеки для роботи з цифровими виводами Raspberry Pi та бібліотеки для роботи з модулем MFRC522.

Далі виконується ініціалізація об'єкту «SimpleMFRC522», що дає можливість в подальшому використовувати його методи і властивості.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реалізація системного та прикладного програмного забезпечення управління</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Возьна Х.М.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Яцишин В.В.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						44	
					<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</i>		

Метод «read()» дає змогу отримати значення ідентифікатора і даних, які наявні на RFID-мітці.

```
import RPi.GPIO as GPIO
from mfrc522 import SimpleMFRC522

rfid = SimpleMFRC522()

while True:
    id, text = rfid.read()
    print(id)
    print(text)
```

Рисунок 3.1 – Програмний код для зчитування даних з RFID-міток

Зберігши даний скрипт і запустивши його командою у терміналі Raspberry PI «*sudo python3 Reader.py*» одержано результат як показано на рис. 3.2.



```
pi@raspberrypi:~ $ cd RFID
pi@raspberrypi:~/RFID $ sudo python3 Reader.py
1002059512185
588633495959
^Z
[1]+  Stopped                  sudo python3 Reader.py
pi@raspberrypi:~/RFID $
```

Рисунок 3.2 – Результат зчитування даних з RFID-мітки

Для того, щоб записати інформацію на RFID-мітку, можна скористатися іншим методом об'єкта класу «*SimpleRFID*»: «*rfid.write()*». З метою розділення функцій зчитування і запису створено окремий скрипт, який записано у файл «*Writer.py*», програмний код якого продемонстровано на рис. 3.3.

```

import RPi.GPIO as GPIO
from mfrc522 import SimpleMFRC522

rfid = SimpleMFRC522()

try:
    print("Hold tag near the module...")
    rfid.write("Circuit basics")
    print("Written")
finally:
    GPIO.cleanup()

```

Рисунок 3.3 – Програмний код для запису даних на RFID-мітку

Помітною є відмінність між «Reader.py» і «Writer.py», яка полягає в тому, що в останньому не використовується цикл `while`. Це головним чином тому, що не варто записувати однакову інформацію на різні картки. Тому виконання запису проводиться стільки разів, скільки записів потрібно виконати на різні картки. Весь інший програмний код залишається незмінним, за винятком того, що викликається метод `rfid.write()`, коли картка знаходиться на достатній відстані до пристрою запису. Щоб перевірити, чи була операція запису успішною, потрібно зчитати її з RFID-картки, повторно виконавши відповідну команду. Результат зчитування бути таким же, як показано на рис. 3.4.

```

pi@raspberrypi:~/RFID $ sudo python3 Writer.py
Hold tag near the module...
Written
pi@raspberrypi:~/RFID $ sudo python3 Reader.py
1002059512185
Circuit basics
^Z
[4]+ Stopped sudo python3 Reader.py
pi@raspberrypi:~/RFID $

```

Рисунок 3.4 – Перевірка результату запису даних на RFID-картку

					КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таким чином, програмне забезпечення сканера міток радіочастотної ідентифікації складається з двох скриптів, які відповідають за можливість зчитування і запису даних на RFID-картку. Наступний крок при реалізації комп'ютерної системи управління юнацькою бібліотекою м. Тернопіль полягає у реалізації клієнтської частини та бази даних для зберігання інформації про читачів, книги та мітки радіочастотної ідентифікації.

3.2 Проектування та реалізація клієнтської частини системи управління бібліотекою

У роботі пропонується скористатися підходом об'єктно-орієнтованого програмування для проектування і в подальшому реалізації системи керування юнацькою бібліотекою. Перед безпосереднім проектуванням архітектури системи необхідно деталізувати ролі і функціональні вимоги, які підлягають імплементації.

Як було зазначено у технічному завданні на створення комп'ютерної системи у клієнтській частині передбачено два типи ролей:

- адміністратор;
- бібліотекар.

Для представлення функціональних вимог з точки зору адміністратора системи побудовано use case діаграму, яка показана на рис. 3.5.

Основні функціональні можливості адміністратора полягають в наступному:

- можливість налаштування параметрів з'єднання ПК зі сканером RFID-міток;
- можливість доступу і налаштування параметрів з'єднання структури і даних БД;
- здатність здійснювати запис і зчитування даних з RFID-міток;
- можливість внесення змін у дані мітки радіочастотної ідентифікації;
- налаштування параметрів виклику сервісу формування рекомендацій;

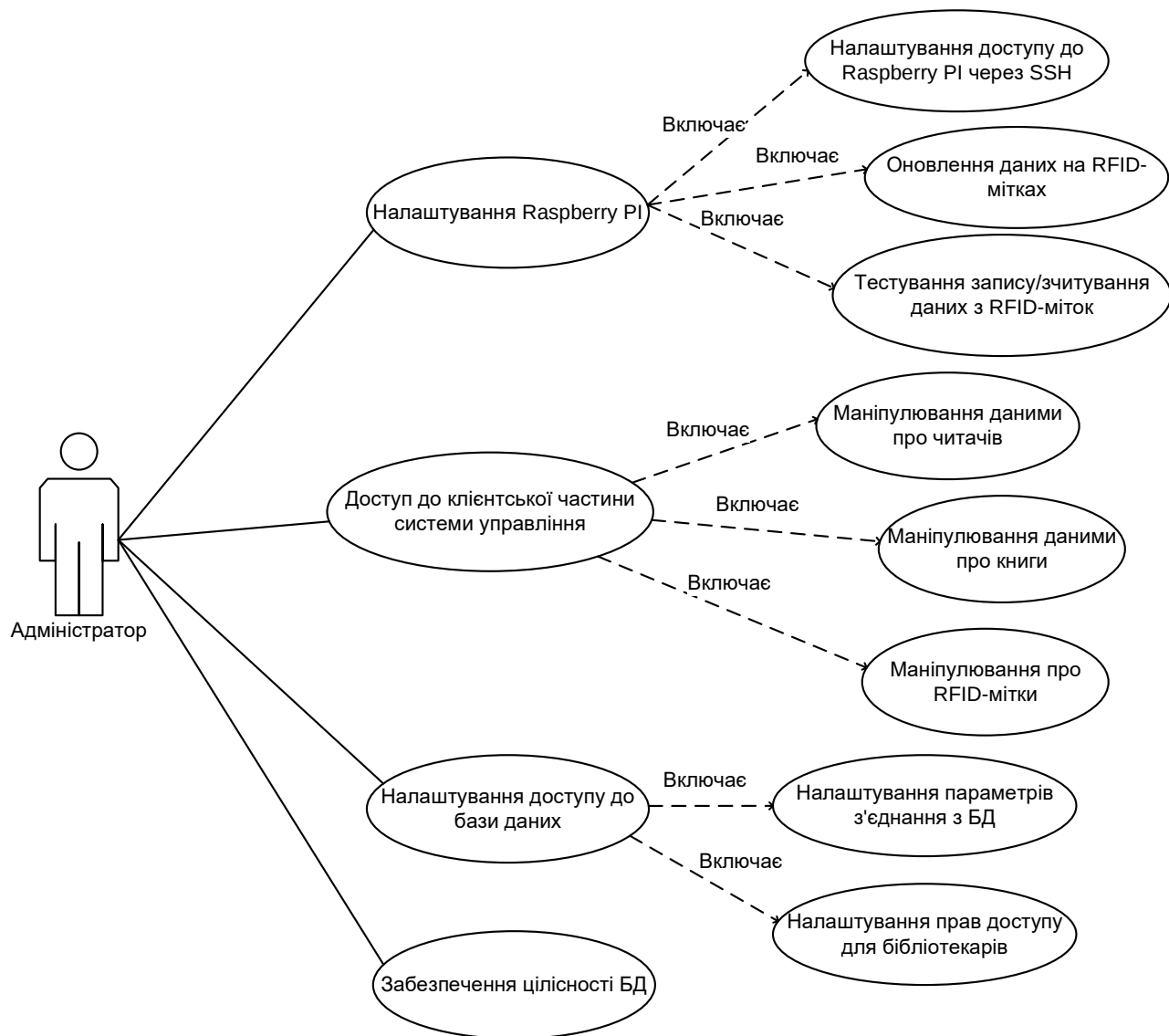


Рисунок 3.5 – Діаграма варіантів використання для адміністратора системи керування бібліотекою

Функції адміністратора комп'ютерної системи управління юнацькою бібліотекою м. Тернопіль, які проілюстровані на рис. 3.5 полягають у налаштуванні коректних параметрів функціонування її складових:

- сканера RFID-міток;
- клієнтської частини управління бібліотекою з можливістю доступу до даних про читачів, книги і їхні мітки радіочастотної ідентифікації;
- інформації, що мітиться на RFID-мітках;
- бази даних для зберігання необхідної інформації, а також забезпечення безпеки даних і їх цілісності;

– налаштування рекомендаційного сервісу для формування пропозицій книг на основі вподобань читачів.

Ще однак роль, яка передбачається у системі управління бібліотекою, стосується бібліотекарів, які обслуговують читачів. Основні функціональні можливості цього типу користувача показана на рис. 3.6 у вигляді діаграми варіантів використання.



Рисунок 3.6 – Діаграма прецедентів для ролі «Бібліотекар»

Як видно з рис. 3.6, комп'ютерна система управління бібліотекою дозволяє автоматизувати такі основні функції бібліотекаря, як:

- реєстрація та маніпулювання даними про читачів;
- маніпулювання даними про книги, які є у фонді бібліотеки;
- пошук інформації про книги і читачів за визначеними критеріями;

- реєстрацій події видачі і повернення книги;
- виклик сервісу для формування рекомендацій читачам на основі їхніх вподобань.

Виходячи з функціональних вимог, які представлені у вигляді діаграм варіантів використання та особливостей реалізації сканера RFID-міток, архітектуру клієнтської частини системи управління бібліотекою доцільно представити у вигляді діаграми шарів Фаулери (MVC) та реалізувати у вигляді desktop-додатку.

Архітектура програмного забезпечення управління бібліотекою матиме вигляд, як показано на рис. 3.7.

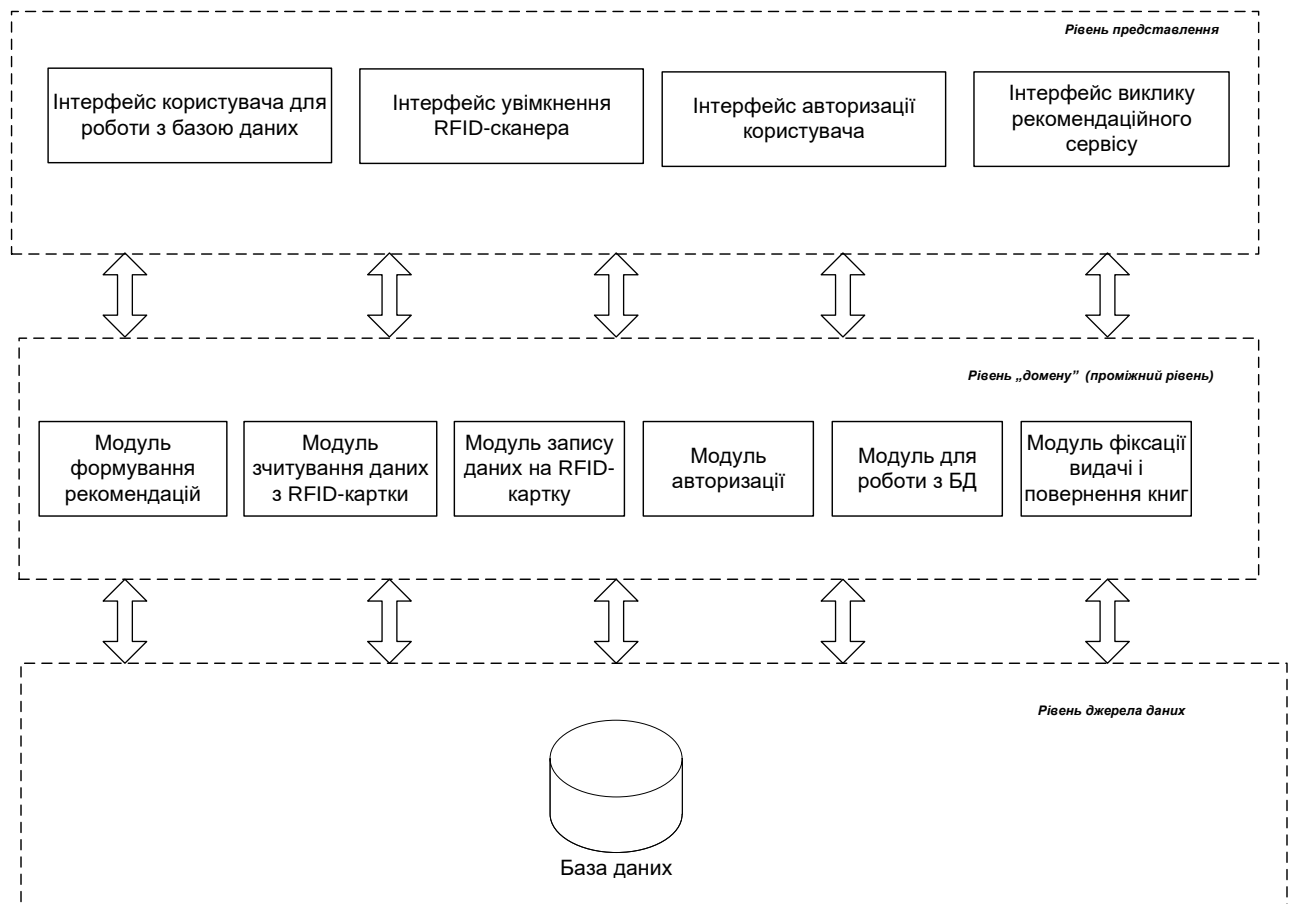


Рисунок 3.7 – Архітектура програмного забезпечення системи управління юнацькою бібліотекою м. Тернопіль

Основні аспекти реалізації запропонованої архітектури програмного забезпечення, структуру бази даних та користувацькі інтерфейси наведено у наступних підрозділах даного розділу.

3.3 Організація структури бази даних системи управління юнацькою бібліотекою м. Тернопіль

Для забезпечення стійкості та зручності функціонування системи управління бібліотекою запропоновано скористатися підходом реляційних структур, оскільки такі сховища даних все ще займають близько 80% ринку.

При організації реляційної бази даних визначено сутності та відповідні їм атрибути, які мають цінність при управлінні бібліотекою. Загалом усі сутності представлено у вигляді 18 таблиць, частина з яких є допоміжними і забезпечують нормалізацію схеми БД. Умовно таблиці можна поділити на п'ять класів, які відображають:

- структуру бібліотеки;
- книжковий фонд;
- читачів;
- мітки радіочастотної ідентифікації;
- моніторинг отримання і повернення книг читачем.

Структура і схема залежностей між таблицями, які відображають структуру бібліотеки показано на рис. 3.8.

Таблиця «Library» містить інформацію про назву бібліотеки, її адресу та директора. Первинним ключем даної таблиці є «ID_Library». Дане реляційне відношення пов'язане типом зв'язку «1-до-∞» з таблицею «LibDepartment», що містить дані про відділи (фонди) бібліотеки. У кожному відділі розташовано полиці з певними номерами, що відображено за допомогою таблиці «Shelf».

Зв'язок між таблицями «LibDepartment» та «Shelf» - «1-до-∞».

Окрім цього, існує ще два зв'язки між таблицями «LibDepartment» та «Worker» і між таблицями «Library» і «Worker» відповідно. Такі типи відношень дають змогу відобразити той факт, що в одному відділі бібліотеки можуть

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працювати кілька працівників, а один і той самий працівник може бути директором або кількох філій бібліотеки, або кількох бібліотек.

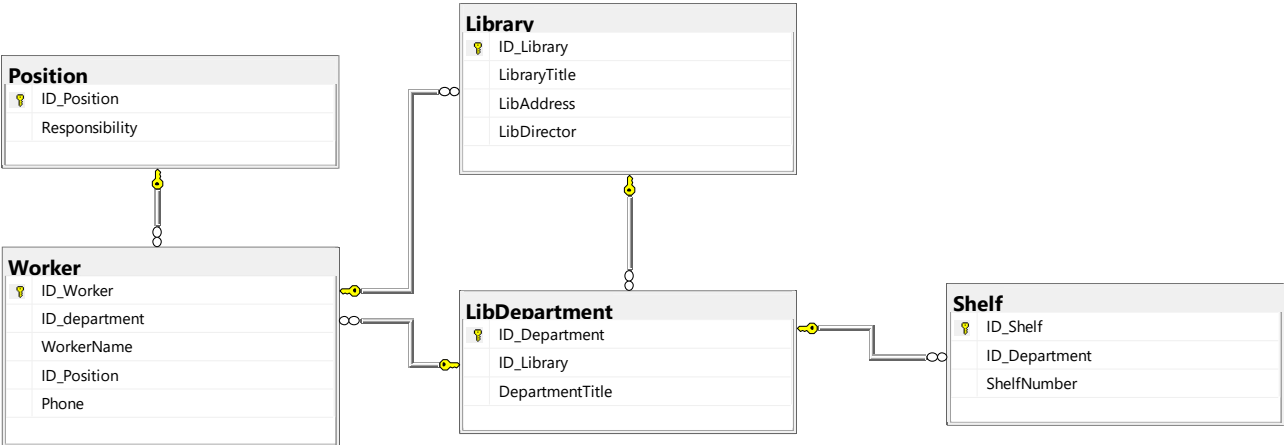


Рисунок 3.8 – Частина схеми БД, що відображає структуру бібліотеки

На рис. 3.9 показано частину структури БД, яка описує книги та їх розташування у фондах бібліотеки.

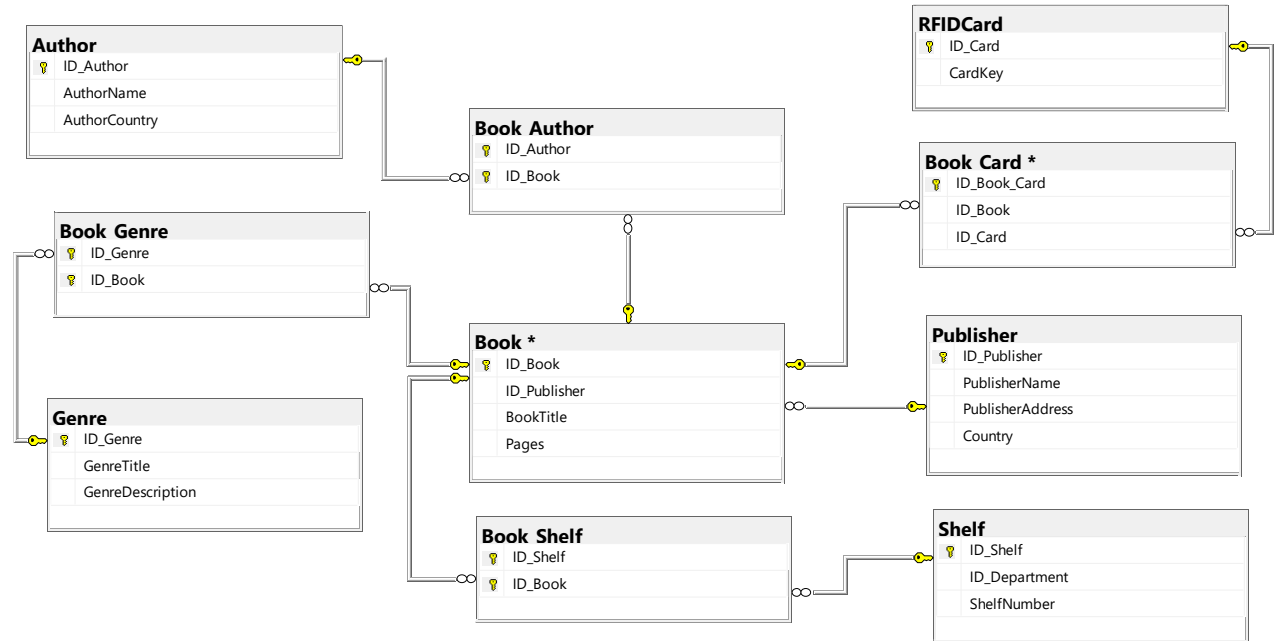


Рисунок 3.9 – Фрагмент БД для опису книжкового фонду бібліотеки

Центральною таблицею (рис. 3.9), яка описує книгу, є «Book». Атрибути цього реляційного відношення відображають назву книги, кількість сторінок і за допомогою значення зовнішнього ключа «ID_Publisher» можна визначити

видавця цієї книги. У схемі, наведеній на рис. 3.9, наявні проміжні таблиці, які забезпечують організацію зв'язків «∞-до-∞»:

- «Book_Shelf» – проміжна таблиця, яка дає змогу зобразити твердження щодо можливості розташування книги на різних полицях;
- «Book_Author» – проміжна таблиця для забезпечення можливості введення даних про кількох авторів однієї книги;
- «Book_Genre» – таблиця, що відображає здатність книги належати до кількох жанрів (типів);
- «Book_Card» – проміжна таблиця, що дає змогу реалізувати можливість існування кількох RFID-міток в одній книзі (використовується у випадку втрати мітки радіочастотної ідентифікації або виходу її з ладу).

В якості довідників використовуються такі таблиці як:

- «Shelf» – містить інформацію про полицю у певному відділі бібліотеки;
- «Author» – містить сформований перелік авторів книг;
- «Genre» – містить інформацію про жанри книг;
- «RFIDCard» – містить дані про унікальні ідентифікатори RFID-міток;
- «Publisher» – містить дані про видавців книги.

Організація структури таблиць і зв'язків між ними, які описують читачів бібліотеки продемонстрована на рис. 3.10.

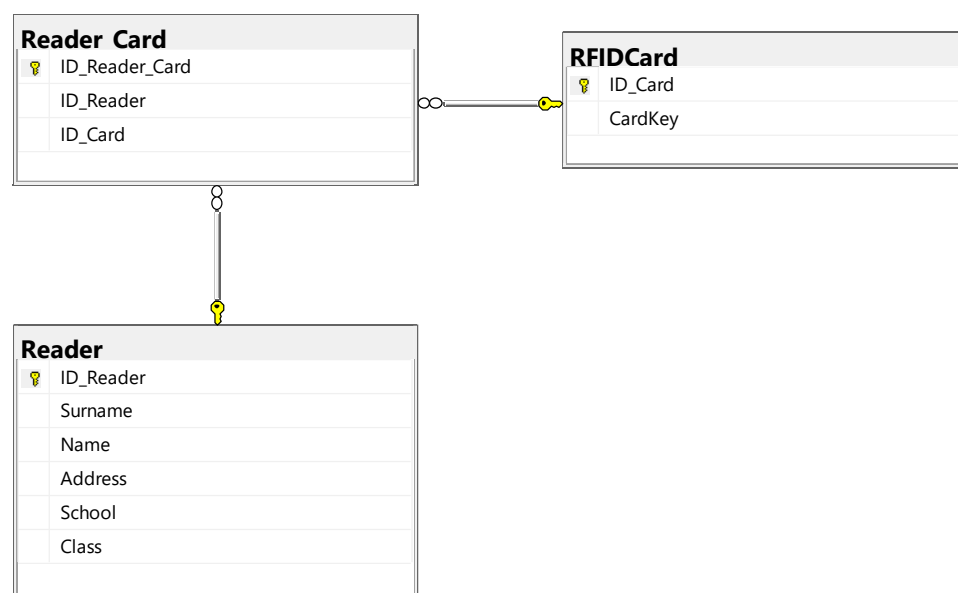


Рисунок 3.10 – Схема відношень між читачем і RFID-карткою

Як видно з рис. 3.10, таблиця «Reader» містить інформацію про читача, зокрема про прізвище та ім'я, адресу місця проживання, школу і клас у якому навчається читач. Оскільки читач може бути зареєстрованим у багатьох бібліотеках і також використовувати RFID-мітки для ідентифікації, або мати кілька RFID-карток, то для цього організовано проміжну таблицю «Reader_Card».

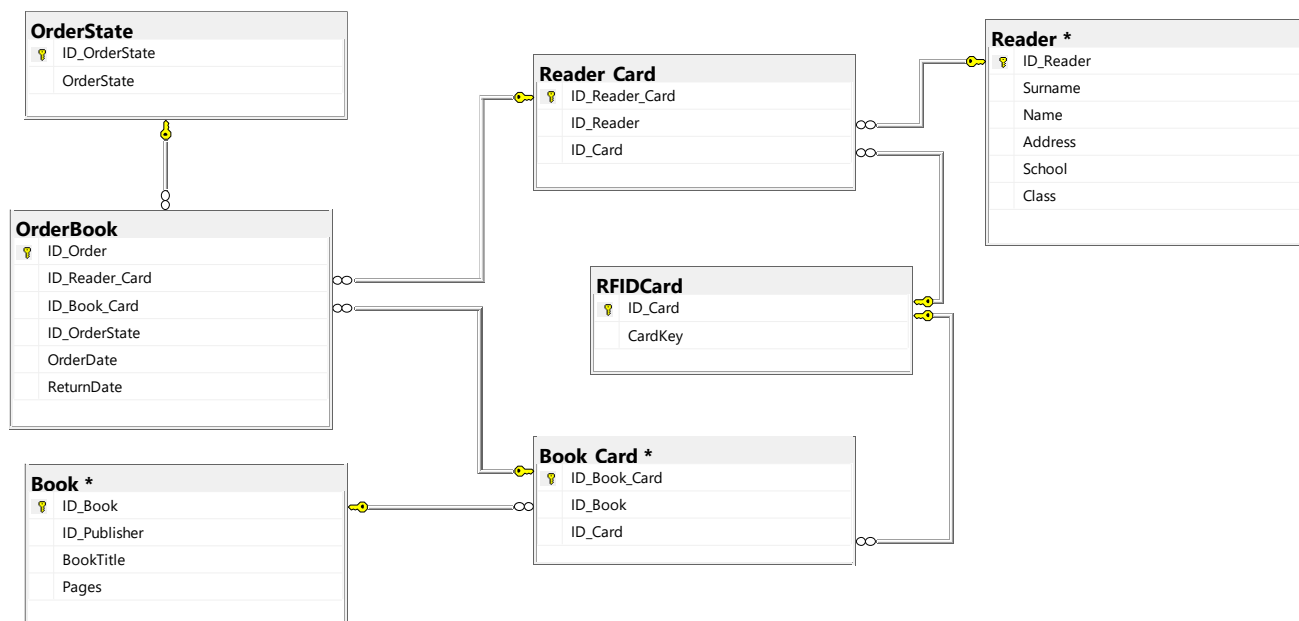


Рисунок 3.11 – Часткова схема БД для зберігання інформації про видачу та повернення книг

Процеси видачі та повернення книг читачами на рівні БД забезпечують дві основні таблиці:

- «OrderBook» - таблиця, що містить зведену інформацію з таблиць, у яких зберігається інформація про RFID-мітки читача і книги, а також дату видачі і повернення книги;
- «OrderSate» - таблиця, що зберігає інформацію про можливі стани при видачі чи поверненні книг.

Цілісна схема структури бази даних системи управління бібліотекою у вигляді ER-діаграми представлена на рис. 3.12, а скрипт формування бази даних наведений у додатку Б.

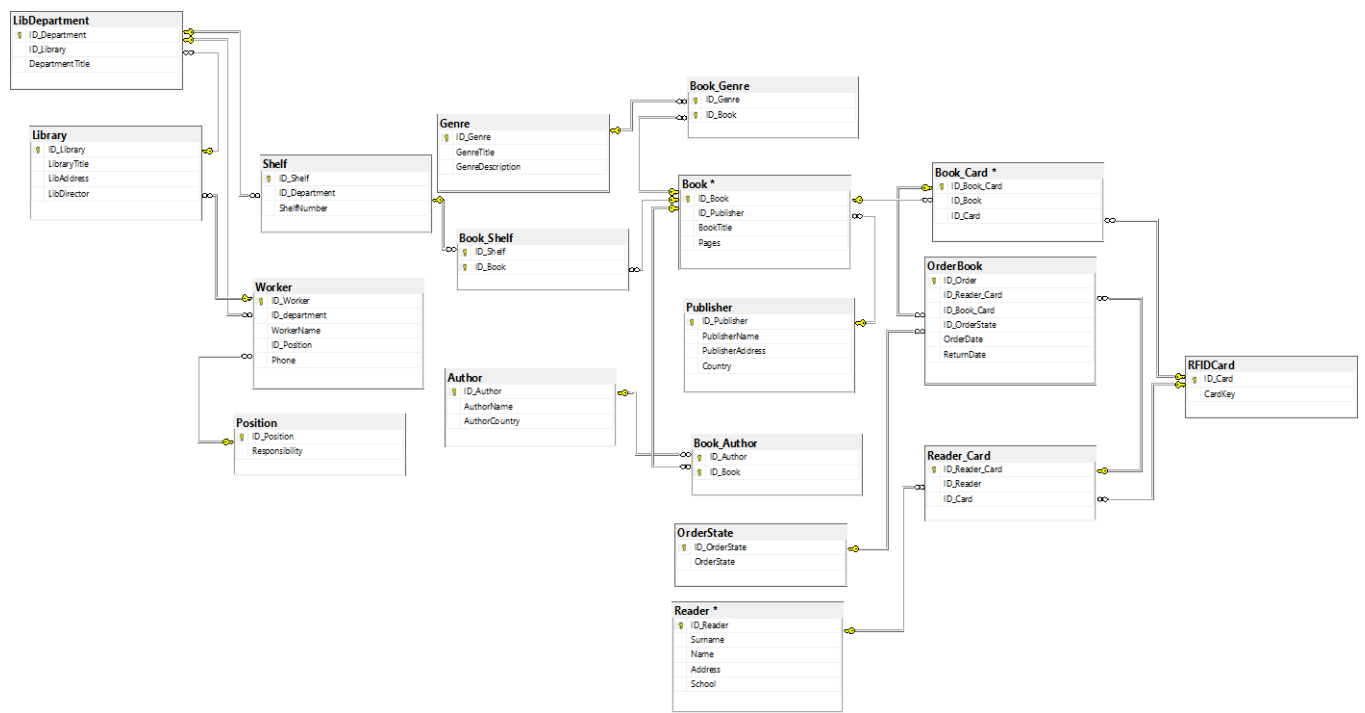


Рисунок 3.12 – ER-діаграма БД системи управління бібліотекою

Після того, як спроектовано структуру сховища даних для ефективного управління бізнес-процесами бібліотеки, наступний крок полягає у реалізації клієнтської частини для організації зв'язку між RFID-сканером з однієї сторони і БД – з іншої.

3.4 Клієнтська частини системи управління бібліотекою

Реалізацію клієнтської частини системи управління юнацькою бібліотекою запропоновано виконати із застосуванням технології Windows Forms і мови програмування C#. Дана технологія дає можливість доволі швидко із застосування елементів візуального програмування створити прототип інтерфейсів користувачів системи, а також забезпечити доступ і виконання скриптів для роботи RFID-сканером. Головна форма інтерфейсу користувача при роботі з системою управління бібліотекою показана на рис. 3.13.

При запуску цього додатку активним є лише пункт меню «Підключення», а всі інші – недоступні до того часу, поки не буде встановлено з'єднання зі сканером радіочастотних міток та базою даних.

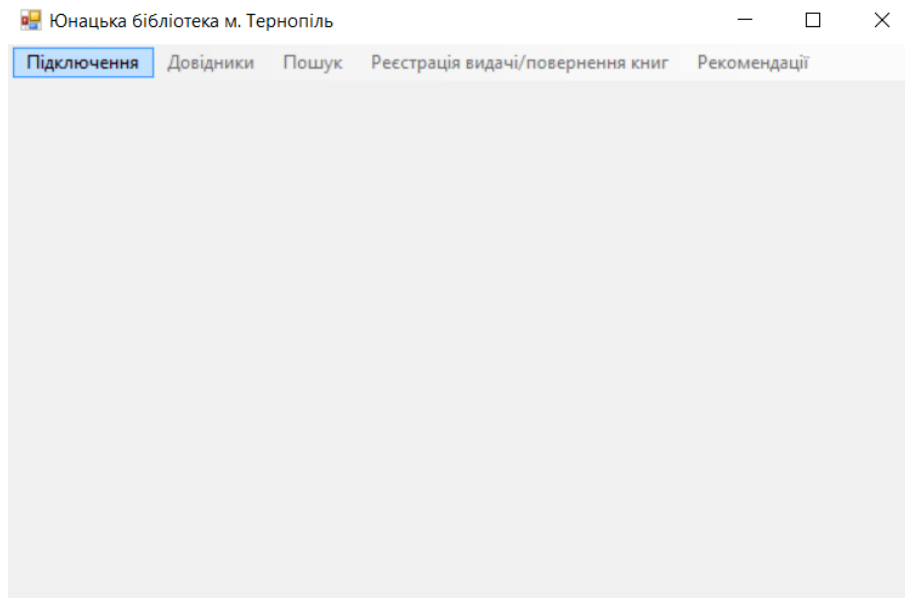


Рисунок 3.13 – Головна форма системи управління юнацькою бібліотекою

Відкривши пункт меню «Підключення» (рис. 3.14), спочатку необхідно створити з’єднання з Raspberry PI через SSH. Після цього з’явиться можливість запуску скриптів для запису або зчитування даних з RFID-міток.

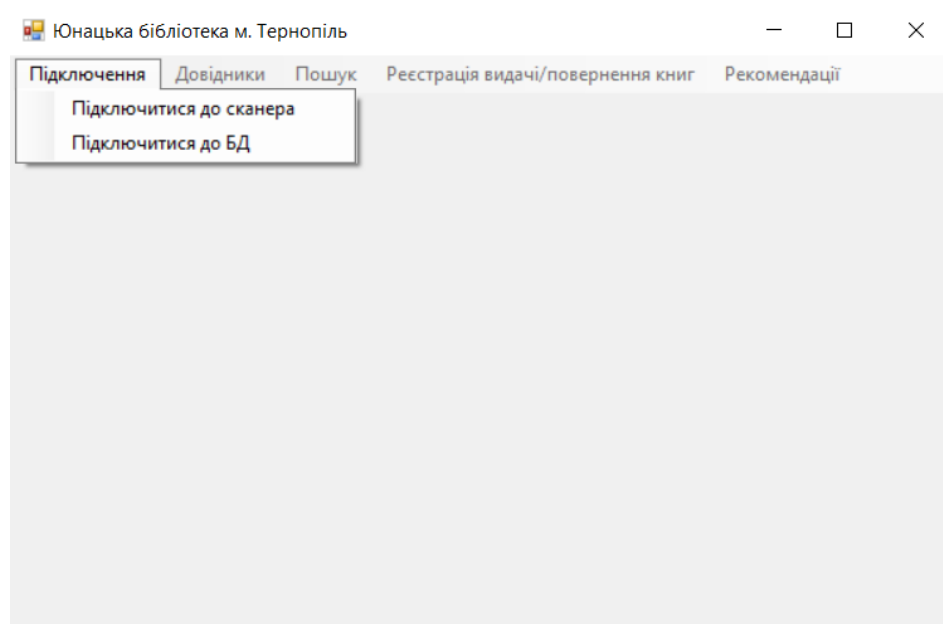


Рисунок 3.14 – Структуру меню «Підключення»

Як було зазначено раніше, комунікація між клієнтською частиною і Raspberry PI відбувається на основі захищеного протоколу SSH, що вимагає авторизації на основі логіна і паролю (рис. 3.15).

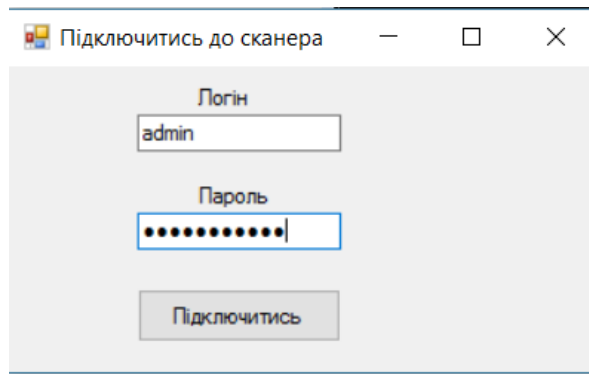


Рисунок 3.15 – Форма авторизація для підключення до Raspberry PI

Програмний код для підключення до Raspberry PI показаний на рис. 3.16, а запуск Python-скрипта для зчитування даних за допомогою RFID-сканера – на рис. 3.17.

```
ssh = new SshStream(host, user, password);

//Set the end of response matcher character
ssh.Prompt = "#";
//Remove terminal emulation characters
ssh.RemoveTerminalEmulationCharacters = true;

//Reading from the SSH channel
string response = ssh.ReadResponse();
return response;
```

Рисунок 3.16 – Підключення до RPi через SSH

```
try
{
    ssh.Write("sudo python cnc/Reader.py"); // Write ssh to RPI

    if (ssh.CanRead == true)
    {
        return ssh.ReadResponse(); // return string from terminal from RPI
    }
    else
    {
        return "No response";
    }
}
catch
{
    return "Catch NO response";
}
```

Рисунок 3.17 – Запуск скрипта на зчитування даних за допомогою RFID-сканера

Вікно підключення та активація усіх пунктів меню відбувається у випадку успішного з'єднання з БД, що продемонстровано на рис. 3.18.

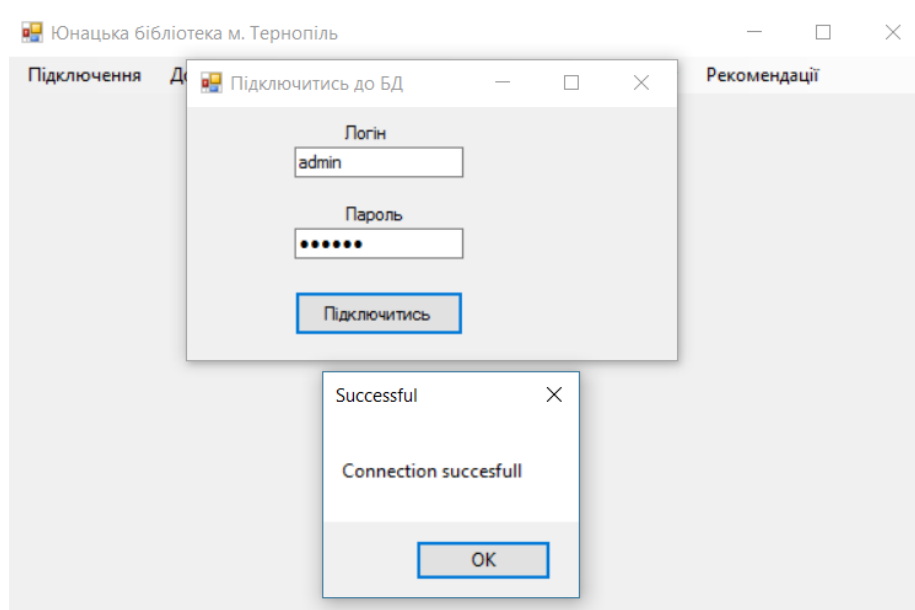


Рисунок 3.18 – Результат успішного з'єднання з БД

У клієнтській частині системи управління бібліотекою передбачено пункт меню «Довідники», який дає змогу забезпечити внесення даних про структуру бібліотеки, читачів та книги (рис. 3.19).

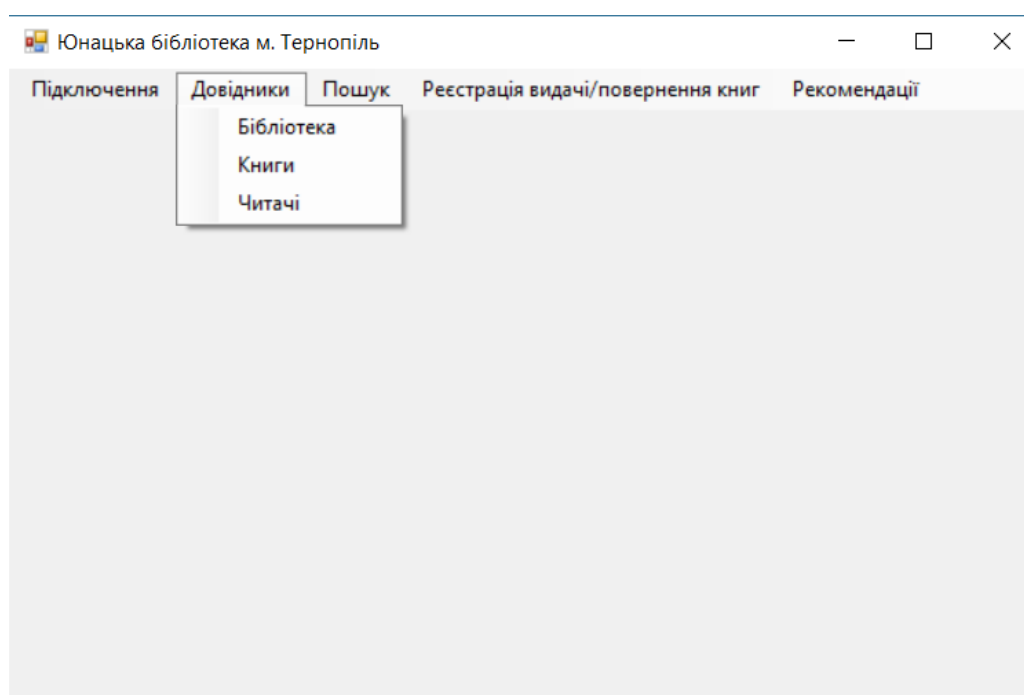


Рисунок 3.19 – Меню «Довідники»

Інтерфейс для заповнення даних відповідних пунктів меню «Довідники» має однакову структуру з врахуванням особливостей даних, які в подальшому зберігаються у базі даних. Приклад вікна для реєстрації книги та записом унікального ідентифікатора з RFID-мітки показано на рис. 3.20.

Рисунок 3.20 – Вікно реєстрації книги у бібліотеці

Книга володіє такими атрибутами, як:

- автор;
- рік видання;
- назва книги;
- видавництво;
- жанр.

Інтерфейс дає змогу зберігати інформацію про різну кількість авторів із застосуванням кнопок «Додати» і «Зберегти», однак при відображенні даних у таблиці в полі «Автор» відображається лише перший з авторів. Приклад записаних даних разом із зчитаним ідентифікатором відповідної RFID-мітки книги показано на рис. 3.21. Компонент «MonthCalendar» дає змогу обрати рік, місяць і число видання, проте у базу даних записується лише рік видання книги.

RFIDCard	Назва книги	Автор	Жанр	Видавництво	Рік видання
1002059512185	Кобзар	Шевченко Т.Г.	Українська поезія	Богдан	2024

Рисунок 3.21 – Приклад запису інформації про книгу у БД

Реєстрація читача виконується шляхом заповнення відповідних обов'язкових полів, які показані у вигляді форми «Реєстрація читача» на рис. 3.22.

RFID	Прізвище	Ім'я	По-Батькові	Адреса	Клас
*	Петренко	Андрій	Павлович	м. Тернопіль, вул. В.	5В

Рисунок 3.22 – Форма реєстрації читача

Результат запису в БД інформації про читача та його RFID-картку продемонстровано на рис. 3.23.

	RFID	Прізвище	Ім'я	По-Батькові	Адреса	Школа
▶	1012160522187	Петренко	Андрій	Павлович	м. Тернопіль, вул. В. ...	ТЗОСШ №28
*						

Рисунок 3.23 – Результат запису даних про читача бібліотеки

Пошук книг і читачів реалізовано у пункті меню «Пошук» (рис. 3.24).

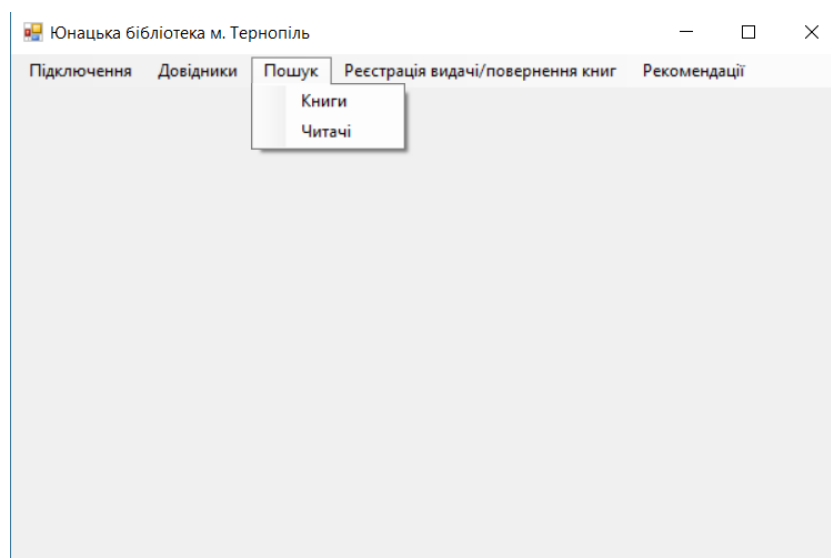


Рисунок 3.24 – Меню «Пошук»

Обравши один з пунктів меню «Пошук» можна здійснити пошук даних про читача або книгу за допомогою зчитаної інформації з RFID-мітки, або скористатися програмними фільтрами для пошуку даних у БД. Приклад пошуку читачів за допомогою унікального ідентифікатора показано на рис. 3.25.

Для цього використано елементи керування, які містяться на вкладці «Пошук за RFID».

	Прізвище	Ім'я	Адреса	Школа	Клас
▶	Петренко	Андрій	м. Тернопіль, вул. В. Великого, ...	ТЗСОШ №28	5В
	Сидеренко	Антон	м. Тернопіль, вул. П. Куліша, 5/...	ТЗСОШ №28	5А
	Павленко	Григорій	м. Тернопіль, вул. Руська, 32/58	ТЗСОШ №18	7А
	Козленко	Мирослав	м. Тернопіль, вул. Будного, 2/18	ТЗСОШ №6	8А
*					

Рисунок 3.25 – Пошук за ідентифікатором RFID-мітки

Пошук у базі даних за вказаними критеріями можна виконати на вкладці «Фільтрація даних з БД», зовнішній вигляд інтерфейсу користувача якої показано на рис. 3.26.

	Прізвище	Ім'я	Адреса	Школа	Клас
	Петренко	Андрій	м. Тернопіль, вул. В. Великого, ...	ТЗСОШ №28	5В
	Сидеренко	Антон	м. Тернопіль, вул. П. Куліша, 5/...	ТЗСОШ №28	5А
▶	Павленко	Григорій	м. Тернопіль, вул. Руська, 32/58	ТЗСОШ №18	7А
	Козленко	Мирослав	м. Тернопіль, вул. Будного, 2/18	ТЗСОШ №6	8А
*					

Рисунок 3.26 – Фільтрація даних у БД

Процедура реєстрації видачі чи повернення книги виконується за допомогою пункту меню «Реєстрація видачі/повернення книги». На рис. 3.27 проілюстровано результат формування і запису інформації в БД при видачі книги.

Регистрация выдачи/возврата книги

Читач

Прізвище

Петренко

Школа

ТЗОСШ №28

Ім'я

Андрій

RFID

1012160522187

RFID

Книга

Назва

Кобзар

Полиця

5

Автор

Шевченко Т.Г.

RFID

1002059512185

RFID

Дата видачі книги

April 2024

Sun

Mon

Tue

Wed

Thu

Fri

Sat

31

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Today: 4/16/2024

Дата повернення книги

April 2024

Sun

Mon

Tue

Wed

Thu

Fri

Sat

31

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Today: 4/16/2024

Зберегти

	Прізвище	Ім'я	Школа	Назва книги	Автор	Полиця	Дата видачі	Дата повернення
▶	Петренко	Андрій	ТЗОСШ №28	Кобзар	Шевченко ...	5	4/16/2024 ...	4/20/2024 ...
*								

Рисунок 3.27 – Форма реєстрації видачі/повернення книги у бібліотеці

Процес запису інформації про видачу/повернення книги у фонд бібліотеки починається із зчитування даних читача з його мітки радіочастотної ідентифікації. У випадку успішного зчитування, у полях форми з'являється інформація про його персональні дані. Наступний крок передбачає зчитування інформації з RFID-мітки книги, внаслідок якого бібліотекар бачить автора книги, назву книги і номер полиці з якого взято книгу. В обох випадках також відображається значення унікального ідентифікатора. Після того, як бібліотекар зчитав усі необхідні дані про книгу і читача, він (вона) обирає дату взяття і

повернення книги, користуючись віртуальним календарем. Після натиснення кнопки «Зберегти», вказана на формі інформація, записується у БД і відображається у таблиці нижче.

Ще один аспект системи управління бібліотекою полягає у формуванні рекомендацій для читачів бібліотеки, який передбачає виклик сервісу через меню «Рекомендації». Особливості реалізації рекомендаційного сервісу для читачів бібліотеки наведено у наступному підрозділі даного розділу.

3.5 Сервіс формування рекомендацій для читачів бібліотеки

Розробка сервісу формування рекомендацій включає в себе ряд етапів, які необхідно послідовно реалізувати:

- збір і попереднє опрацювання даних;
- аналіз даних;
- створення системи рекомендацій;
- ідентифікація подібних книг.

Враховуючи те, що система управління юнацькою бібліотекою розроблена лише в тестовому варіанті і реальні дані щодо читачів і книг відсутні, то перш за все необхідно знайти дата сети, які б містили інформацію про книги, читачів і їхні вподобання. Такі набори даних потребують препроцесингу з метою виявлення дублікатів, відсутніх значень, що в перспективі забезпечить можливість більш точного і надійного виявлення вподобань читачів.

Аналіз даних передбачає проведення процедур виявлення закономірностей, тенденцій та визначення типу розподілів, яка дають змогу встановити особливості поведінки читачів, їхній вибір популярних книг і розподіл рейтингів.

Використовуючи можливості бібліотек Python, таких як Pandas і scikit-learn, можна побудувати системи рекомендацій, які здатні генерувати персоналізовані рекомендації книг. Ці системи використовують методи колаборативної фільтрації та метрики подібності на основі значень косинуса

кута між векторами у багатовимірному просторі і дають змогу ідентифікувати подібні книги та спрогнозувати вподобання читачів.

Застосування метрики подібності «косинус кута» для книг на основі оцінок читачів встановлюється схожість між книгами. Це дозволяє визначити найбільш подібні між собою книги і формувати рекомендації для читачів бібліотеки.

Завдяки результатам проведеного аналізу та експерименту можна визначити відомості про вподобання книг, поведінку читачів і схожість книг.

Перед початком реалізації сервісу формування рекомендацій для читачів юнацької бібліотеки, було знайдено набір даних про книги на платформі Kaggle та за допомогою відповідних бібліотек Python зчитано його, як показано на рис. 3.28. Результат зчитування показано на рис. 3.29.

```
import pandas as pd

import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')

books = pd.read_csv('/kaggle/input/book-recommendation-dataset/Books.csv')

books.head()
```

Рисунок 3.28 – Зчитування набору даних про книги

	ISBN	Book-Title	Book-Author	Year-Of-Publication	Publisher	Image-URL-S	Image-URL-M	Image-URL-L
0	0195153448	Classical Mythology	Mark P. O. Morford	2002	Oxford University Press	http://images.amazon.com/images/P/0195153448.0...	http://images.amazon.com/images/P/0195153448.0...	http://images.amazon.com/images/P/0195153448.0...
1	0002005018	Clara Callan	Richard Bruce Wright	2001	HarperFlamingo Canada	http://images.amazon.com/images/P/0002005018.0...	http://images.amazon.com/images/P/0002005018.0...	http://images.amazon.com/images/P/0002005018.0...
2	0060973129	Decision in Normandy	Carlo D'Este	1991	HarperPerennial	http://images.amazon.com/images/P/0060973129.0...	http://images.amazon.com/images/P/0060973129.0...	http://images.amazon.com/images/P/0060973129.0...
3	0374157065	Flu: The Story of the Great Influenza Pandemic...	Gina Bari Kolata	1999	Farrar Straus Giroux	http://images.amazon.com/images/P/0374157065.0...	http://images.amazon.com/images/P/0374157065.0...	http://images.amazon.com/images/P/0374157065.0...
4	0393045218	The Mummies of Urumchi	E. J. W. Barber	1999	W. W. Norton & Company	http://images.amazon.com/images/P/0393045218.0...	http://images.amazon.com/images/P/0393045218.0...	http://images.amazon.com/images/P/0393045218.0...

Рисунок 3.29 – Результат зчитування даних про книги

По аналогії зчитано дані про читачів та рейтинги книг. Результати зчитування показано відповідно на рис. 3.30 та 3.31.

	User-ID	Location	Age
0	1	nyc, new york, usa	NaN
1	2	stockton, california, usa	18.0
2	3	moscow, yukon territory, russia	NaN
3	4	porto, v.n.gaia, portugal	17.0
4	5	farnborough, hants, united kingdom	NaN

Рисунок 3.30 – Фрагмент результату зчитування даних про читачів

	User-ID	ISBN	Book-Rating
0	276725	034545104X	0
1	276726	0155061224	5
2	276727	0446520802	0
3	276729	052165615X	3
4	276729	0521795028	6

Рисунок 3.31 – Фрагмент результату зчитування даних про рейтинги книг

Як видно з рис. 3.30 та рис. 3.31 необхідно провести препроцесинг даних, зокрема щодо видалення дублікатів та невизначених значень. Для цього застосовано скрипт для видалення невідомих значень для книг, програмний код якого продемонстровано на рис. 3.32.

```
books.dropna(inplace=True)

books['Year-Of-Publication'] = books['Year-Of-Publication'].astype(str)
```

Рисунок 3.32 – Видалення невизначених значень та приведення типу рік публікації до стрічкового типу

Процедура, яка показана на рис. 3.32 застосовується і для інших наборів даних, однак стосується інших полів дата сету.

Для злиття набору даних про книги і їхні рейтинги використано програмний код, який показано на рис. 3.33.

```
ratings_with_name = pd.merge(ratings, books, on='ISBN')
```

Рисунок 3.33 – Злиття наборів даних за значенням поля «ISBN»

Після злиття наборів даних, що дало змогу встановити відповідність між назвами книг і їхніми оцінками, необхідно додатково провести ще й агрегацію даних, як показано на рис. 3.34.

```
# Group the data by 'Book-Title' and count the number of 'Book-Rating' entries for each book
num_rating_df = ratings_with_name.groupby('Book-Title').count()

# Reset the index to reformat the grouped data into a new DataFrame
num_rating_df = num_rating_df.reset_index()

# Rename the 'Book-Rating' column to 'num_ratings'
num_rating_df = num_rating_df.rename(columns={'Book-Rating': 'num_ratings'})
```

Рисунок 3.34 – Агрегація та скидання індексів у злитому наборі даних

Далі необхідно провести фільтрацію даних в контексті також і читачів та середніх значень рейтингу книг. Цю процедуру наведено на рис. 3.35 та рис. 3.36.

```
# Filtering the 'popular_df' DataFrame to create 'no_of_ratings_df' where 'num_ratings' is greater than or equal to 250
no_of_ratings_df = popular_df.loc[popular_df['num_ratings'] >= 250]

# Sorting the 'no_of_ratings_df' DataFrame in descending order based on the 'avg_rating' column
sorted_df = no_of_ratings_df.sort_values(by='avg_rating', ascending=False)

# Merging the 'books' DataFrame with 'sorted_df' based on the common 'Book-Title' column
merge_df = pd.merge(books, sorted_df, on='Book-Title')

# Removing duplicate entries based on the 'Book-Title' column
remove_duplicate_df = merge_df.drop_duplicates(subset='Book-Title')
```

Рисунок 3.35 – Сортування та видалення дублікатів, визначення середнього рейтингу та популярності книг

```
# Grouping the 'ratings_with_name' DataFrame by 'User-ID' and count the number of 'Book-Rating' entries for each user
x = ratings_with_name.groupby('User-ID')['Book-Rating'].count() > 200

Educated_users = x[x].index

filtered_rating = ratings_with_name[ratings_with_name['User-ID'].isin(Educated_users)]
```

Рисунок 3.36 – Фільтрація даних у створеному наборі даних

Програмний код, який реалізує визначення подібності книг на основі метрики косинуса кута показано на рис . 3.37.

```
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity

similarity_scores = cosine_similarity(pt)

print(similarity_scores)
```

Рисунок 3.37 – Визначення подібності книг на основі метрики косинуса кута між векторами

Формування 5 рекомендацій читачам за подібністю книг на основі метрики косинуса кута показано на рис. 3.38.

```
import numpy as np

book_name = "The Great Gatsby"

# Checking if the book name is present in the index of the pivot table
if book_name in pt.index:
    # Finding the index of the specific book, 'book_name', within the 'pt' pivot table's index
    book_index = np.where(pt.index == book_name)[0][0]

    # Calculating 'similar_items' by sorting the enumerated list of similarity scores
    similar_items = sorted(list(enumerate(similarity_scores[book_index])), key=lambda x: x[1], reverse=True)[1:6]

    # Initialize an empty list 'data' to store information about similar books
    data = []

    # Iterate through 'similar_items' to extract information about similar books and append it to the 'data' list
    for idx, score in similar_items:
        temp_df = books[books['Book-Title'] == pt.index[idx]]
        item = [temp_df['Book-Title'].values[0], temp_df['Book-Author'].values[0], temp_df['Image-URL-M'].values[0]]
        data.append(item)

    # Creating a DataFrame 'df' using 'data' with columns labeled as 'Book-Title', 'Book-Author', and 'Image-URL-M'
    df = pd.DataFrame(data, columns=['Book-Title', 'Book-Author', 'Image-URL-M'])
else:
    print(f"The book '{book_name}' is not present in the dataset.")
```

Рисунок 3.38 – Скрипт формування 5 рекомендацій книг

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результат сформованих рекомендацій з 5-ти книг, які подібні до книги "The Great Gatsby" показано на рис. 3.39.

	Book-Title	Book-Author	Image-URL-M
0	How to Be Good	Nick Hornby	http://images.amazon.com/images/P/1573229326.0...
1	The Catcher in the Rye	J.D. Salinger	http://images.amazon.com/images/P/0316769487.0...
2	The English Patient	Michael Ondaatje	http://images.amazon.com/images/P/0679745203.0...
3	Angela's Ashes: A Memoir	Frank McCourt	http://images.amazon.com/images/P/068484267X.0...
4	The Joy Luck Club	Amy Tan	http://images.amazon.com/images/P/0804106304.0...

Рисунок 3.39 – Результат формування рекомендацій подібних книг

Таким чином, у результаті проведеного проектування та програмування отримано комп'ютерну систему управління юнацькою бібліотекою, що забезпечує функції зчитування RFID-міток, управління процесами видачі і повернення книг у бібліотеку, а також формування рекомендацій книг на основі вподобань читачів.

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вимоги ергономіки до організації робочого місця бібліотекаря

Ергономічна організація робочого місця бібліотекаря враховує як специфіку діяльності, що виконується, так і забезпечує комфортні умови перебування людини.

Тому основними ергономічними завданнями щодо організації робочого місця бібліотекаря є наступні [20]:

- забезпечення просторових параметрів робочого місця, які відповідають антропометричним характеристикам бібліотекаря;
- раціональне розташування елементів робочого місця відносно бібліотекаря на підставі поглибленого кількісного та якісного аналізу діяльності, яка виконується;
- оптимізацію умов робочого середовища.

На рис. 4.1 наведено робоче місце бібліотекаря, що обладнане ЕОМ та позначено основні ергономічні та просторові параметри його складових.

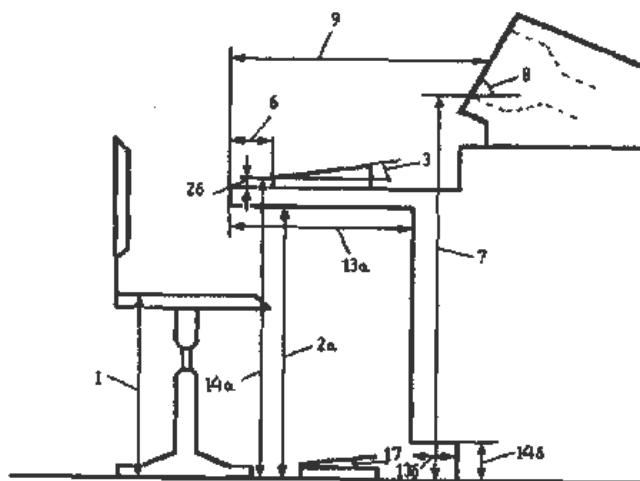


Рисунок 4.1 – Робоче місце бібліотекаря, як користувача ЕОМ

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>		
Розроб.		Возьна Х.М.					
Перевірив.		Яцишин В.В.					
Консульт.		Пилипець М.І.					
Н. Контр.							
Затверд.		Осухівська Г.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						70	
					<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-41</i>		

Основні просторові параметри робочого місця бібліотекара приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Просторові параметри робочого місця

Умовні позначення	Параметри	Спосіб вимірювання параметра	Значення параметра
1	Висота сидіння	Від підлоги до верхньої площини сидіння	400-500 мм
2	Висота клавіатури (від рівня підлоги)	Від підлоги до нижнього ряду клавіатури	600-700 мм
2а	Висота клавіатури (від рівня стола)	Від базової поверхні до нижнього ряду клавіатури	20 мм
3	Кут нахилу клавіатури	Від горизонтальної площини	7-15°
4	Ширина основної клавіатури	Визначається оптимальною зоною моторного поля	До 400 мм
5	Глибина основної клавіатури	Визначається оптимальною зоною моторного поля	До 200 мм
6	Відстань від клавіатури до краю стола	Від переднього краю стола до клавіатури	Понад 80 - 100 мм
7	Висота екрана	Від підлоги до нижнього краю екрана	950-1050 мм
8	Кут нахилу екрана	Від вертикальної площини	15°
9	Відстань від екрана до краю стола	Від переднього краю стола до екрана	500-700 мм
10	Висота поверхні для запису	Від підлоги	870-860 мм
11	Площа поверхні для запису	Визначається оптимальною зоною моторного поля	600 x 400 мм 900 x 600 мм
12	Кут нахилу поверхні для запису	Від горизонтальної площини	0 – 10°
13	Глибина простору для ніг на рівні колін	Від переднього краю стола	Понад 400 мм

Умовні позначення	Параметри	Спосіб вимірювання параметра	Значення параметра
13а	Глибина простору для ніг на рівні	Від підлоги	Понад 600 мм
14	Висота простору для ніг на рівні колін	Від переднього краю стола	Понад 600 мм
14а	Висота простору для ніг на рівні ступень	Від підлоги	Понад 1 00 мм
15	Ширина простору для ніг на рівні колін		Понад 500 мм
15а	Ширина простору для ніг на рівні		Понад 250 мм
16	Висота підставки для ніг	Від підлоги до передньої частини підставки	50-130 мм
17	Кут нахилу підставки для ніг	Від горизонтальної площини	0-25
18	Глибина підставки для ніг	Від переднього краю підставки до її заднього краю	400 мм
19	Ширина підставки для ніг		300 мм
20	Пюпітр-підставка для документів	Від горизонтальної площини	15 - 20°

В ході організації робочого місця бібліотекара на ЕОМ виділяється площа, яка складає не менш, ніж 6 м², та об'єм, який становить не менш, ніж 20 м³. Причому, зона, де розташовується робочий стіл, сервер або робоча станція, принтер, екран для графопроєктора, займає відповідно 6-8 м². Висота приміщення не менша, ніж 4 м [20].

Робоче місце бібліотекара облаштоване одномісним столом та напівм'яким стільцем, висоту сидіння яких можна змінювати. Довжина стола користувача не менше 700 мм, ширина – забезпечує місце перед клавіатурою для розташування зошита або іншого приладдя. Поверхня стола має кут нахилу у межах 12-15°, лише іноді припустимою є її розташування у горизонтальній площині.

На робочому місці бібліотекара забезпечена відповідність висоти краю стола і стільця до росту та антропометричних особливостей організму користувача. Як нормативні визначають показники, що приведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Нормативні показники

Ріст, мм	Висота над підлогою, мм		
	стіл	простір для ніг	стілець
1450-1600	640	530	380
1610 -1750	700	590	420
Понад 1750	760	650	460

Глибина простору для ніг під столом не менше 450 мм, а у випадку застосування високого стола та низького стільця і, отже, відсутності відповідності росту бібліотекара конструктивним елементам робочого місця, використовується підставка для ніг, ширина якої становить – 350 мм, довжина – 400 мм, кут нахилу опорної поверхні – 15°.

Столи з ЕОМ у бібліотеці розміщено без розривів між ними, але при незначній кількості робочих столів з відеотерміналами перевагу варто віддавати розташуванню їх біля внутрішньої стіни.

Робота з комп'ютерною технікою вимагає обов'язкового дотримування правильної посадки. Бібліотекар повинен сидіти прямо, з невеликим нахилом (до 5 – 7°) голови вперед, не сутулитися, спираючись нижніми краями лопаток на спинку стільця. Передпліччя повинні спиратися на поверхню стола, забезпечуючи зниження статичного напруження м'язів плечового поясу і рук, кути, що утворюються передпліччям і плечем, а також гомілкою і стегном, – складати не менш, ніж 90°.

Рівень очей припадає на центр екрана або на точку, яка розташована між верхньою та середньою третинами екрану, причому, лінія погляду є перпендикулярною до площини екрана, а її відхилення у вертикальній площині –

знаходиться у межах $\pm 5-10^\circ$. Оптимальний огляд у горизонтальній площині від центральної осі екрана у межах $\pm 15-30^\circ$. Лише під час спостереження за інформацією, яка розміщена у найвіддаленіших ділянках екрану, кут огляду становить $40-45^\circ$.

Кут розглядання цифр та букв на екрані монітора не менше 20 кутових хвилин, а його величину розраховують за формулою [20]:

$$\operatorname{tg} \alpha / 2 = \frac{S}{2L}, \quad (4.1)$$

де S – висота букви або цифри, мм;

L – відстань від очей до об'єкта інформації на екрані, мм;

α – кут розглядання, кутові хвилини.

Оптимальна відстань від очей до площини екрана монітора складає 600 – 700 мм, допустима – не менше 500 мм. Розглядати інформацію на екрані з відстані менш, ніж 500 мм не рекомендується.

При проектуванні системи у кваліфікаційній роботі враховані вимоги до ергономічної організації робочого місця бібліотекаря, що дозволяє підвищити працездатність та зменшити негативний вплив на їх здоров'я згідно ДСанПін 3.3.2.007 – 98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин».

4.2 Організація служби охорони праці комунальної установи

Роботодавець зобов'язаний згідно Закону України «Про охорону праці» стаття 13 «Управління охороною праці та обов'язки роботодавця» створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Із цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їхні обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;
- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель та споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів з усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території комунальної установи, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами підприємства з охорони праці;

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

– здійснює контроль за дотриманням працівником технологічних процесів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

– організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці.

Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення нормативно-правових актів з охорони праці. Служба охорони праці створюється роботодавцем у комунальній установі з кількістю працівників 50 і більше. У комунальній установі типу бібліотеки з кількістю працівників менше 50 осіб функції цієї служби можуть виконувати у порядку сумісництва особи, що пройшли перевірку знань з охорони праці відповідними державними службами. Якщо кількість працівників менше 20 осіб, для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю і прирівнюється до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:

– видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

– вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

– зупиняти роботу виробництва, ділянки, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працівників;

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Законодавство про охорону праці передбачає і обов'язки працівників. Зокрема вони зобов'язані:

– дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей у процесі виконання будь-яких робіт під час перебування на території підприємства;

– знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

– проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог. Дотримання правил безпеки і виробничої санітарії залежить не тільки від виконання роботодавцем своїх обов'язків, а й від того, наскільки кожен працівник знає і виконує правила під час роботи. Тому всі працівники при прийомі на роботу і в процесі роботи проходять інструктаж з охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки при виникненні аварій.

Навчання й інструктаж працівників з охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці і проводиться з усіма працівниками в процесі їхньої трудової діяльності.

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи розроблено комп'ютерну систему управління бібліотекою до складу якої входять 4 основні компоненти:

- сканер міток радіочастотної ідентифікації на основі MFRC522 та Raspberry PI 3 з відповідним системним програмним забезпеченням;
- клієнтська частина управління бізнес-процесами бібліотеки, що включає в себе формування довідників, пошуку даних, моніторинг обігу книг та формування рекомендацій;
- сервіс формування рекомендацій на основі аналізу вподобань читачів;
- база даних для зберігання та опрацювання інформації у бібліотеці.

При реалізації сканера радіочастотних міток написано програмне забезпечення мовою програмування Python для запису і зчитування даних з RFID-міток, які використовуються при ідентифікації читачів і книг.

Клієнтська частина управління бібліотекою розроблена за допомогою мови програмування C# і технології Windows Forms, що дає змогу забезпечити зручний і водночас простий в експлуатації користувацький інтерфейс.

Сервіс формування рекомендацій книг для читачів реалізовано за допомогою мови програмування Python, відкритих бібліотек і технології колаборативної фільтрації. В якості метрики для визначення подібності книг використано метрику косинус кута.

База даних бібліотеки реалізована у середовищі SQL Server Management Studio і представляє собою реляційну структуру до складу якої входить 18 таблиць. Більшість таблиць призначені для зберігання даних, однак є такі, які забезпечують реалізації зв'язку «багато-до-багатьох».

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація бізнес-процесів підприємства. URL: http://stud.com.ua/37085/ekonomika/avtomatizatsiya_biznes_protsesiv_pidpriyemstva (дата звернення 20.05.2024 р.).
2. Що таке система RFID, в чому її особливості використання? URL: <https://idcard.com.ua/ua/blog/chto-takoe-sistema-rfid-v-chem-ee-osobennosti-ispolzovaniya/> (дата звернення: 03.05.2024 р.)
3. Принцип роботи RFID. URL: <https://idcard.com.ua/ua/blog/princzip-raboty-rfid/> (дата звернення: 03.05.2024 р.)
4. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Книга 1. Організація баз даних та знань. Львів : «Магнолія-2006». 2021. 440 с.
5. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Книга 2. Системи управління базами даних та знань: навч. посібник. Львів : «Магнолія-2006». 2024. 584 с.
6. Yatsyshyn V., Pastukh O., Palamar A., Zharovskyi R. Technology of relational database management systems performance evaluation during computer systems design. Scientific Journal of TNTU.Tern.: TNTU. 2023. Vol 109. No 1. P. 54–65.
7. .NET documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/> (дата звернення: 08.05.2024 р.).
8. ASP.NET documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/?view=aspnetcore-7.0> (дата звернення: 08.05.2024 р.).
9. Yatsyshyn V., Pastukh O., Zharovskyi R., Shabliy N. Software tool for productivity metrics measure of relational database management system. Mathematical Modeling. No 1 (48). 2023. P. 7-17.
10. Yatsyshyn V., Kharchenko O., Lutsiv A. Maturity Requirements Model for Software Requirements with the Implementation of ISO/IEC 25010 Recommendations. International Journal "Information Models and Analyses" Volume 9, Number 2, 2020 p. 126-143.

					КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

11. C# documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/> (дата звернення: 14.05.2023 р.).

12. C# programming guide. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/programming-guide/> (дата звернення: 14.05.2024 р.).

13. Yatsyshyn V. Kharchenko A., Bodnarchuk I., Galay I. An Optimal Trade-off Solution of the Software Architecture Choice Problem. // Journal of Information and Computing Science. 2016. Vol 11. No 4. P. 281-290.

14. Harchenko A., Bodnarchuk I., Halay I., Yatsyshyn V. The method for comparative evaluation of software architecture with accounting of trade-offs. // American Journal of Information Systems. Vol. 2. No 2. 2014. P. 20-25

15. Sommerville I. Software Engineering, Global Edition. Pearson Higher Ed. 2016. 816 p.

16. Pastukh O., Yatsyshyn V. Brain-computer interaction neurointerface based on artificial intelligence and its parallel programming using high-performance calculation on cluster mobile devices. Scientific Journal of TNTU. Tern.: TNTU. 2023. Vol 112. No 4. P. 26–31.

17. Pastukh O., Yatsyshyn V. Development of software for neuromarketing based on artificial intelligence and data science using high-performance computing and parallel programming technologies. Scientific Journal of TNTU. Vol 113. No 1. 2024. pp. 143–149.

18. Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.

19. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Київ. 2018.

20. Катренко Л.А., Катренко А.В. Охорона праці в галузі комп'ютингу. Львів: Магнолія-2006. 2012. 544 с.

21. Бедрій Я. Основи охорони праці користувачів персональних комп'ютерів: навчальний посібник для студентів ВНЗ та інженерів-практиків. Навчальна книга-Богдан. 2014. 144 с.

					<i>КС КРБ 123.110.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“Затверджую”

Завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

“___” _____ 2024 р

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЮНАЦЬКОЮ БІБЛІОТЕКОЮ

М. ТЕРНОПОЛЯ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 14 листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н., доц. Яцишин В.В.

«___» _____ 2024 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студентка групи СІ-41

_____ Возьна Х.М.

«___» _____ 2024 р.

Тернопіль 2024

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерна система управління юнацькою бібліотекою м. Тернополя ».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.110.00.00

1.2 Виконавець

Студентка групи СІ-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Восьна Христина Михайлівна.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№ 4/7-408 від 24.04.2024 р.)

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 24.04.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 23.06.2024 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ІСО, ГОСТ, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи.

Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи на 90% , наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Комп'ютерна система автоматизації бізнес-процесів бібліотеки призначена для підвищення ефективності обслуговування читачів та управління наявним фондом книг шляхом впровадження елементів інтернету речей на основі пристроїв радіочастотної ідентифікації.

В основі комп'ютерної системи «розумна бібліотека» на рівні апаратного забезпечення лежить сканер міток радіочастотної ідентифікації. Кожен читач бібліотеки, а також кожна книга, наявна у бібліотеці, повинні мати унікальні ідентифікатори, прописані у пасивних RFID-мітках. Це забезпечить можливість однозначного розпізнавання об'єктів і їх зберігання в електронній базі даних.

Застосування RFID-міток для зареєстрованих відвідувачів бібліотеки дозволяє підвищити швидкість і якість їхнього обслуговування, а радіочастотні мітки, вмонтовані у книги – дають можливість фіксувати їх доступність для читачів.

Факт взяття книги у бібліотеці фіксується у базі даних, що дозволяє сформувати так званий кошик читача і в перспективі за допомогою рекомендаційного сервісу забезпечувати створення адекватних ранжованих рекомендацій та портретів читачів в залежності від їхніх вподобань.

Для роботи сканера радіочастотної ідентифікації необхідно реалізувати системне програмне забезпечення, яке б давало змогу зчитувати дані з RFID-міток та встановлювати з'єднання з ПК. На виділеному комп'ютері повинно бути розгорнуте прикладне програмне забезпечення, рекомендаційний сервіс та відповідна база даних.

Система управління бібліотекою проектується також для забезпечення прозорості бізнес-процесів, характерних для бібліотечної справи, зокрема, для фіксації нових поступлень книг, вказання їхнього розташування, а також керування процесами видачі і повернення книг читачами. Ці функції покладаються на прикладне програмне забезпечення.

2.2 Мета створення системи

Мета розробки комп'ютерної системи управління бібліотекою полягає в автоматизації процесів фіксації видачі і повернення книг читачами та автоматичного формування рекомендацій на основні вподобань читачів. При реалізації такої системи необхідно забезпечити організацію апаратної та програмної інфраструктури з використанням RFID-технології, а також імплементацію відповідного системного і прикладного програмного забезпечення при роботі сканера радіочастотних міток та рекомендаційного сервісу.

Прикладне програмне забезпечення та рекомендаційний сервіс передбачають використання бази даних, у якій зберігається інформація про читачів, книги, RFID-мітки, доступність книг, а також дані про час і термін використання ресурсів бібліотеки.

У результаті реалізації такої комп'ютерної системи можна одержати повноцінний інструментальний засіб, який відноситься до класу «розумних систем».

Для досягнення цілі роботи необхідно розв'язати декілька прикладних задач у сфері комп'ютерної інженерії, інженерії програмного забезпечення та штучного інтелекту:

- проаналізувати існуючі рішення щодо можливості автоматизації процесів, характерних для ефективного функціонування бібліотеки;
- спроектувати концептуальну архітектуру комп'ютерної системи з врахуванням апаратної і програмної складових для автоматизації бізнес-процесів ідентифікації читачів і книг;
- обґрунтувати і визначити шляхи застосування RFID-технології при автоматизації процесів управління бібліотекою;
- спроектувати базу даних для зберігання та підтримки процесу автоматизації видачі і повернення книг, а також належного функціонування рекомендаційного сервісу ;
- обрати і дослідити на предмет доцільності застосування апаратне забезпечення для реалізації сканера RFID-міток;
- визначити шляхи інтеграції сканера з прикладним програмним забезпеченням автоматизації бізнес-процесів бібліотеки;
- реалізувати системне програмне забезпечення для функціонування сканера RFID-міток та передачі зчитуваних даних у прикладне програмне забезпечення;
- спроектувати та реалізувати прикладне ПЗ для роботи зі сканером, базою даних і рекомендаційним сервісом;
- реалізувати рекомендаційний сервіс як окремий модуль прикладного ПЗ для формування рекомендацій на основі вподобань читачів з використанням підходу колаборативної фільтрації;
- реалізувати базу даних для зберігання та опрацювання інформації щодо бізнес-процесів бібліотеки.
- провести верифікацію запропонованих рішень на відповідність вимогам, які висуваються до комп'ютерної системи управління бібліотекою.

2.3 Характеристика об'єкту

2.3.1 Основні задачі та функції об'єкту

Враховуючи специфіку діяльності бібліотек, основними завданнями таких закладів є надання в оренду книг зареєстрованим читачам та відслідковування вчасності їх повернення. Комп'ютерна система управління бібліотекою покликана автоматизувати процеси ідентифікації/аутентифікації читачів та ідентифікації наявних у фондах книг. Для цього повинні застосовуватися унікальні ідентифікатори на фізичних носіях, які зчитуються відповідним апаратним сканером. Окрім цього, система керування бібліотекою повинна надавати сервіс щодо формування рекомендації книг на основі вподобань читача. Організація такої системи потребує проектування пристроїв на рівні як апаратного забезпечення, так і програмного, а також сховища даних у вигляді бази даних.

При автоматизації бізнес-процесів бібліотеки необхідно передбачити застосування наступних апаратних пристроїв:

- RFID-мітки (картки) для читачів і книг, у яких записано унікальні ідентифікатори об'єктів;
- сканер радіочастотних міток;
- комп'ютер з наявними USB- та LAN портами із програмним забезпеченням для роботи з RFID-сканером;
- сервер для зберігання даних.

До складу необхідного програмного забезпечення комп'ютерної системи управління бібліотекою повинні входити:

- системне програмне забезпечення сканера радіочастотних міток;
- модуль комунікації прикладного програмного забезпечення з RFID-сканером;
- прикладне ПЗ для автоматизації бізнес-процесів бібліотеки;
- рекомендаційний сервіс у вигляді окремого модуля, що викликається з прикладного ПЗ;

- база даних для зберігання інформації про читачів, книги та RFID-мітки.

У процесі проектування і практичної реалізації комп'ютерної системи управління бібліотекою потрібно провести детальний аналіз домену та розробити протоколи і схеми комунікації на рівні апаратних пристроїв та модулів програмного забезпечення.

Впровадження системи управління бібліотекою з елементами «розумних пристроїв» повинна забезпечувати зростання продуктивності і точності обслуговування читачів, а також сприяти підвищенню якості бізнес-процесів з точки зору персоналу таких закладів.

За допомогою проектованої системи автоматизуються функції аутентифікації читачів, обліку книг, доступності і прозорості ресурсів фондів бібліотеки, станів використання і популярності книг, а також формування рекомендацій з врахуванням вподобань читачів.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Загалом до комп'ютерної системи управління бібліотекою на основі IoT пристроїв та з рекомендаційним сервісом висувуються наступні вимоги:

- забезпечення можливості аутентифікації читачів та ідентифікації книг, наявних у фондах бібліотеки, за допомогою міток радіочастотної ідентифікації;
- надання засобів для зберігання інформації про сутності бібліотечної справи у вигляді електронного сховища (бази даних);
- надання можливості автоматичного формування «кошиків» читачів на основі прочитаних книг;
- формування рекомендацій книг на основі вподобань читачів.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

На структурному рівні комп'ютерна система повинна бути представлена сумісними апаратними і програмними складовими, які забезпечують вирішення задач управління бізнес-процесами бібліотеки. До них входять:

- RFID-сканер на базі мінікомп'ютера Raspberry PI;
- картки та мітки радіочастотної ідентифікації;
- персональний комп'ютер, що виконує функції терміналу для взаємодії зі сканером та сервером баз даних;
- системне програмне забезпечення для функціонування сканера при зчитуванні міток;
- сервер баз даних;
- клієнтська програма для оформлення абонементів читачів та менеджменту видачі і повернення книг у бібліотеці;
- програмний рекомендаційний сервіс для генерації ранжованого списку пропозицій на основі вподобань читачів.

На концептуальному рівні комп'ютерна система управління бібліотекою повинна віддзеркалювати основні процеси домену бібліотечної справи, зокрема це стосується автоматизації процесів обліку книг у фондах бібліотеки з використанням RFID-міток, ідентифікації читачів за допомогою карток радіочастотної ідентифікації, фіксації взяття і повернення книг, а також формування рекомендацій читачам на основі прочитаних книг.

Серед множини функціональних вимог до комп'ютерної системи необхідно виділити найбільш важливі з точки зору автоматизації процесів предметної області:

- здатність запису та зчитування даних з міток радіочастотної ідентифікації за допомогою RFID-сканера;
- можливість зберігання та маніпулювання персональними даними читачів бібліотеки з використанням бази даних;
- можливість формування записів і зчитування інформації про книги, їхніх авторів, жанр, унікальні ідентифікатори та місце розташування у бібліотеці;

- можливість виконання операцій пошуку даних на основі ідентифікатора RFID-міток та інших критеріїв, які стосуються як книг, так і користувачів;
- наявність модуля ідентифікації користувачів з наданням відповідних прав доступу до даних;
- можливість зміни статусу доступності книг;
- здатність до масштабування апаратної і програмної складової комп'ютерної системи.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Основною вимогою щодо взаємодії компонентів комп'ютерної системи на рівні апаратного забезпечення є забезпечення здатності зчитування ідентифікаторів RFID-міток на відстані не більшій за 10 см від RFID-сканера. Мінікомп'ютер Raspberry PI може бути безпосередньо приєднаний до ПК за допомогою USB-інтерфейсу або здійснювати передачу даних через WiFi. До мінікомп'ютера Raspberry PI фізично повинні бути підключені сканер радіочастотних міток, а також діод і зумер, які сигналізують про успішність зчитування даних. Сервер баз даних може бути безпосередньо розгорнутий на ПК, на якому встановлено клієнтську програму для управління бібліотекою, або бути окремим фізичним пристроєм, комунікація з яким відбувається за допомогою протоколу TCP/IP.

Структурно комп'ютерна система управління бібліотекою може бути зображена у вигляді архітектури «клієнт-сервер».

3.1.3 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностування комп'ютерної системи управління бібліотекою передбачає проведення комплексу заходів щодо визначення стану працездатності її апаратної і програмної частин. В основному ці заходи повинні бути зорієнтованими на перевірку функціональності каналів зв'язку між програмно-апаратними компонентами системи, точності та адекватності відображення даних в інтерфейсі користувача, цілісності даних у БД. Окрім цього, доцільно проводити перевірки на продуктивність окремих

компонентів, зокрема щодо часу зчитування даних з RFID-міток, запису у базу даних та ін. Для проведення таких регламентних робіт повинен бути створений графік профілактичних заходів.

3.1.4 Перспективи розвитку, модернізація системи

Вимогами щодо перспектив розвитку та модернізації комп'ютерної системи управління бібліотекою передбачається можливість переходу на промислові мікроконтролери, наприклад STM32 або SPM, з програмним перепрошиванням функцій зчитування даних з RFID-міток. При цьому не значних змін потребуватиме модернізація клієнтської частини комп'ютерної системи та безпосередньо системне програмне забезпечення RFID-сканера. Існуюча база даних повинна зберігати свою структуру і бути цілісною.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Вимоги до надійності комп'ютерної системи управління бібліотекою формують сукупність атомарних вимог щодо здатності системи безперебійно функціонувати протягом визначеного періоду часу, захисту даних на апаратному та програмному рівні та ряду інших.

Зчитування даних з RFID-сканера може відбуватися лише за успішної авторизації користувача «бібліотекар» у клієнтській програмі. Захист даних читачів забезпечується на рівні операційної системи сервера баз даних та системи керування БД. Клієнтська частина передбачає функціонування модуля авторизації на основі зчитування логіна і пароля користувача. У випадку втрати або виходу з ладу RFID-карти повинна існувати можливість прив'язки нової мітки до існуючого запису користувача бібліотеки.

У випадку збою у роботі апаратного забезпечення (сканера RFID-міток) функціонування комп'ютерної системи повинно продовжуватися в штатному режимі з використанням клієнтської частини системи з ідентифікацією читача без зчитування ідентифікатора, до заміни RFID-модуля.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Основні вимоги до функцій та задач, які покладені на комп'ютерну систему управління бібліотекою, можна представити у вигляді наступного переліку:

- можливість запуску клієнтської програми управління бібліотекою авторизованим користувачем;
- можливість запису та зчитування даних з RFID-міток читача та книг;
- звукова і візуальна сигналізація успішності зчитування радіочастотних міток як з книг, так і з карток читачів;
- можливість формування записів про читачів: прізвище, ім'я, по-батькові, дата народження, адреса місця проживання, школа і клас (для школярів) з подальшою видачею RFID-картки;
- можливість пошуку даних на основі унікального ідентифікатора RFID-мітки;
- можливість реєстрації події видачі книги читачу з обов'язковим вказанням дати одержання та повернення;
- можливість зміни доступності книг при їх взятті та поверненні читачем;
- можливість формування фільтрів для відображення інформації про книги, які наявні у фонді бібліотеки;
- можливість вибірки даних про книги, які взяті читачами;
- здатність формувати рекомендації на основі вподобань читачів у вигляді ранжованого списку з 5 рекомендацій;
- можливість генерувати рекомендації в умовах «холодного старту»;
- здатність підтримувати зв'язок між сканером і клієнтською програмою в період її активного використання;
- можливість встановлення та забезпечення комунікації з сервером БД;
- можливість надавати точні результати у відповідь на запит користувачів;
- час відгуку системи повинен становити не більше 2с;
- час реакції системи до 1 с;

- забезпечення зручності та простоти інтерфейсу при автоматизації процесів видачі і повернення книг;
- наявність інструментів для створення резервних копій БД.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

При проектуванні комп'ютерної системи управління бібліотекою передбачається використання наступного апаратного забезпечення:

- мінікомп'ютер Raspberry PI 3;
- сканер RC522 RF;
- RFID-мітки S50 та RFID/NFC Card;
- портативний звуковий динамік;
- діод.

ПК, до якого приєднаний сканер міток радіочастотної ідентифікації повинен володіти наступними характеристиками:

- процесор з частотою не менше 2 ГГц та кількістю ядер більше 4;
- об'єм оперативної пам'яті – ≥ 8 Гб;
- об'єм накопичувача – ≥ 500 Гб.

В якості сервера баз даних можна використати ПК, збільшивши об'єм накопичувача до 1 ТБ на базі технології M2 та розмір RAM до 16 ГБ, або встановити фізичний сервер з відповідними характеристиками.

3.1.8 Вимоги до програмного забезпечення

Управління та налаштування RFID-сканера виконується за допомогою скриптів мови програмування Python, що підтримується операційною системою Raspbian платформи RPi 3.

Системне програмне забезпечення клієнтської програми повинно функціонувати під керування ОС Windows 10 та реалізовувати мовою програмування C#. Рекомендаційний сервіс повинен бути реалізований за допомогою мови програмування Python та набору відкритих бібліотек

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:

1 Архітектура комп'ютерної системи управління бібліотекою на концептуальному рівні.

2 Структурна схема організації апаратного забезпечення КС з використанням RFID.

3 Класифікація радіочастотних міток.

4 ER-діаграма бази даних.

5 Архітектура прикладного програмного забезпечення.

*Примітка: У комплект документації можуть вноситися міни та доповнення в процесі розробки.

5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка і затвердження технічного завдання	24.04-27.04.2024
2	Аналіз технічного завдання	28.04-03.05.2024
3	Аналіз концепції і технічних можливостей автоматизації процесів у бібліотеках	05.05-08.05.2024
4	Проектування апаратної та програмної складових комп'ютерної системи управління бібліотекою	08.05-18.05.2024
5	Реалізація системного та прикладного програмного забезпечення управління бібліотекою	18.05-25.05.2024
6	Розробка інструкцій із встановлення та налаштування комп'ютерної системи	26.05-05.06.2024
7	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	05.06-10.06.2024

Продовження табл. 1

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
8	Оформлення кваліфікаційної роботи	10.06-14.06.2024
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи	14.06-19.06.2024
10	Захист кваліфікаційної роботи	24.06-27.06.2024

6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

Під час виконання кваліфікаційної роботи у дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б
Текст наукової публікації

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет в Кошице (Словаччина)
Каунаський технологічний університет (Литва)
Львівський національний університет
імені Івана Франка,
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця (Польща)
Луцький національний технічний університет,
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича,
Вроцлавський економічний університет (Польща)
Університет технологій та економіки
імені Хелени Ходковської (Польща)
Донбаська державна машинобудівна академія



*Студентське наукове
товариство*



VII МІЖНАРОДНА
студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ
НАУКИ.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

25-26 квітня 2024 р.

(збірник тез конференції)

Тернопіль 2024

Мац О. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СУПРОВОДУ ПРОЦЕСІВ РЕЄСТРАЦІЇ ТА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ДОМЕННИХ ІМЕН	94
Озіранець В.С.В., Карнаухов А.К., Орловська А.В. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ НАКЛАДАННЯ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ СААТІ	96
Озіранець В.С.В., Орловська А.В. ГІБРИДНИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛІВ У ТРИВИМІРНІЙ ГРАФІЦІ	98
Онищук В. СТРАТЕГІЯ АТАКИ НА МЕРЕЖУ SYN-FLOOD ПРИ ІНСТРУМЕНТІ HPING3	100
Орлінський М. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ	102
Возьна Х., Яцишин В. КОНЦЕПТУАЛЬНА АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІБЛІОТЕКОЮ	104
Пишний М. «МОДЕЛЬ УЧНЯ» В КОМП'ЮТЕРНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМАХ	105
Пік М. ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІЧНОГО ПАКЕТУ AUTOCAD	107
Полевий В. ЯК FRV ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІНЮЮТЬ ОБЛИЧЧЯ ВІЙНИ	108
Приймаченко М. SIMULATION TOOLS FOR NETWORK TECHNOLOGY RESEARCH	109
Рокош М. РОЗРОБКА БРАУЗЕРНОГО РОЗШИРЕННЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕМЕЙЛІВ З ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	110
Рокош М. ГЕНЕРАТИВНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І ЙОГО ВПЛИВ НА СВІТОВУ ЕКОНОМІКУ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІЗНЕСУ	112
Марціян Г. Я., Сербін В. С., Смага І. В. РЕВОЛЮЦІЯ ВИРОБНИЦТВА: ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ОПТИМІЗАЦІЮ ТА АВТОМАТИЗАЦІЮ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	114

УДК 004.9

Возьна Х. – ст. гр. СІ-41, Яцишин В. – ст. гр. БІ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОНЦЕПТУАЛЬНА АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІБЛІОТЕКОЮ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Яцишин В.В.

Vozna Kh., Yatsyshyn V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

CONCEPTUAL ARCHITECTURE OF THE AUTOMATED LIBRARY MANAGEMENT SYSTEM

Supervisor: PhD, Associated Professor Yatsyshyn V. V.

Зростання інтенсивності впровадження інформаційних технологій сприяє підвищенню якості надання послуг у бібліотечній та архівній справах. Завдяки розвитку таких сегментів як IoT та машинне навчання, на сьогодні актуальними задачами є проектування та імплементація систем автоматизованої ідентифікації книг і читачів бібліотеки, а також розробка сервісу, який надавав би можливість формувати пропозиції читачам на основі їхніх вподобань. Для організації такої «розумної системи» пропонується скористатися підходом радіочастотної ідентифікації, технологій колаборативної фільтрації та об'єктно-орієнтованого програмування. При цьому на концептуальному рівні запропоновано архітектуру, яка показано на рис. 1.

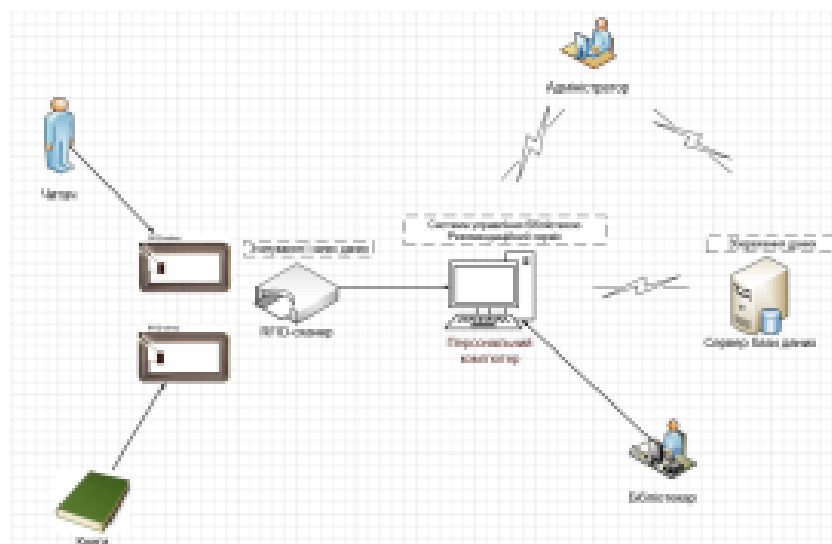


Рис.1 – Архітектура системи управління бібліотекою на концептуальному рівні

Як видно з рис. 1, RFID-сканер використовується для запису і зчитування даних з RFID-карток читачів і книг. Персональний комп'ютер, користувачем якого є бібліотекар, виконує роль терміналу при зверненні до сканера. Сервер баз даних виконує роль сховища, які необхідні для ефективного функціонування бібліотеки.

Додаток В

Фрагмент скрипта генерування бази даних

```
create table [Library] (  
ID_Library int not null primary key identity (1,1),  
LibraryTitle nvarchar (100),  
LibAddress nvarchar (150),  
LibDirector int  
)  
create table LibDepartment  
(  
ID_Department int not null primary key identity (1,1),  
ID_Library int foreign key references [Library] (ID_Library),  
DepartmentTitle nvarchar(100),  
)  
create table Position(  
ID_Position int not null primary key identity (1,1),  
Responsibility nvarchar(max)  
)  
create table Worker  
(  
ID_Worker int not null primary key identity (1,1),  
ID_department int foreign key references LibDepartment(ID_Department),  
WorkerName nvarchar (150),  
ID_Position int foreign key references Position (ID_Position),  
Phone nvarchar(15),  
)  
  
alter table [Library]  
add constraint FK_Worker foreign key (LibDirector) references  
Worker(ID_Worker)  
  
create table RFIDCard  
(  
ID_Card int not null primary key identity (1,1),  
CardKey nvarchar (20),  
)  
create table Reader(  
ID_Reader int not null primary key identity (1,1),  
Surname nvarchar(100),  
[Name] nvarchar (50),  
[Address] nvarchar (100),  
School nvarchar (150)  
)  
create table Reader_Card  
(  
ID_Reader_Card int not null primary key identity (1,1),  
ID_Reader int foreign key references Reader (ID_Reader),  
ID_Card int foreign key references RFIDCard (ID_Card)  
)
```

```

create table Book_Card
(
ID_Book_Card int not null primary key identity (1,1),
ID_Book int foreign key references Reader (ID_Reader),
ID_Card int foreign key references RFIDCard (ID_Card)
)

create table Publisher
(
ID_Publisher int not null primary key identity (1,1),
PublisherName nvarchar (100),
PublisherAddress nvarchar(100),
Country nvarchar(100)
)
create table Author
(
ID_Author int not null primary key identity (1,1),
AuthorName nvarchar(150),
AuthorCountry nvarchar (100)
)

create table Shelf
(
ID_Shelf int not null primary key identity (1,1),
ID_Department int not null foreign key references
LibDepartment(ID_Department),
ShelfNumber int
)

create table Book
(
ID_Book int not null primary key identity (1,1),
ID_Publisher int foreign key references Publisher(ID_Publisher),
BookTitle nvarchar(max),
Pages int,
)

create table Book_Shelf
(
ID_Shelf int foreign key references Shelf (ID_Shelf),
ID_Book int foreign key references Book (ID_Book),
constraint PK primary key (ID_Shelf, ID_Book)
)
create table Genre
(
ID_Genre int not null primary key identity (1,1),
GenreTitle nvarchar (150),
GenreDescription nvarchar (max)
)
create table Book_Genre
(
ID_Genre int foreign key references Genre (ID_Genre),

```

```

ID_Book int foreign key references Book (ID_Book),
constraint PK_Genre_Book primary key (ID_Genre, ID_Book)
)

create table Book_Author
(
ID_Author int foreign key references Author (ID_Author),
ID_Book int foreign key references Book (ID_Book),
constraint PK_Book_Author primary key (ID_Author, ID_Book)
)
create table OrderState(
ID_OrderState int not null primary key identity (1,1),
OrderState nvarchar (50)
)
create table OrderBook
(
ID_Order int not null primary key identity (1,1),
ID_Reader_Card int foreign key references Reader_Card
(ID_Reader_Card),
ID_Book_Card int foreign key references Book_Card (ID_Book_Card),
ID_OrderState int foreign key references OrderState (ID_OrderState),
OrderDate DateTime,
ReturnDate DateTime,
)

```