

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка методики поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек с применением технологии дополненной реальности»
тема

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и
центров управления полетами»
код и наименование направления

Научный
руководитель

подпись, дата

доцент МБК ПФиКТ,
канд. техн. наук

В.А. Углев

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

должность, ученая степень

М.В. Дубровин
инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

начальник сектора
АО «ИСС» имени
академика М.Ф. Решетнева,
канд. техн. наук

Ю.В. Кочев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

профессор,
МБК ПФиКТ,
д-р техн. наук, доцент
должность, ученая степень

В.Е. Чеботарев

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту: Дубровину Михаилу Васильевичу.
Группа КИ19-01-3М Направление (специальность) 09.04.01.03
«Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами».

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка методики поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек с применением технологии дополненной реальности».

Утверждена приказом по университету от 10.03.2021 г. № 3227/с.

Руководитель ВКР: доцент МБК ПФиКТ, канд. техн. наук Виктор Александрович Углев.

Исходные данные для ВКР: научно-техническая библиотека СФУ, автоматизированная библиотечная информационная система.

Перечень разделов ВКР: научно-техническая библиотека и ее роль в современном обществе; описание обобщенной технологии классификации книжных изданий; экспериментальная проверка разработанной методики.

Перечень графического материала: таблицы, рисунки.

Руководитель ВКР

подпись

В.А. Углев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

М.В. Дубровин

подпись, инициалы и фамилия студента

« 26 » февраля 20 21 г.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Разработка методики поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек с применением технологии дополненной реальности» содержит 72 страницы текстового документа, 14 рисунков, 12 таблиц, 37 использованных источников.

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА, СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ.

Целью работы является разработка методики поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек (НТБ) с применением технологии дополненной реальности для ускорения поиска позиции книжных изданий библиотекарем.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) выявить существующие проблемы поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ;
- 2) разработать методику поиска позиции книг в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности;
- 3) предложить программно-аппаратную архитектуру автоматизированной системы поиска позиции книг в фондах НТБ;
- 4) экспериментально подтвердить повышение скорости работы библиотекаря НТБ и снижение числа ошибок по новой методике.

В процессе выполнения данной работы проведено детальное исследование предметной области. Были выявлены проблемы, связанные с ручным поиском позиции книжных изданий в фондах НТБ.

Предложена программно-аппаратная архитектура автоматизированной системы поиска позиции книг в фондах НТБ, а также разработана методика поиска позиции книг в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности с использованием среды разработки Unity.

Разработанная методика успешно проверена при поиске позиции книжных изданий в СФУ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Научно-техническая библиотека и ее роль в современном обществе	7
1.1 Проблема поиска позиции книги в научной библиотеке	8
1.2 Технология дополненной реальности	12
1.3 Интеллектуальная система поддержки принятия решений	24
1.4 Постановка задачи исследования	27
1.5 Выводы по первой главе	28
2 Методика поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек с применением технологии дополненной реальности	30
2.1 Этапы поиска позиции книжных изданий по предложенной методике ..	30
2.2 Задача поиска позиции книжного издания в фондах научно-технической библиотеки	34
2.2 Оценка модели классификации книжных изданий	43
2.3 Выводы по второй главе	44
3 Экспериментальная проверка разработанной методики	46
3.1 Элементы необходимые для реализации предложенной методики	46
3.2 Подготовка эксперимента	58
3.3 Проведение эксперимента	62
3.4 Результаты эксперимента и их анализ	63
3.5 Выводы по третьей главе	64
Заключение	66
Список сокращений	68
Список использованных источников	69

ВВЕДЕНИЕ

В условиях непрерывного развития информационных технологий растет и область их практического применения в повседневной жизни. Внедрение современных достижений в сфере ИТ-технологий позволяет сократить время и снизить количество ресурсов, затрачиваемых на выполнение ранее рутинных задач. Одной из подобных технологий является технология дополненной реальности, область применения которой непрерывно растет, что в первую очередь говорит о ее конкурентной способности.

Одной из перспективных областей применения технологии дополненной реальности является научно-техническая библиотека. Поиск позиции книжных изданий в НТБ, является трудоемкой задачей требующей, в том числе соответствующей квалификации от работников НТБ – библиотекарей [1].

Библиотекарь, осуществляя свою деятельность в поиске позиции книжных изданий в фондах НТБ, должен учесть множество критериев характеризующих конкретное книжное издание и ситуацию в фондах, и без соответствующего опыта работы может допустить множество ошибок при поиске позиции книжного издания, которые могут оказаться на качестве услуг оказываемых библиотекой.

Технология дополненной реальности может помочь в решении обозначенных проблем, тем самым снизив требования к квалификации библиотекаря и необходимости в наличии у него соответствующего опыта работы в данной области.

С целью ускорения процесса поиска позиции книжных изданий библиотекарем поставлена задача разработки методики поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности.

1 Научно-техническая библиотека и ее роль в современном обществе

Научно-технические библиотеки всегда были неотъемлемой частью и основным средством информационного обеспечения организаций, в том числе и космической отрасли, что определено в «стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы». Целью данной стратегии является создание условий для формирования в России общества знаний, и обозначены основные направления деятельности, а именно: структурирование информационного пространства с учётом потребностей в получении качественных и достоверных сведений, разработка и применение российских информационных и коммуникационных технологий, обеспечение конкурентоспособности страны на международном уровне.

Формируемое общество знаний требует постоянного развития методов, средств и технологий управления знаниями для эффективного взаимодействия с пользователями, своевременно (а лучше с опережением) обеспечивая удовлетворение их информационных потребностей.

Стоит отметить, что НТБ должна быть комфортным хранилищем знаний в современной форме. В связи с чем, информация фиксируется как на печатных, так и на электронных носителях. Соответственно, в научно-технической библиотеке содержатся бумажные и электронные фонды. Прогнозируемый переход к полностью электронной библиотеке может произойти нескоро в связи с тем, что электронные издания способствуют повышению риска возникновения проблем с авторским правом. Еще одним из немало важных аргументов в пользу печатных изданий являются результаты сравнительного анализа электронного и печатного текста с точки зрения их влияния на человека.

Проведенные исследования в данной области показали, что установка на скоростное потребление информации ведет к разрыву между восприятием

образа и его осмысливанием и, как следствие, снижается интеллектуальная активность, ухудшаются память, речь, коммуникативные способности.

С одной стороны печатное издание обладает большим числом преимуществ, благодаря которым оно является первоочередным источником знаний, но с другой стороны, наличие разного типа носителей делает защиту информации более надежной и, в результате чего, ведет к повышению степени ее сохранности и безопасности.

В современных условиях библиотека как культурный и социальный институт является одной из ключевых частей единого информационного пространства. Из чего следует, что библиотека должна находиться в постоянном развитии и самосовершенствовании, осуществляя постоянный поиск новых методов для их внедрении и использования в работе, обеспечивая удовлетворения интересов читательской аудитории [2].

1.1 Проблема поиска позиции книги в научной библиотеке

На данный момент новой формой работы в библиотечных фондах является автоматизированная библиотечно-информационная система (АБИС). Данные информационные системы позволили исключить из библиотечных фондов громоздкие картотеки, используемые для хранения информации о текущем местоположении книжного издания, результатом внедрением которых является повышение эффективности использования площадей библиотечного фонда и сделало информационно-библиографическую работу персонала библиотеки более продуктивной, так как часть функций библиотекаря теперь автоматизирована [3].

Принимая во внимание, перечисленные ранее достоинства современных АБИС все еще не исключена необходимость в наличии персонала библиотеки в связи с выполнением таких работ, как размещение и поиск книжных изданий в фондах научной библиотеки с учетом применяемого в данном фонде вида расположения книжных изданий.

Для классификации существующего разнообразия книжных изданий научно-технических библиотек рассмотрим их классификационные признаки, представленные на рисунке 1.

На данный момент применяются два способа расстановки печатных изданий в библиотечном фонде:

- 1) по содержательным признакам (семантическая расстановка):
 - систематическая – расположение книжных изданий в фондах производится по отраслям знания в соответствии с классификатором;
 - тематическая – расположение книжных изданий в фондах производится в пределах той или иной темы разных областей знаний;
 - предметная – предусматривает группировку книжных изданий в фондах по рассматриваемым в них предметам;
 - жанровая – расстановка художественной литературы в фондах, которая позволяет сформировать интерес посетителей библиотеки;
 - серийная – формируется по издательским сериям книжных изданий, по их популярности среди посетителей библиотеки;
 - по типам изданий – используется, в основном, для расстановки справочной литературы.
- 2) по формальным признакам:
 - алфавитная – с использованием признака алфавита по фамилии автора или заглавию документов;
 - хронологическая – по дате выхода книжного издания в свет;
 - географическая – с использованием признака алфавита по наименованию стран, городов, областей, в которых они были изданы, либо мест, которым было посвящено книжное издания;
 - языковая – расстановка книжных изданий фонда по языкам, на которых они были написаны;
 - форматная – книжные издания фонда группируются по высоте книг;

- нумерационная – расстановка книжных изданий производится в номерной последовательности. Данный способ расстановки характерен для периодических и продолжающихся изданий. Разновидностью нумерационной расстановки является инвентарная расстановка;
- крепостная – при данном способе расстановки каждый документ имеет постоянное закрепленное за ним место. Данный вид расстановки, встречается наиболее часто в случаях долговременного периода эксплуатации фонда.

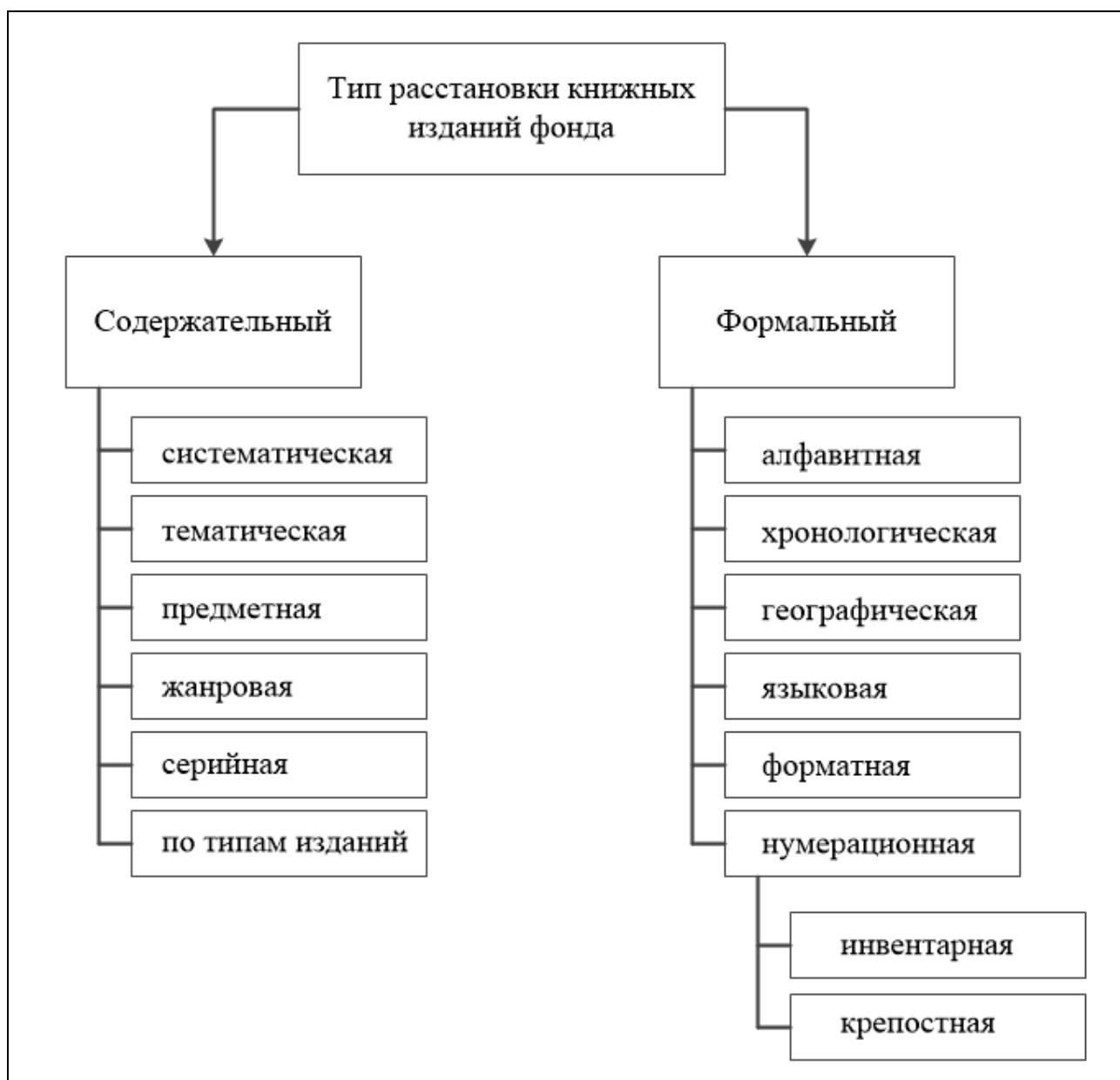


Рисунок 1 – Классификационные признаки книжных изданий

Следует отметить, что указанные ранее виды расстановок на практике применяются в различных сочетаниях. Например, систематически-алфавитная, алфавитно-хронологическая, форматно-инвентарная и т.д.

Применение подобных сочетаний расстановки книжных изданий не отражает в полной мере ситуацию в фондах научной библиотеки. В данной ситуации библиограф должен выбрать те признаки книжных изданий, которые, по его мнению, являются существенными с учетом всей номенклатуры признаков присущих сформированному фонду, остальные же признаки в таком случае будут считаться второстепенными [4-6].

Рассмотрим один из видов расстановки книжных изданий, а именно систематически-алфавитную расстановку. Данный способ расстановки позволяет располагать издания по отраслям знаний в рамках фонда, а размещение в рамках стеллажа производится в соответствии с фамилией автора, то есть авторского знака. Из чего следует, что библиограф должен хорошо ориентироваться в используемом классификаторе и безошибочно применять его к перечню изданий размещенных в фонде, что накладывает дополнительные требования к квалификации библиотекаря.

Расположение книжных изданий с учетом существующих классификаторов, таких как универсальная десятичная классификация (УДК), библиотечно-библиографическая классификация (ББК), государственный рубрикатор научно-технической информации (ГРНТИ) упрощает процесс поиска книжных изданий, но в тоже время делает процесс их размещения более трудоемким и требует наличия специализированных знаний, как со стороны персонала библиотеки, так и ее посетителей. С другой стороны размещение книжных изданий без учета существующих классификаторов упрощает процесс их размещения, но усложняет процесс поиска, так как книги расположены в книгохранилище без учета их принадлежности к определенной области знаний [7-11].

Перечисленные способы размещения книжных изданий, безусловно, обладают большим множеством преимуществ, но не один из них не позволяет полностью исключить человеческий фактор при расстановке печатных изданий.

Возникновение подобного рода ошибок может значительно снизить эффективность работы, как самого библиотекаря, так и библиотечного фонда в целом, так как поиск и устранение возникших несоответствий требует значительного ресурса времени, что существенным образом сказывается на качестве услуг оказываемых НТБ.

Для повышения качества оказываемых НТБ услуг, ускорения процесса поиска позиции и снижение числа ошибок со стороны библиотекаря рассмотрим более детально технологию дополненной реальности.

1.2 Технология дополненной реальности

1.2.1 Понятие дополненной реальности

Развитие сфер человеческой деятельности не стоит на месте, а вместе с их развитием возникает острая необходимость в развитии и применяемых в этих сферах технологий. Одними из таких технологий являются технологии дополненной, являющейся неотъемлемой частью смешанной реальности. Смешанная реальность впервые была описана в 1994 году и представлена на рисунке 2.

Смешанная реальность (Mixed Reality) изображена в виде системы, в которой объекты реального и виртуального миров взаимодействуют друг с другом. Промежуточными элементами в данной модели являются дополненная реальность и дополненная виртуальность.

Основные элементы смешанной реальности являются:

- полная реальность (Real Reality) – мир вокруг нас;
- полная виртуальность (Virtual Reality) – цифровой мир, полностью разработанный с применением современных компьютерных технологий;

– дополненная реальность (Augmented Reality) – реальный мир, который «дополняется» виртуальными элементами;

– дополненная виртуальность (Augmented Virtuality) – виртуальный мир, который «дополняется» физическими элементами реального мира.

Виртуальная реальность в отличии от дополненной реальности позволяет полностью конструировать цифровой мир без права доступа пользователя к элементам реального мира, тогда как дополненная реальность позволяет добавить элементы цифрового мира в реальный мир окружающий нас, изменяя или дополняя его.



Рисунок 2 – Смешанная реальность

1.2.2 История развития технологии дополненной реальности

Первые интерактивные устройства, позволяющие взаимодействовать с искусственно созданной реальностью, были созданы еще в начале XX века. За все время существования виртуальной и дополненной реальности понятия данных направлений не претерпели каких-либо серьезных изменений, но высокие темпы роста развития аппаратного и программного обеспечения в последнее время позволило данным технологиям значительно эволюционировать.

Использование достижений в области дополненной и виртуальной реальности не ограничивается сферой развлечений и игр. Данные технологии наряду с BigData, облачными технологиями, искусственным интеллектом станут основополагающими технологиями четверной промышленной революции. Проекты с использованием данных технологий позволяют создавать новые рынки и менять уже существующие.

Следует выделить основные этапы развития технологий дополненной и виртуальной реальности:

– 1957 год – на базе Анненбергской школы университета штата Пенсильвания Мортон Хейлиг создал первый в мире виртуальный симулятор «Сенсорама», представленный на рисунке 3. Данный симулятор внешне представлял собой игровой автомат с ограждающим куполом и предназначался для одного пользователя. Патент на устройство был получен в 1962 году;



Рисунок 3 – Виртуальный симулятор «Сенсорама»

– 1967 год – Айван Сазерленд создал «Дамоклов меч» - первый шлем виртуальной реальности, представленный на рисунке 4. Головной дисплей шлема виртуальной реальности крепился к потолку. Данный дисплей

транслировал образы генерируемые компьютером. Особенностью шлема является то, что генерируемые образы менялись в соответствии с движениями головы;

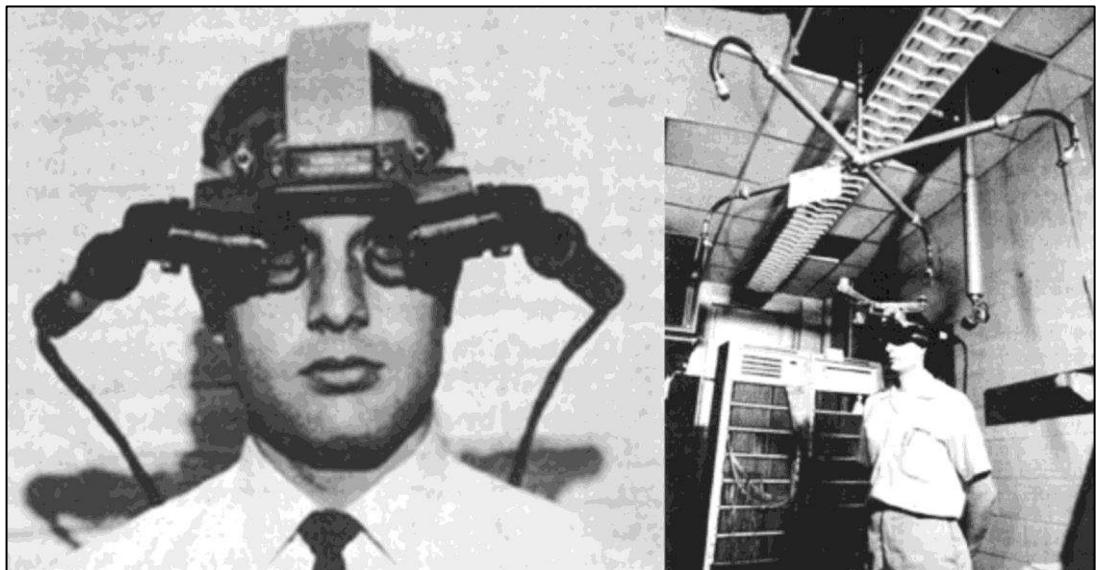


Рисунок 4 – Шлем виртуальной реальности «Дамоклов меч»

- 1978 год – Эндрю Липпман со своей командой создал первую интерактивную карту Аспена (штат Колорадо). Данная интерактивная карта позволяла совершить виртуальный тур по городу на автомобиле;
- 1972 год – Мирон Крюгер впервые ввел термин «искусственная реальность». Целью введения данного термина является определение результатов, которые могут быть получены при помощи системы наложения видеоизображения объекта (человека) на проецируемую компьютером картинку;
- 1992 год – Том Кауделл, исследователь из Boeing, предложил термин «дополненная реальность». Данный термин был использован автором при выполнении описания цифровых дисплеев, которые применялись в процессе сборки самолетов. Сборщики самолетов при помощи специальных шлемов, через дисплейные панели могли видеть чертежи и инструкции;
- 1992 год – Льюис Розенберг разработал для ВВС США одну из первых функционирующих систем дополненной реальности. Созданный экзоскелет

позволял военным дистанционно (из удаленного центра управления) виртуально управлять машинами;

– 2000 год – при помощи виртуального шлема с датчиками, в игре Quake, пользователь получил возможность преследовать чудовищ по настоящим улицам;

– 2014 год – компания Google начала тестирование очков Google Glass. В оправу данных очков был встроен мини-компьютер для реализации технологии дополненной реальности;

– 2016 год – компания Microsoft представила HoloLens – умные очки для работы с дополненной реальностью, что способствовало продолжению работ в области технологии дополненной реальности;

– 2019 год – компания Microsoft представила HoloLens 2 – поколение видеоочков с расширенным функционалом, а именно полноценным трекингом рук, трекингом глаз и более широким углом обзора; компания Google представила Glass Enterprise Edition 2 – новое поколение умных видеоочков, разработанных для корпораций, с более быстрым процессором, аккумулятором увеличенной емкости, обновленной оправой и камерой [12].

Очки для работы со смешанной реальностью компании Microsoft и очки дополненной реальности компании Google представлены на рисунке 5.



a) HoloLens 2
компании Microsoft



б) Glass Enterprise Edition 2
компании Google

Рисунок 5 – Умные видеочки

Следует отметить, что между дополненной и виртуальной реальностью существует тонкая граница, которая на сегодняшний день весьма размыта учитывая возможности аппаратного и программного обеспечения, применение которых позволяет пользователю с большим комфортом использовать все достоинства смешанной реальности.

1.2.3 Системы дополненной реальности и их классификация

Процесс интеграции виртуального мира в реальный возможен только при условии знания пространственного положения наблюдателя. Точное знание положения наблюдателя позволяет правильно позиционировать изображения виртуальных объектов с нужным ракурсом и масштабом для их последующего наложения на картинку реального мира.

На сегодняшний день выделено несколько способов, по которым целесообразно проводить классификацию дополненной реальности.

- 1 Способ позиционирования наблюдателя и виртуальных объектов:
 - способ позиционирования с помощью специальных систем позиционирования.

Данные системы позиционирования позволяют получить три линейные и три угловые координаты положения объекта в пространстве. Получение данных координат возможно при помощи разных принципов функционирования системы с использованием различного рода устройств, таких как: электромагнитные, инерционные, акустические, оптические датчики, а также навигационные спутники.

На практике часто используется сочетание нескольких типов устройств. Главным недостатком данного способа позиционирования наблюдателя является необходимость в использовании дополнительного оборудования и его высокая стоимость;

- способ позиционирования с помощью графических маркеров.

Данный способ заключается в применении специальных графических маркеров, фиксируемых при помощи видеокамеры. Видеокамерой производится считывание изображения маркера и его обработка для определения его положения и получения координат для привязки виртуального объекта.

К недостаткам данного способа позиционирования можно отнести необходимость размещения графических маркеров на объектах реального мира, а также следует учесть, что графические маркеры должны быть хорошо различимы в связи, с чем следует предусмотреть применение дополнительного освещения;

– способ позиционирования посредством распознавания образов реальных объектов.

Данный способ работает по тому же принципу, что и предыдущий, за исключением того, что позиционирование производится не по графическим маркерам, а по заранее известным системе объектам окружающего реального мира.

К недостаткам данного способа позиционирования можно отнести то, что требуются более сложные алгоритмы распознавания, а также требуется большая производительность аппаратной составляющей;

– способ позиционирования посредством комплексирования данных встроенных датчиков мобильных устройств без использования маркеров.

Данный способ позиционирования реализуется при помощи мобильных устройств с небольшой мощностью процессора. В изображении с видеокамеры фиксируются точки отслеживания, а далее определяется позиция камеры на основе данных акселерометра. Данный способ не требует какой-либо подготовки окружающей среды.

К недостаткам данного способа позиционирования можно отнести то, что он не всегда обеспечивает надежное и точное позиционирование.

2 Способ отображения реального мира:

– способ отображения с помощью видеокамер;

- способ отображения с помощью прозрачных или полупрозрачных панелей, используемых в шлемах или специальных очках;
- способ отображения посредством проецирования изображения виртуальных объектов непосредственно на сетчатку глаза пользователя;
- способ отображения с помощью специальных контактных линз.

Из выше перечисленных способов позиционирования наиболее целесообразно применение способа позиционирования с помощью графических маркеров, так как данный способ менее требователен к ресурсам аппаратной составляющей системы и реализуем при помощи подручных средств [13].

1.2.4 Существующие платформы технологии дополненной реальности

На данный момент существует ряд специальных платформ от отечественных и зарубежных разработчиков, облегчающих процесс создания собственных приложений в формате виртуальной и дополненной реальности.

1 EV Toolbox – первый конструктор для создания проектов дополненной и виртуальной реальности, созданный в России. Для работы в конструкторе не нужно быть программистом. Это удобный графический интерфейс с очень широким функционалом.

2 Unity – одна из платформ разработки двух- и трёхмерных приложений и игр. Данная платформа позволяет разрабатывать приложения, работающие под более чем двадцатью различными операционными системами, включающими персональные компьютеры, игровые консоли, мобильные устройства, интернет-приложения.

Основными преимуществами платформы являются наличие визуальной среды разработки, межплатформенной поддержки, модульной системы компонентов и поддержка нескольких языков программирования.

3 ARCore – это набор для разработки программного обеспечения, разработанный Google, который предназначен для разработки приложения дополненной реальности.

ARCore использует три ключевые технологии для интеграции виртуальных элементов в реальный мир, а именно:

- отслеживание движения – позволяет смартфону определить своё местоположение в окружающем реальном мире;
- понимание окружающей среды – позволяет смартфону определять размер и местоположение всех типов поверхностей (вертикальных, горизонтальных и угловых);
- оценка освещённости – позволяет смартфону произвести оценку текущих условий освещения окружающей среды.

4 ARKit – набор инструментов, представляющий собой новый подход при реализации технологии дополненной реальности. ARKit позволяет разработчикам создавать AR-приложения, которыми можно пользоваться вместе с друзьями. Приложения, разработанные при помощи ARKit, способны распознавать габариты окружающего пространства и учитывать условия освещения, чтобы максимально достоверно интегрировать виртуальные объекты в реальный мир. К достоинствам данной платформы следует отнести то, что она совместима с подавляющим большинством современных iOS-устройств. Данное обстоятельство делает ARKit самой массовой платформой дополненной реальности в мире, открывая новые возможности для работы, учёбы, игр и общения с окружающим миром.

5 Vuforia — это платформа, предназначенная для разработки приложений дополненной реальности для операционных систем (ОС) iOS и Android. Данная платформа за счет расширенных функций машинного зрения и совместимостью с различными платформами выбирается большинством разработчиков [14].

Следует обратить внимание на то, что такие платформы дополненной реальности как ARCore, ARKit и Vuforia входят в состав среды разработки Unity, что делает её универсальной.

Для методики поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности будет выбрана платформа Vuforia, так как приложения данной платформы подходят для ОС iOS и Android.

1.2.5 Опыт использования дополненной реальности

Область применения технологии дополненной реальности неизменно растет, как и польза которую она оказывает в той или иной сфере человеческой деятельности.

Данная технология получила применение в различных областях человеческой деятельности.

1 Медицина. При изучении анатомии студенты клиники Кливленда в университете Case Western Reserve используют гарнитуру AR, которая позволяет проникать в человеческое тело в интерактивном 3D-формате.

2 Торговля. Компания Harley Davidson разработала приложение AR, для того чтобы пользователь данного приложения мог самостоятельно произвести настройку цвета мотоцикла и увидеть его функции.

3 Логистика. Судоходная компания DHL в работе своих складов уже использует AR-очки. На линзы данных очков рабочему проецируется кратчайший маршрут на складе при поиске и выборе предметов, предназначенных для отправки.

4 Образование. Приложения дополненной реальности уже применяются в образовательных учреждениях, при изучении анатомии, химии и астрономии.

5 Ремонт автомобилей. Компания Inglobe Technologies выпустила приложение, которое помогает пользователю увидеть местонахождение определенных деталей автомобиля и выполнить базовый ремонт машины [15].

Широкое обилие областей применения технологии дополненной реальности характеризуют данную технологию только с положительной стороны, а достигнутые результаты, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что эти результаты имеют не случайный характер.

Таблица 1 – Достигнутые результаты

Наименование предприятия / сфера деятельности	Качественные показатели	Временные показатели
Концерн Fiat Chrysler Automobiles / сборка зубчатой передачи и цепи	– сокращение числа ошибок на 80%.	– сокращение продолжительности рабочего цикла на 38%; – увеличение пропускной способности на 82%.
Производственный центр Chrysler World Class Manufacturing Academy / проведение обучающих тренировок	– улучшение качества производственного процесса на 80%; – углубление профессиональных компетенций работников.	– сокращение продолжительности рабочих циклов на 40-50%; – сокращение общей длительности процесса на 38%.
Компания AGCO / производство сложных сельскохозяйственных машин	– уменьшение количества ошибок в ключевых точках сборки и капитального ремонта двигателей; – улучшили эффективность механики на 8–12%.	– сокращение времени производства на 25%; – сокращение времени на выполнение проверки на 30%.

Из представленных достигнутых результатов следует, что внедрение технологии дополненной реальности в различных сферах человеческой деятельности чаще всего сопровождается ростом качественных показателей, а также снижением времени затрачиваемого на тот или иной процесс после её внедрения.

Стоит обратить внимание не только на рост качественных и снижение временных показателей, но и на слабые и сильные стороны технологии дополненной реальности, возможности её применения и угрозы, которые следует учесть в процессе разработки приложений на базе технологии дополненной реальности, представленных в виде SWOT-матрицы в таблице 2.

Возможности технологии дополненной реальности практически безграничны в таких областях как образование, медицина, наука,

промышленность, а также в сфере игр и развлечений и др. Таким образом, технология дополненной реальности обладает большим множеством преимуществ, характеризующих данную технологию только с положительной стороны.

Таблица 2 - SWOT-анализ технологии дополненной реальности

<i>Сильные стороны:</i> – разнообразие сфер применения; – нативное управление; – инновационность; – мощный 3D-инструмент; – взаимодействие в режиме реального времени	<i>Слабые стороны:</i> – технологические ограничения и несовершенство программного обеспечения; – недостаток качественного контента; – высокая стоимость; – отсутствие квалифицированных кадров; – негативное влияние на здоровье
<i>Возможности:</i> – высокий потенциал рынка, наличие свободных ниш; – готовность среды к внедрению технологии; – рост интереса инвесторов; – развитость смежных рынков	<i>Угрозы:</i> – конкурентные технологии (интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника); – недостаток сведений об опытных результатах использования; – отсутствие механизма защиты персональных данных и конфиденциальной информации; – непредсказуемость внешней среды; – молодой рынок

При условии полноценного использования возможностей технологии дополненной реальности можно обеспечить рост производительности труда сотрудников, а также усовершенствовать технологические процессы, повысить качество оказываемых услуг, углубить профессиональные компетенции персонала.

В настоящее время для российских и зарубежных научно-технических библиотек отсутствует методика позиционирования книжных изданий на базе технологии дополненной реальности. В связи с чем, возникает необходимость разработки данной методики.

Разработка методики поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности так же требует решения задачи поиска позиции книжного издания. Одной из технологий позволяющих решить поставленную задачу является система поддержки принятия решений.

1.3 Интеллектуальная система поддержки принятия решений

Система поддержки принятия решений (СППР) – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помочь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

Система поддержки принятия решений необходима для обеспечения поддержки в условиях сложной информационной среды. Под сложной информационной средой понимается тот факт, что решение принимается не по одному, а по нескольким показателям (критериям) рассматриваемым одновременно, а также сопровождается использованием большого объема информации. В данных условиях приходится оперировать большим количеством возможных решений, что может в результате привести к грубым ошибкам. Решение данной проблемы возможно только при помощи привлечения современной вычислительной техники, которая позволяет полностью или частично автоматизировать рутинные процессы.

На практике СППР решает две задачи:

- оптимизация – выбор наилучшего решения из множества возможных;
- ранжирование – упорядочение возможных решений по предпочтительности.

При решении указанных задач первостепенным является выбор совокупности критериев при оценке которых будет осуществляться поиск возможных решений, то есть альтернатив.

Для осуществления анализа и дальнейшей выработки предложений в СППР используются различные методы разработанные, в том, числе в рамках искусственного интеллекта. Такие системы поддержки принятия решений называются интеллектуальными.

Одним из классов систем относящихся к системам поддержки принятия решений являются экспертные системы.

Экспертные системы (ЭС) – это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для оказания консультаций менее квалифицированным пользователям.

Принципиальная схема создания ЭС представлена на рисунке 6.

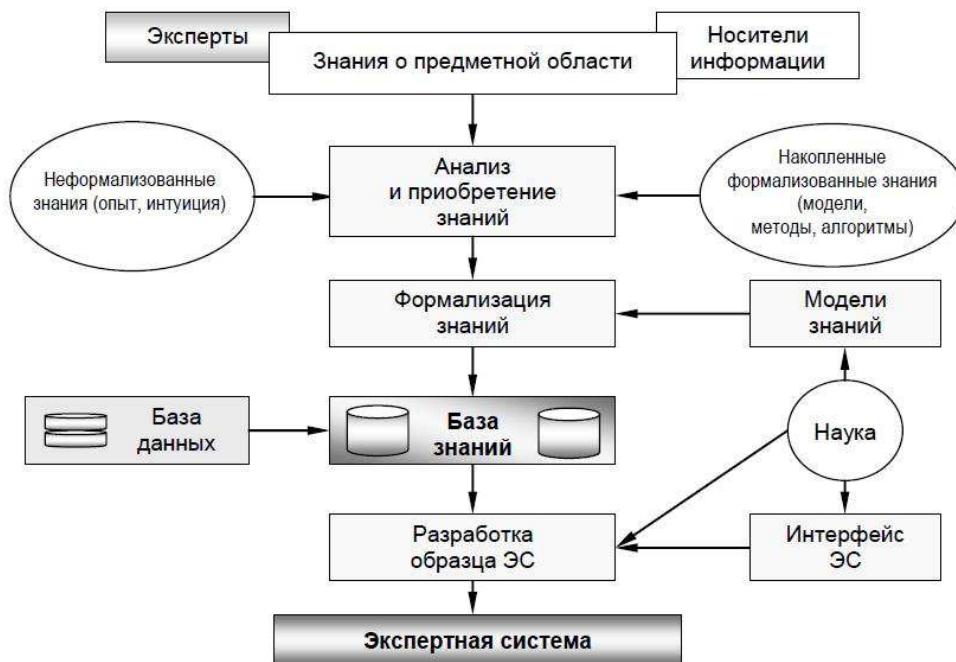


Рисунок 6 – Принципиальная схема создания ЭС

Отличительной особенностью экспертных систем является то, что данные системы в процессе эксплуатации используют символный, а не числовый способ представления, а также символный вывод и эвристический поиск решений, а не исполнение известного алгоритма.

Стоит обратить внимание на то, что экспертные системы способны пополнять свои знания в процессе взаимодействия с экспертом. Технология экспертных систем используется для решения различных типов задач, а именно: интерпретация, предсказание, диагностика, планирование, конструирование, контроль, отладка, инструктаж и управление.

Экспертные системы имеют широкую область применения в самых разных областях, таких как финансы, нефтяная и газовая промышленность, энергетика, фармацевтическое производство, космос, металлургия, горное дело, химия, образование, телекоммуникации, связь и др.

Экспертные системы являются одним из ключевых этапов развития информационных технологий в тех областях науки и техники, где традиционные методы моделирования малопригодны, а первостепенной является смысловая и логическая обработка информации, опыт эксперта.

По принципам вывода знаний ЭС имеют следующую классификацию:

1) продукционные экспертные системы – это экспертные системы, база знаний (БЗ) которых состоит из множества продукционных правил, т.е. цепочек рассуждений, проверяемых по правилам «ЕСЛИ, ТО»;

2) экспертные системы с доской объявлений – это экспертные системы, стратегия принятия решений, в которых идет по принципу коллективной работы с доской нескольких экспертов, поочередно дополняющих данные о решении;

3) экспертные системы, основанные на прецедентах – это экспертные системы, стратегия принятия решений в которых осуществляется на основе обобщения и оценки статистики фактически принимаемых решений (по аналогии). Основным отличием прецедентных ЭС является наличие базы, содержащей сведенья о результатах исследования объектов, то есть «базы прецедентов».

Выделим несколько основных особенностей экспертной системы на прецедентах:

- ограниченность предметной области;
- способность принимать решения в условиях неопределенности;
- способность пополнять БЗ с возможностью наращивания системы;
- результат выдается в виде конкретных рекомендаций для действий в сложившейся ситуации, не уступающих решениям специалистов данной предметной области;

– отсутствие гарантии нахождения оптимального решения с возможностью учиться на ошибках [16-19].

1.4 Постановка задачи исследования

Целью настоящей диссертации является разработка методики поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности.

В соответствии с целью диссертации можно сформировать следующие задачи:

- 1) выявить существующие проблемы поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ;
- 2) разработать методику поиска позиции книг в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности;
- 3) предложить программно-аппаратную архитектуру автоматизированной системы поиска позиции книг в фондах НТБ;
- 4) экспериментально подтвердить повышение скорости и снижение числа ошибок в работе библиотекаря НТБ по новой методике.

Объектом исследования в данной работе будет существующая проблема поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ в соответствии с их принадлежностью к той или иной области знаний.

Предметом исследования будут существующие достижения в области технологий дополненной реальности и её практическое применение при поиске позиции книжного издания в фондах НТБ.

Теоретическая база исследования включает в себя перечень научной литературы в области формирования фондов НТБ, автоматизированных библиотечных информационных систем, технологий дополненной реальности.

Средства, которые будут применены в данной работе:

- среда разработки программного обеспечения Arduino;
- среда разработки программного обеспечения Android Studio;

- среда разработки программного обеспечения Visual Studio 2017;
- среда разработки программного обеспечения Unity.

Критерием результата будет являться время, затраченное персоналом научной библиотеки на поиск позиции книжного издания в фондах НТБ в соответствии с принадлежностью книжного издания к той или иной области знаний.

Научная новизна заключается в том, что предложена методика поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности, обеспечивающей ускорение поиска в условиях интенсивного движения фонда.

Практическая значимость данной работы будет ориентирована на то, что применение технологии дополненной реальности, обеспечит ускорение процесса поиска позиции книжных изданий библиотекарем в фондах НТБ научных, производственных и образовательных учреждений (например, НТБ СФУ, АО «ИСС»).

1.5 Выводы по первой главе

В данной главе была рассмотрена научно-техническая библиотека, ее роль в современном обществе и неоспоримая значимость в достижении цели «стратегии развития информационно общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы», а именно создание условий для формирования в России общества знаний.

Выявлена высокая значимость постоянного развития методов и технологий управления знаниями для удовлетворения информационных потребностей формируемого общества знаний, а НТБ как неотъемлемый элемент общества знаний играет важную роль в удовлетворении этих потребностей.

Обозначены существующие проблемы научно-технических библиотек, возникающих при выполнении поиска позиции книжного издания, решение

которых должно быть своевременным и с учетом последних достижений в области информационных технологий. Одним из таких достижений является технология дополненной реальности, которую в рамках данной работы предлагается использовать для решения выявленных проблем.

Выявлены достоинства и недостатки технологии дополненной реальности, которые следует учесть при разработке методики поиска позиции книг в фондах НТБ на базе предложенной технологии.

Отмечено, что в настоящее время в работе российских и зарубежных НТБ методика поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем с применением технологии дополненной реальности не реализована.

По итогам первой главы была сформулирована цель диссертационной работы, а также задачи направленные на достижение поставленной цели. Для разработки методики поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ необходимо определить этапы предложенной методики, элементы необходимые для ее реализации, провести подготовку эксперимента, а также провести эксперимент с внедрением и применением технологии дополненной реальности в процесс поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем.

2 Методика поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек с применением технологии дополненной реальности

Для осуществления внедрения технологии дополненной реальности в процесс поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем необходимо определить этапы предложенной методики.

2.1 Этапы поиска позиции книжных изданий по предложенной методике

По результатам проведенного исследования предметной области была сформирована методика поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности. Данная методика состоит из следующих этапов:

- 1) подготовка рабочего места библиотекаря НТБ для расстановки книжных изданий по предложенной методике;
- 2) расстановка книжных изданий библиотекарем НТБ по предложенной методике.

Далее рассмотрим более детально этапы предложенной методики, а также необходимые для ее внедрения элементы.

2.1.1 Подготовка рабочего места библиотекаря научно-технической библиотеки для расстановки книжных изданий по предложенной методике

Подготовка рабочего места библиотекаря под собой предполагает решение нескольких задач, а именно:

- сбор сведений о книжных изданиях фондов НТБ;
- сбор сведений о текущих позициях книжных изданий размещенных в фондах НТБ;

– обеспечение ориентации приложения дополненной реальности в фондах НТБ.

Сведения о каждом книжном издании фонда, а именно вид документа, его наименование, ключевые слова, предметная рубрика, авторский знак содержаться в АБИС НТБ, в связи, с чем нет необходимости в сборе данных сведений о книжных изданиях, но возникает необходимость в решении задачи их получения из АБИС НТБ.

Для сбора сведений о текущих позициях книжных изданий размещенных в НТБ и исключения выполнения данной операции вручную на мировом рынке уже имеется ряд предложений. Данные решения более подробно рассмотрены в [20].

В рамках данной исследовательской работы автоматизация процесса отслеживание книжных изданий фонда НТБ будет производиться путем считывания графических маркеров предварительно размещенных на корешках книжных изданий. Применение других способов распознавания книжных изданий (например, RFID-меток), является перспективным направлением доработки автоматизации процесса отслеживания, но требует привлечения дополнительных аппаратных и финансовых ресурсов и в рамках данной работы не рассматривается, так как предложенный способ полноценно решает поставленную задачу.

Для решения проблемы ориентации приложения дополненной реальности необходимо дополнительно предварительно разместить графические маркеры, в том числе и на стеллажах фонда НТБ.

В качестве графического маркера в рамках методики предложено использовать QR-код, так как данный графический маркер имеет хорошую распознаваемость и высокую надежность [21].

В качестве содержимого QR-кода книжного издания предлагается использовать инвентарный номер, так как он является уникальным для каждого книжного издания фонда. Для QR-кода, размещенного на каждом стеллаже

фонда, в качестве содержимого предлагается использовать сквозную нумерацию.

Исходя из выше изложенного, для реализации предложенной методики уже можно выделить некоторые необходимые элементы:

- автоматизированная библиотечная информационная система;
- QR-код, размещенный на каждой книге фонда;
- QR-код, размещенный на каждом стеллаже фонда.

Установка необходимого оборудования и настройка соответствующего программного обеспечения в рамках данной главы не рассматривается, но являются неотъемлемой частью процесса подготовки рабочего места библиотекаря НТБ перед осуществлением расстановки книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем по предложенной методике с применением технологии дополненной реальности.

2.1.2 Расстановка книжных изданий библиотекарем научно-технической библиотеки по предложенной методике

Для осуществления расстановки книжных изданий библиотекарем НТБ по предложенной методике с применением технологии дополненной реальности необходимо указать позицию для книжного издания требующего размещения в фондах НТБ при помощи цифрового объекта – рамки. Как уже было отмечено ранее, ориентация рамки в пространстве реального мира осуществляется при помощи QR-кода размещенного на стеллажах фонда. Для позиционирования рамки относительно QR-кода необходимо приложению реализующему технологию дополненной реальности передать соответствующие координаты. В рамках стеллажа фондов НТБ необходимы две координаты, а именно координата полки и координата позиции книжного издания на полке. Координата каждой полки стеллажа является константой, которая определяется и фиксируется на первоначальном этапе применения технологии дополненной реальности. Координата позиции книжного издания

на полке наоборот имеет не постоянный характер и меняется в зависимости от формата книжного издания, то есть толщины его корешка или суммы толщин корешков книжных изданий размещенных до указанной позиции.

На основании выше изложенного для расстановки книжных изданий библиотекарем НТБ по предложенной методике необходимо выполнить несколько определенных шагов.

1 Идентифицировать книжное издание. Под идентификацией книжного издания понимается определение библиотекарем его инвентарного номера наносимого в печатном виде на книжное издание при его первичном поступлении в НТБ.

2 Выполнить поиск книжного издания наиболее близкого к требующему размещения книжному изданию по его инвентарному номеру и заранее обозначенным признакам.

3 Определить координаты полки и произвести расчет координат позиции на полке для найденного наиболее близкого книжного издания.

4 Передать значений данных координат приложению реализующему технологию дополненной реальности.

5 Разместить библиотекарем книжное издание на позиции, на которую указывает рамка приложения дополненной реальности.

6 Подтвердить размещение книжного издания по указанной позиции. Данный шаг необходим для обеспечения содержания сведений о позициях книжных изданий размещенных в фондах НТБ в актуальном состоянии и исключения необходимости в их постоянном считывании.

Следует отметить, что указанная рамкой позиция будет иметь рекомендуемый характер в связи, с чем необходимо предусмотреть возможность корректировки координат рамки в приложении дополненной реальности и их преобразование в конкретную позицию на конкретной полке после подтверждения библиотекарем размещения книжного издания в фондах НТБ.

Для реализации второго шага необходимо решить задачу поиска позиции книжного издания в фондах НТБ. Далее более подробно рассмотрим решение данной задачи.

2.2 Задача поиска позиции книжного издания в фондах научно-технической библиотеки

Для решения задачи поиска позиции книжного издания первоначально необходимо более подробно рассмотреть обобщенную модель классификации книжных изданий с выделением их классификационных признаков для решения задачи классификации.

2.2.1 Описание обобщенной модели классификации книжных изданий

Понятие классификации является чрезвычайно многоаспектным и принадлежит к числу общих категориальных понятий современной науки. Классификация – это процесс определения принадлежности объектов к определенным классам. Классификация, как и регрессия, относится к типу задач обучения с учителем. Предполагается, что имеется некоторая выборка данных, в которой представлены объекты нескольких классов. При этом выборка содержит как свойства объектов, так и признак принадлежности объекта к какому-либо классу.

Применение классификатора производится в два этапа. На первом этапе осуществляется обучение классификатора на некотором наборе данных, а на втором этапе – непосредственная классификация новых объектов [22].

Для классификации существующего разнообразия книжных изданий фондов НТБ рассмотрим более детально их классификационные признаки, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Классификационные признаки книжных изданий

Тип документа	Вид документа	Блок анализа содержания	Шифр документа
Книга	Брошюра	Индекс классификатора	Авторский знак
Электронное издание	Научное издание	Предметная рубрика	
	Справочник	Ключевые слова	
	Учебник		
	Учебное издание		
	Нормативно-технический материал		

Размещение книжных изданий по классификационным признакам на первый взгляд кажется тривиальной задачей, не требующей каких-либо специализированных знаний от библиотекаря.

Рассмотрим более детально поиск позиции книжного издания библиотекарем. При выполнении поиска позиции книжного издания в фонде НТБ требуется первоначально определить вид размещаемого документа, а уже в рамках данного классификационного признака осуществлять дальнейший поиск. Данное обстоятельство позволит посетителю библиотеки просмотреть необходимый перечень книжных изданий, относящихся к определенному виду документов за максимально короткий промежуток времени, так как издания определенного вида будут находиться в определенном месте фонда, тем самым создав посетителю НТБ требуемый уровень комфорта.

Дальнейший поиск позиции заключается в анализе содержания книжного издания и зависит от применяемого способа расстановки книжных изданий в библиотечном фонде. Рассмотрим более детально каждый из блоков анализа содержания книжного издания.

1 По индексу классификатора.

Недостатком использования индекса ББК является наличие у книжного издания сложного или составного индекса, представляющего собой комбинацию индексов, соединенных знаком «+», что создаёт библиотекарю определенные трудности при расстановке книжных изданий и требует

дополнительного времени из-за отсутствия конкретики при поиске позиции, а также может сопровождаться ошибками при поиске позиции со стороны библиотекаря.

2 По предметной рубрике.

Предметизация – вид индексирования, при котором содержание документа выражается средствами языка предметных рубрик. Задачей предметизации является определение предмета, который в документе рассматривается в качестве основной темы, раскрытие основных аспектов (разрезов) его характеристики и его отношений с другими предметами [23].

Поиск позиции книжного издания в фондах НТБ по предметной рубрике является однозначным в отличие от индекса ББК, но требует от библиотекаря хороших знаний применяемой в фонде предметной рубрики.

На практике различают простую и сложную предметную рубрику. В составе сложной предметной рубрики различают описательную и многочленную предметную рубрику. Многочленная предметная рубрика состоит из заголовка и одного или нескольких подзаголовков, что также создает библиотекарю дополнительные трудности при поиске позиции книжного издания в фондах НТБ и может сопровождаться ошибками с его стороны. Следует отметить, что достоинством применения в фондах многочленной предметной рубрики способствует более точному позиционированию книжных изданий при их расстановке.

3 По ключевым словам.

Поиск позиции книжного издания библиотекарем по ключевым словам является трудоемкой задачей, так как требует значительных усилий со стороны библиотекаря и хороших знаний раздела лингвистики – семантики. Процесс поиска в данном случае гипотетически может занять большой объем времени библиотекаря и сопровождаться значительным числом ошибок с его стороны и является перспективным направлением разработки предложенной методики.

После проведения библиотекарем анализа содержания книжного издания заключительным этапом поиска позиции является анализ шифра документа, а

именно его авторского знака в который входит признак алфавита. Применение таблицы авторских знаков наиболее распространено при систематически-алфавитной системе расстановки библиотечного фонда для облегчения и ускорения процесса поиска позиции книжного издания библиотекарем.

Авторский знак является частью шифра хранения документа и состоит из начальной буквы первого элемента библиографического описания и цифр, соответствующих первым слогам или буквосочетаниям первого слова [24].

В таблице 4 представлены примеры рассмотренных в данной главе классификационных признаков книжного издания.

Таблица 4 – Пример классификационных признаков

Классификационный признак	Пример признака	Характеристика
Индекс ББК	32.817+32.973.2 – составной 32.973.23я7 – сложный	качественная
Предметная рубрика	радиоэлектроника; кибернетика	качественная
Ключевые слова	емкостные уровнемеры; погрешности измерения уровней; электрофизические характеристики сред; реперы емкостные; сенсоры; пороги срабатывания	качественная
Авторский знак	A92	качественная

Следует отметить, что при поиске позиции книжного издания в фондах НТБ библиотекарю приходится использовать в своей деятельности значительный объем информации, что является основанием при подборе персонала обращать внимание на достаточность его квалификации и наличие опыта в соответствующей области. Но даже при наличии опыта работы поиск позиции книжных изданий с применением традиционных методов в полной мере не исключает допущение ошибок со стороны библиотекаря.

Рассмотрим более детально необходимые входные данные задачи поиска позиции книжного издания в фондах НТБ.

2.2.2 Входные данные задачи поиска позиции книжного издания

Из представленных качественных характеристик книжных изданий библиотечных фондов и их объема следует, что обработка и тщательный анализ, позволяющий принять адекватное решение при выполнении поиска позиции книжного издания в фондах НТБ библиотекарем за короткий промежуток времени трудновыполнима и её решение при помощи технических средств первоначально требует определения необходимых входных данных.

Задача поиска позиции книжных изданий содержит следующие входные данные необходимые для ее реализации:

- P – множество определенных признаков книжного издания;
- P_i – множество значений признаков из базы знаний книжных изданий;
- P_{ij} – конкретные признаки книжного издания требующего размещения в фондах НТБ.

Далее следует задача компоновки в многомерном евклидовом пространстве векторов факторов:

- $\{P_{ij}\}_k$ – вектор факторов значений признаков конкретных книжных изданий из базы знаний;
- $\{P_{ij}\}_t$ – вектор факторов значений признаков книжного издания, требующего размещения в фондах НТБ.

Следующим шагом в решении задачи поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ является необходимость преобразования указанных признаков из качественной формы в количественную форму для осуществления их дальнейшего анализа.

2.2.3 Разработка базы знаний книжных изданий

На основании ранее представленных качественных признаков учитываемых в процессе поиска позиции книжного издания в фондах НТБ рассмотрим более детально блок анализа содержания – предметную рубрику.

Расстановка книжных изданий по предметной рубрике на практике имеет широкое применение в фондах НТБ. Преимуществом предметной рубрики является ее однозначность в отличие от индексов классификатора, а также и то, что классы известны заранее, то есть задача кластеризации уже решена. Данные обстоятельства позволяют внедрить предложенную методику без каких-либо существенных изменений в процесс расстановки книжных изданий библиотекарем в фондах НТБ.

Для разработки базы знаний книжных изданий рассмотрим более детально предметную рубрику ББК. Заголовки предметных рубрик книжных изданий представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Заголовки предметных рубрик

Код ББК	Описание
1	Междисциплинарное издание
2	Естественные науки
3	Техника. Технические науки
4	Сельское и лесное хозяйство. Сельскохозяйственные и лесохозяйственные науки
5	Здравоохранение. Медицинские науки
6/8	Социальные и гуманитарные науки
9	Литература университетского содержания

Предметная рубрика состоит из девяти заголовков, каждый из которых делится еще на несколько подзаголовков. Ввиду того, что предметная рубрика является многочленной, рассмотрим подзаголовки только одного из заголовков, представленного в таблице 6.

Таблица 6 – Подзаголовки предметной рубрики

Код ББК	Описание
3	Техника. Технические науки
32	Радиоэлектроника
...	...
32.81	Техническая кибернетика
...	...

Окончание таблицы 6

Код ББК	Описание
32.816	Робототехника
32.816.1-02	Проектирование роботов
32.816.2	Бытовые роботы
...	...
32.816.6	Интеллектуальные роботы

Как можно заметить предметная рубрика является хорошим, но объемным инструментарием, применяемым библиотекарями, в том числе и в фондах НТБ, что уже очевидно из представленного фрагмента.

Для осуществления преобразования признаков из качественной формы в количественную форму было произведено их ранжирование и получена их количественная форма пригодная для решения задачи классификации.

2.2.4 Задача классификации книжных изданий

Существует множество методов классификации, в работе которых заложены разные математические модели и разные подходы при их реализации, а эффективность каждого из этих методов зависит от поставленной задачи. Наиболее подробно достоинства и недостатки данных методов рассмотрены в [25]. Учитывая достоинства и недостатки перечисленных методов, наиболее подходящим является метод К-ближайших соседей.

При применении данного метода необходимо иметь некоторое количество книжных изданий с их точной классификацией для осуществления обучения системы, что в дальнейшем позволит соотнести новое книжное издание к одному из первоначально определенных классов.

Метод К-ближайших соседей заключается в определении принадлежности объекта к тому классу, к которому относится большинство k его ближайших соседей, то есть объектов близких по смыслу.

В таком случае необходимо определить степень близости объектов друг к другу, то есть измерить «расстояние» между объектами. Из всего многообразия существующего инструментария расчета расстояния между объектами наиболее простым и понятным для восприятия является «евклидово расстояние» или «евклидова метрика».

Евклидова метрика – метрика в евклидовом пространстве — расстояние между двумя точками евклидова пространства, вычисляемое по теореме Пифагора.

Для точек $p = (p_1, \dots, p_n)$ и $q = (q_1, \dots, q_n)$ евклидово расстояние определяется по формуле:

$$d(p, q) = \left(\sum_{i=1}^d |p_i - q_i|^2 \right)^{1/2} \quad (1)$$

где $d(p, q)$ – расстояние между объектами p и q ;

p_i – числовое значение i -ой переменной для объекта p ;

q_i – числовое значение i -ой переменной для объекта q ;

d – количество измерений.

Сложность применения евклидовой метрики заключается в правильном выборе значение параметра k для того, чтобы минимизировать количество неверных ответов, то есть число объектов, не являющихся ближайшими соседями к исследуемому объекту.

Для решения проблемы выбора оптимального значения параметра k существует способ под названием «взвешенное голосование», при котором более близкие соседи к исследуемому объекту будут иметь больший вес, чем более дальние.

Еще одним не маловажным аспектом применения метода К-ближайших соседей является предварительная подготовка данных. На практике зачастую различные признаки могут иметь разные единицы измерения и разные шкалы,

что может исказить расстояние между объектами. Для решения данной проблемы перед применением метода К-ближайших соседей необходимо произвести нормализацию (или масштабирование) данных [26, 27].

После проведения всех необходимых вычислений расстояний между книжными изданиями получено многомерное пространство, на основе которого предстоит решить задачу поиска книжного издания размещенного на стеллаже фонда находящегося геометрически ближе к книжному изданию требующего размещения.

По результатам преобразования качественных признаков книжных изданий в количественные, а также при помощи инструмента для многомерной визуализации данных ViDa Expert получен набор данных, представленный на рисунке 7 [28].

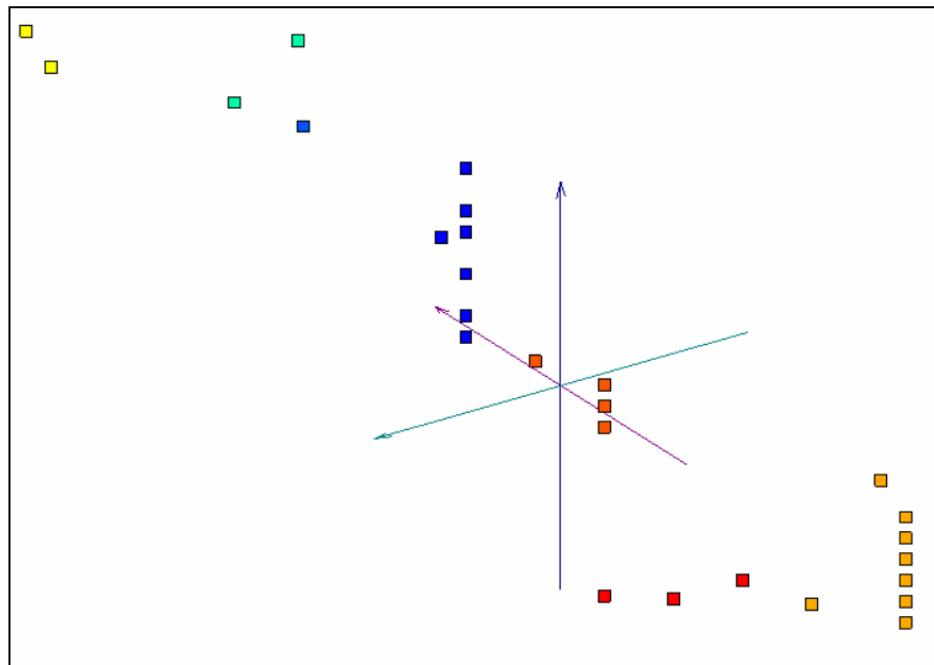


Рисунок 7 – Результат визуализации данных в ViDa Expert

По результатам выполнения задачи компоновки векторов факторов было получено множество точек в евклидовом пространстве, в котором каждая из точек соответствует конкретному книжному изданию фонда НТБ. Из данного множества следует, что метод К-ближайших соседей в полной мере

удовлетворяет поставленной задаче классификации книжных изданий фондов НТБ для осуществления поиска их позиций при помощи технических средств.

Следует отметить, что для повышения скорости работы предложенной модели реализована предварительная выборка в АБИС книжных изданий по типу и по предметной рубрике для снижения числа соседей к требующему размещения книжному изданию.

2.2 Оценка модели классификации книжных изданий

На данном этапе будет отобрано несколько книжных изданий и точки геометрически находящиеся наиболее близко к данному изданию. В последующем их вектора факторов будут преобразованы обратно в признаки книжного издания. Далее будет произведено сравнение наиболее близких по характеристикам изданий с изданием, для которого осуществляется поиск позиции в фондах НТБ.

Исходя из этого, можно выделить основные этапы классификации книжных изданий.

- 1 Определение признаков книжного издания требующего размещения.
- 2 Преобразование признаков книжного издания из качественной формы в количественную форму.
- 3 Расчет координат точек в многомерном евклидовом пространстве, решателем экспертной системы.
- 4 Отбор ближайших книжных изданий к книжному изданию, для которого осуществляется поиск позиции в фондах НТБ.
- 5 Формирование списка рекомендуемых позиций для лица, принимающего решение.

Из результата визуализации данных в ViDa Expert, произведем выборку одного из книжных изданий, например «DirectX 10 — это просто. Программируем графику на C++» [29].

Для выбранного издания ближайшими соседями, рекомендуемые разработанной моделью классификации книжных изданий, являются книги, представленные в таблице 7. Наиболее предпочтительным книжным изданием к исходному изданию по представленным признакам является книга «PHP 5. Профессиональное программирование» [30].

Таблица 7 – Перечень рекомендуемых книг

Наименование книги	Предметная рубрика			Авторский знак
	Заголовок	Подзаголовок 1	Подзаголовок 2	
DirectX 10 — это просто. Программируем графику на C++	вычислительная техника	вычислительные машины электронные цифровые	программирование	П58
PHP 5. Профессиональное программирование	вычислительная техника	вычислительные машины электронные цифровые	программирование	Г97
Программирование в среде Delphi 7.0 - 2-е изд.	вычислительная техника	вычислительные машины электронные цифровые	программирование	Г55

По данным результатам можно заметить, что разработанная модель классификации книжных изданий полноценно справляется с задачей поиска наиболее близких книжных изданий к искомому изданию.

2.3 Выводы по второй главе

В данной главе были выделены и представлены основные этапы предложенной методики поиска позиции книжных изданий, а также рассмотрена обобщенная модель классификации книжных изданий.

Выявлены и подробно описаны основные классификационные признаки книжных изданий, учитываемые при поиске позиции книжного издания в фондах НТБ библиотекарем.

Отмечено, что выделенные классификационные признаки книжных изданий имеют качественные характеристики, в связи, с чем было произведено их преобразование в количественную форму.

Определен метод классификации книжных изданий, а также обозначены его недостатки, а также способы их решения для снижения числа неверных ответов.

Представлен результат преобразования количественных характеристик книжных изданий при помощи инструмента для многомерной визуализации данных ViDa Expert доказывающий высокую эффективность предложенной модели классификации книжных изданий.

Произведена оценка модели классификации книжных изданий, а также описаны этапы классификации книжных изданий по предложенной модели.

Далее более детально рассмотрим элементы необходимые для разрабатываемой методики поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем, её этапы необходимые для осуществления применения разрабатываемой методики, необходимую подготовку перед проведением эксперимента, а также проведение эксперимента и анализ полученных результатов.

3 Экспериментальная проверка разработанной методики

3.1 Элементы необходимые для реализации предложенной методики

Для реализации предложенной методики по ранее выделенным основным ее этапам необходимы следующие элементы:

- автоматизированная библиотечная информационная система;
- QR-код, размещенный на каждой книге фонда;
- QR-код, размещенный на каждом стеллаже фонда;
- беспроводная точка Wi-Fi;
- система интеллектуального сопровождения (СИС).

В виду того, что в фондах НТБ СФУ эксплуатируется АБИС ИРБИС, рассмотрим более подробно ее функциональные возможности.

3.1.1 Автоматизированная библиотечная информационная система

При выполнении эксперимента будет использоваться литература, хранящаяся в научной библиотеке Сибирского федерального университета. В связи с чем, необходима организация связи с автоматизированной библиотечной информационной системой ИРБИС.

Автоматизированная библиотечная информационная система ИРБИС – система автоматизации библиотек, предназначенная для создания, ведения электронной библиотеки, а также обеспечивающая отслеживание библиотечных изданий фонда от их заказа, приобретения и выдачи посетителям библиотеки.

АБИС ИРБИС является частью системы автоматизации научной библиотеки СФУ. Система ИРБИС включает в себя весь необходимый функционал для организации работы персонала библиотеки, представленный на рисунке 8.

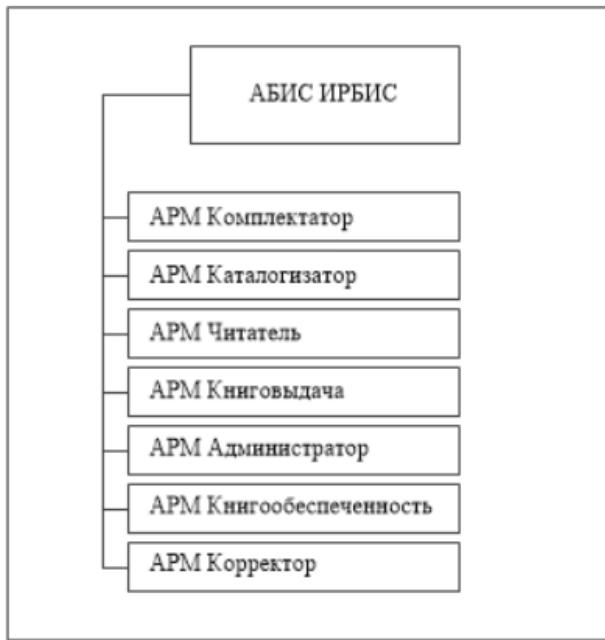


Рисунок 8 – Функционал АБИС ИРБИС

Рассмотрим более подробно функциональные возможности автоматизированных рабочих мест (АРМ) АБИС ИРБИС:

- АРМ Комплектатор – предназначен для оформления документов заказа на книги и другие издания, контроля выполнения заказов, регистрация поступившей в фонд литературы, ввод первичных данных книг фонда, а также списание литературы;
- АРМ Каталогизатор – содержит описание периодических изданий, а также технологию индексирования изданий, обеспечивающую автоматическое формирование авторского знака и т.д.;
- АРМ Читатель – интерфейс, рассчитанный на пользователя, не обладающим специальными знаниями;
- АРМ Книговыдача – обеспечивает организацию формирования и ведения очереди электронных заказов на выдачу литературы и фиксирования их исполнения, а также фиксирование продления и возврата литературы;
- АРМ Администратор – рабочее место специалиста, выполняющего системные операции над базами данных в целом, направленные на поддержание их актуальности, целостности и сохранности;

- АРМ Книгообеспеченность – предназначен для ведения баз данных учебных дисциплин с возможностью вычисления коэффициентов книгообеспеченности;
- АРМ Корректор – предназначен для автоматического поиска и исправления ошибок в базах данных ИРБИС [31].

В настоящее время библиотека СФУ является одной из крупнейших университетских библиотек Восточной Сибири. В фондах библиотеки представлено около 2 миллионов печатных изданий и более 66 миллионов электронных документов [32].

Выше перечисленные факторы отражают научную библиотеку СФУ только с положительной стороны, так как большие объемы фонда и наличие электронного каталога делают библиотеку отличным источником литературы для ее посетителей. Но следует обратить внимание и на то, что большие объемы фонда библиотеки создают дополнительные трудности для его эксплуатации и сопровождения библиотекарю, так как поиск позиции книжных изданий в столь объемных фондах требуют от библиотекаря больших трудозатрат.

Для автоматизации процесса считывания текущих позиций книжных изданий размещенных в фондах НТБ, процесса поиска позиции книжных изданий в рамках предложенной методики, а также применения технологии дополненной реальности перейдем к рассмотрению предложенного прототипа системы интеллектуального сопровождения.

3.1.2 Прототип системы интеллектуального сопровождения

Для снижения трудозатрат, исключения ошибок со стороны библиотекаря и ускорения процесса поиска позиции для книжных изданий фонда, требующих размещения, предложена система интеллектуального сопровождения, концепция которой уже была рассмотрена в [33]. Аппаратная архитектура СИС представлена на рисунке 9.

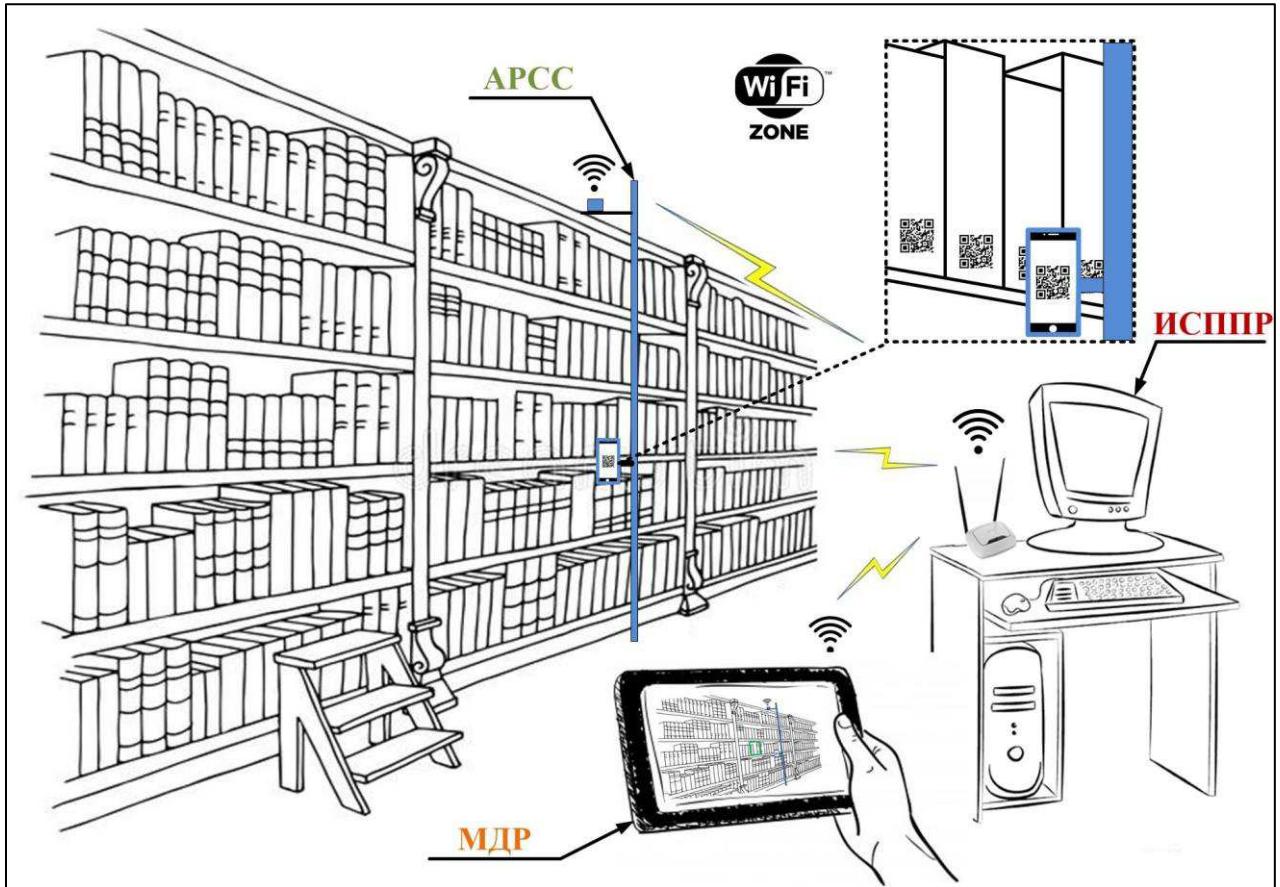


Рисунок 9 – Аппаратная архитектура СИС

В состав СИС входят несколько подсистем, а именно:

- автономная роботизированная система сканирования (АРСС). АРСС размещена на стеллажах фонда и обеспечивает считывание текущих позиций книг фонда НТБ по размещенным на их корешках QR-кодам;
- интеллектуальная система поддержки принятия решений (ИСППР). ИСППР размещена на АРМе Библиотекаря и обеспечивает поиск позиций для книжных изданий и их рекомендации библиотекарю;
- модуль дополненной реальности (МДР). МДР представляет собой планшет с предустановленным приложением, обеспечивающим графическое обозначение позиции для книжного издания на стеллаже.

Программная архитектура прототипа СИС представлена на рисунке 10. Далее более подробно рассмотрим предложенную программную архитектуру СИС.



Рисунок 10 – Программная архитектура СИС

Программная архитектура СИС представляет собой совокупность приложений.

1 МДР – данное приложение осуществляет отправку подсистеме ИСПР инвентарного номера книжного издания введенного библиотекарем. В ответ на данное сообщение получает координаты позиции книжного издания относительно графического маркера и наименование соседнего книжного издания.

2 ИСПР – данное приложение является основой СИС, так как осуществляет взаимодействие с АРСС, АБИС и МДР. ИСПР получает сообщение от МДР с инвентарным номером книжного издания, осуществляет поиск сведений о данном издании в АБИС и производит расчет координат по данным полученным от АРСС с последующей их отправкой МДР.

3 АРСС – данное приложение осуществляет сбор информации касательно текущего места расположения книжных изданий в фондах НТБ.

4 АБИС – данное программное обеспечение является внешним источником данных о книжных изданиях фонда НТБ для ИСПР.

Далее более подробно рассмотрим по отдельности каждую из подсистем СИС.

3.1.3 Прототип автономной роботизированной системы сканирования

APCC предназначена для автоматизации процесса сканирования библиотечных фондов НТБ.

Аппаратная часть APCC представлена на рисунке 11. Горизонтальное перемещение APCC производится по двум направляющим. Вертикальное перемещение системы производится путем вращения резьбовой шпильки размещенной в вертикальной трубе с продольным отверстием. Гайка, размещенная на шпильке, осуществляет перемещение при её вращении. Перемещение системы производится посредством вращательного движения, поступающего от двух шаговых двигателей. По одному шаговому двигателю на горизонтальную и вертикальную плоскость перемещения [34, 35].

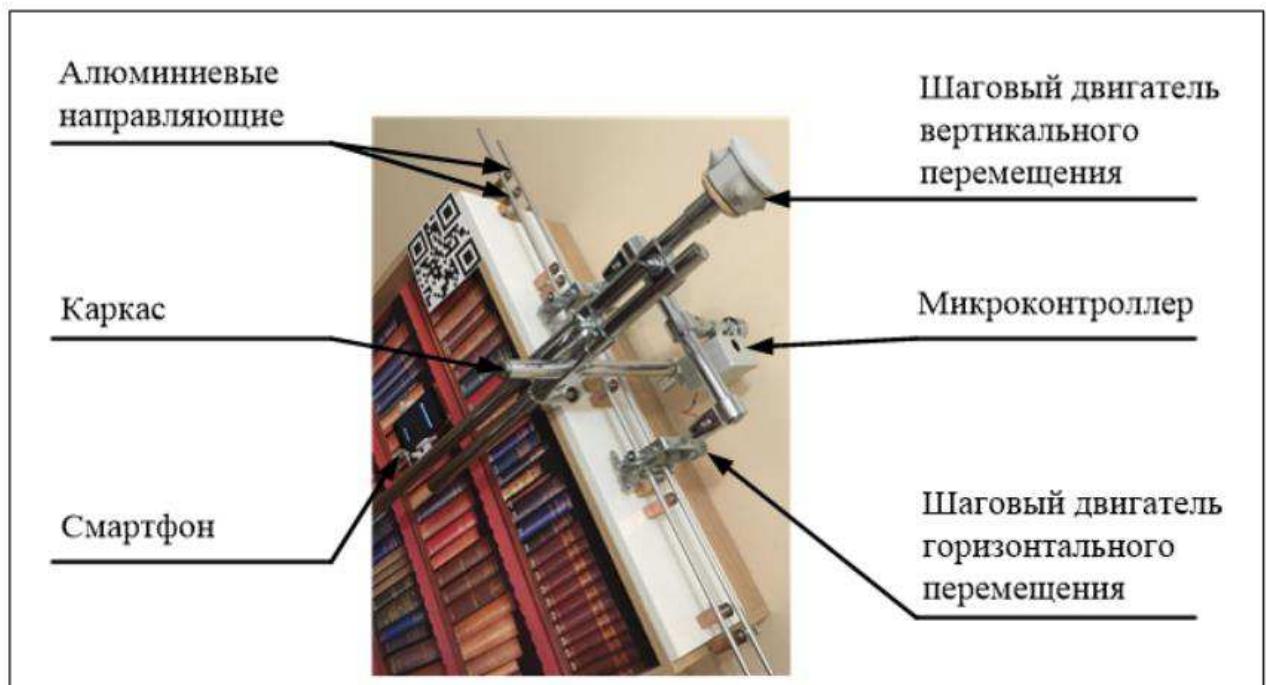


Рисунок 11 – Автономная роботизированная система сканирования

Принцип действия шаговых двигателей основан на преобразовании электрических импульсов в перемещение вала двигателя на определенный угол.

Шаговый двигатель (ШД) является бесколлекторным двигателем постоянного тока в связи, с чем обладает, высокой надежностью и имеет длительный срок службы. ШД нашли широкое применение в области, где требуется высокая точность перемещений или скорости. Наглядными примерами устройств с ШД могут служить принтеры, факсы и копировальные машины, а также более сложные устройства: станки с числовым программным управлением, фрезерные, гравировальные машины и т. д.

В составе системы применяются шаговые двигатели типа 28byj-48. Управление шаговыми двигателями производится при помощи микроконтроллера ESP8266 команды управления, на который поступают со смартфона [36].

Для создания АРСС используется интегрированная среда разработки Android Studio с объектно-ориентированным языком программирования Java и интегрированная среда разработки Arduino с объектно-ориентированным языком программирования C++.

Данные собираемые в процессе считывание позиций книжных изданий размещенных на стеллажах в фондах НТБ при помощи АРСС пример содержания, которой представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Пример содержания таблицы АРСС

ID	Номер стеллажа	Номер полки	Номер позиции	Инвентарный номер книги
1	1	1	1	086685
2	1	1	2	096557
3	1	2	3	007537
4	1	2	1	006447
5	2	1	2	076967
6	2	2	3	065389
7	2	1	6	078945
...

Представленный пример организации таблицы АРСС обеспечит персонал библиотеки информацией касательно состояния библиотечного фонда, в части книжных изданий находящихся на полках стеллажей. Данная информация позволит формировать отчеты в части инвентаризации фондов, периодически проводимой в библиотеке, а также является обязательной для применения в фондах технологии дополненной реальности для осуществления поиска позиции книжных изданий библиотекарем.

3.1.4 Прототип интеллектуальной системы поддержки принятия решений

Для организации подключения интеллектуальной системы поддержки принятия решений по поиску позиции книжного издания к АБИС ИРБИС используется библиотека «ManagedClient».

Библиотека «ManagedClient» обеспечивает подключение клиентского приложения, а именно ИСППР к серверу АБИС ИРБИС, тем самым открывая доступ ко всем необходимым ресурсам информационной системы для организации процесса поиска позиции книжного издания в фондах библиотеки с применением технологии дополненной реальности.

Для создания ИСППР используется полнофункциональная интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2017 и объектно-ориентированный язык программирования C#. Данный инструментарий полностью совместим с библиотекой «ManagedClient».

Далее более подробно рассмотрим графический пользовательский интерфейс ИСППР предназначенный для осуществления взаимодействия с библиотекарем фондов НТБ и осуществления поиска позиции книжных изданий по разрабатываемой методике. Графический пользовательский интерфейс ИСППР представлен на рисунке 12.

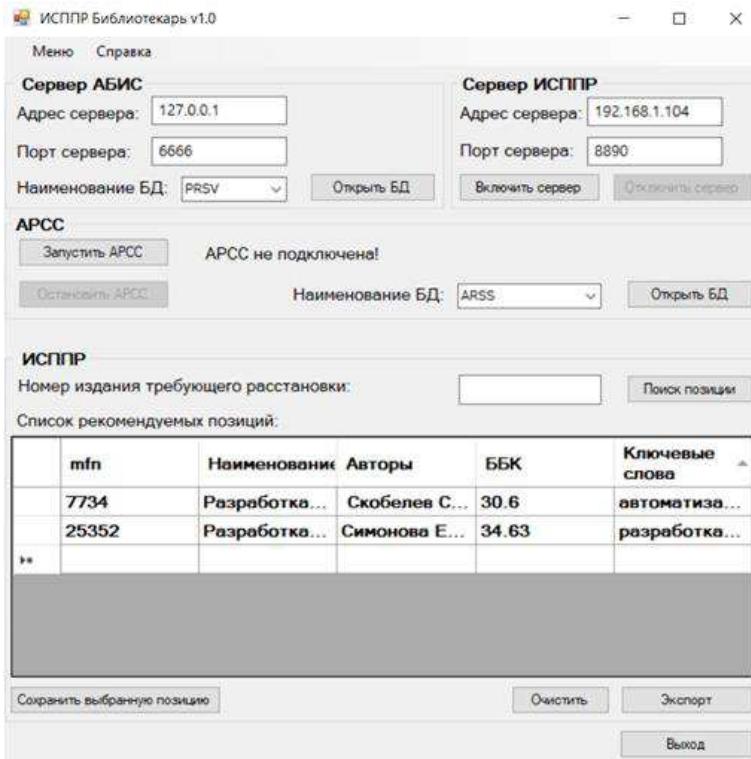


Рисунок 12 – Графический пользовательский интерфейс ИСППР

Графический пользовательский интерфейс ИСППР содержит следующие окна взаимодействия библиотекаря с ИСППР, а именно:

- сервер АБИС – данное окно предназначено для организации подключения ИСППР к АБИС ИРБИС при помощи библиотеки «ManagedClient». Для этого в данном окне расположены соответствующие поля: адрес сервера, порт сервера и наименование БД, а также кнопка открытия БД с соответствующим наименованием;
- сервер ИСППР – данное окно предназначено для организации взаимодействия приложения дополненной реальности с ИСППР. Для этого в данном окне расположены соответствующие поля: адрес сервера, порт сервера, а также кнопки «Включить сервер» и «Отключить сервер»;
- APCC – данное окно предназначено для организации взаимодействия автономной роботизированной системы сканирования с ИСППР. Дополнительно данное окно содержит кнопки «Запустить APCC», «Остановить APCC», «Открыть БД», а также поле «Наименование БД»;

– ИСППР – данный раздел содержит поле, предназначенное для ввода инвентарного номера книжного издания, требующего размещения в фонде, соответствующую кнопку поиск позиции, а также окно вывода рекомендуемых ИСППР позиций для книжного издания. Дополнительно данное окно содержит кнопки «Сохранить выбранную позицию», «Очистить» и «Экспорт».

Следует отметить, что выводимый список рекомендуемых позиций в ИСППР носит информационный характер и необходим для проверки выбранной модели классификации книжных изданий. Координата полки и координата позиции на полке с последующей отправкой МДР будет осуществляться ИСППР для одного наиболее предпочтительного книжного издания при условии включения сервера ИСППР.

3.1.5 Прототип модуля дополненной реальности

Для организации оперативного поиска позиции для литературы фонда НТБ библиотекарем будет применяться модуль дополненной реальности. Модуль дополненной реальности представляет собой планшет с предустановленным специализированным приложением, графический пользовательский интерфейс которого представлен на рисунке 13. Данное приложение предназначено для реализации технологии дополненной реальности.

Технология дополненной реальности позволяет добавлять в реальный, физический мир цифровые объекты. Цифровым объектом в данном случае является – рамка (указатель позиции книжного издания). Позиционирование рамки осуществляется при помощи графического маркера – QR-кода, размещенного в верхнем левом углу стеллажа.

Для создания приложения МДР используется межплатформенная среда разработки Unity и объектно-ориентированный язык программирования C#.

Платформа Unity является не только профессиональной игровой средой разработки, с помощью которой создаются видеоигры для различных платформ, но еще и средой разработки приложений дополненной реальности.

Данный инструментарий позволяет создавать приложения, работающие на более чем двадцати пяти различных платформах, включающих персональные компьютеры, игровые консоли, мобильные устройства и интернет приложения [37].

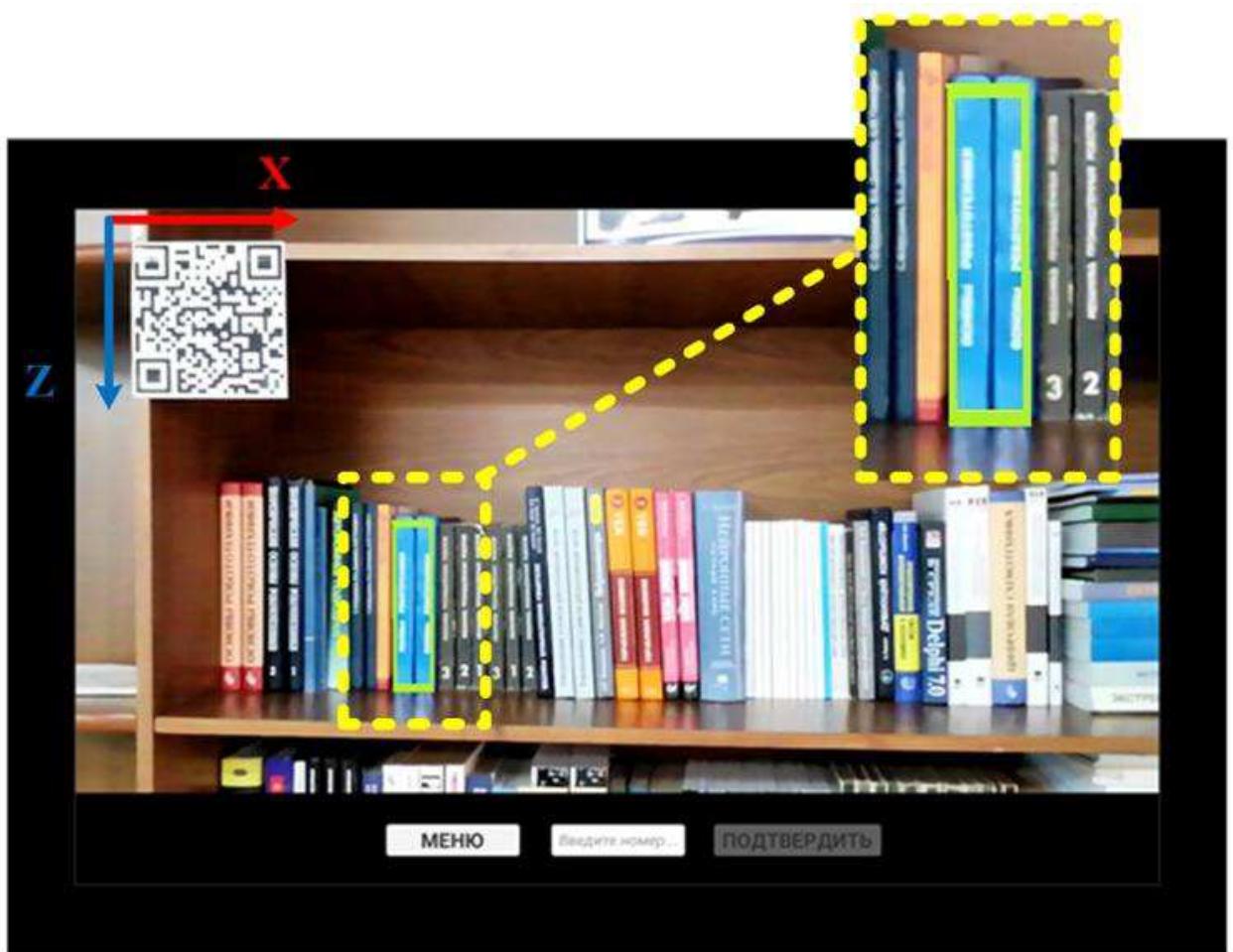


Рисунок 13 – Графический пользовательский интерфейс МДР

Графический пользовательский интерфейс МДР содержит:

- кнопку «Меню» – данная кнопка предназначена для вызова окна меню;
- поле ввода инвентарного номера – данное поле предназначено для ввода библиотекарем инвентарного номера книжного издания, для которого необходим поиск позиции в фондах библиотеки;

– кнопку «Подтвердить» – данная кнопка предназначена для подтверждения размещения книжного издания по указанной рамкой позиции.

Для полноценной работы МДР помимо ранее описанной таблицы АРСС также дополнительно требуется еще несколько таблиц, описание которых приведено далее по тексту.

В связи с необходимостью суммирования ширины корешков книжных изданий размещенных на полке стеллажа для определения координаты наиболее подходящей позиции для книжного издания требующего размещения необходимо создание таблицы характеристик книжных изданий, пример которой представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Пример содержания таблицы характеристик книжных изданий

Инвентарный номер книги	mfn	Наименование БД	Ширина книги
086685	1	ISPPR	0,132
096557	1	ISPPR	0,132
007537	2	ISPPR	0,138
006447	3	ISPPR	0,06
...

Уникальным номером, присваиваемым каждому книжному изданию, является инвентарный номер. В связи с тем, что в АБИС ИРБИС отсутствует необходимая информация касательно инвентарных номеров книжных изданий и группе абсолютно идентичных изданий присваивается один номер mfn, который не является уникальным, то возникает потребность в связи номера mfn с инвентарным номером каждого книжного издания в БД.

Для определения координаты полки стеллажа необходимо создание таблицы координат полок, пример которой представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Пример содержания таблицы координат полок

Номер стеллажа	Номер полки	Координата Z
1	2	4,72
2	1	3,38
...

В связи с корректировкой координаты позиции книжного издания относительно QR-кода размещенного на стеллаже ввиду того, что его центр смещен вправо относительно левого края стеллажа (при размещении QR-кода в левом верхнем углу стеллажа) необходимо создание таблицы корректировки координаты позиции, пример содержания которой, представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Пример содержания таблицы корректировки координаты позиции

Номер стеллажа	Координата X
1	0,3
2	0,3
...	...

Представленные таблицы являются обязательными для реализации технологии дополненной реальности в фондах библиотек, но не являются исчерпывающими для применения в фондах эксплуатирующих другие информационные системы помимо АБИС ИРБИС или не эксплуатирующих подобных систем вовсе.

Для осуществления более точного размещения книжного издания библиотекарем в рамках полки стеллажа в фондах НТБ дополнительно в приложении реализовано окно, в котором осуществляется вывод наименования книжного издания, к которому с правой стороны следует поместить данное издание.

3.2 Подготовка эксперимента

Прототип СИС проходит опытную проверку на межинститутской базовой кафедре Сибирского федерального университета «Прикладная физика и космические технологии» института космических и информационных технологий специальности 09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами».

Перед проведением эксперимента необходимо провести предварительную подготовку рабочего места библиотекаря СФУ. Первоначально необходимо разместить АРСС на стеллажах фонда НТБ и произвести сканирование текущих позиций книжных изданий размещенных в фонде, но перед осуществлением сканирования разместить QR-кода на корешках книжных изданий. Данная операция сканирования актуализирует данные в БД АРСС, что позволит приложению дополненной реальности с высокой точностью указать позицию для книжного издания требующего размещения в фондах НТБ. Для позиционирования приложения дополненной реальности также предварительно необходимо разместить QR-кода на стеллажах, размещенных в фондах НТБ.

Далее требуется установить приложение ИСППР на АРМ библиотекаря, а также приложение дополненной реальности на планшет. Следующим шагом будет подключение АРСС (смартфона и микроконтроллера), АРМа библиотекаря и планшета к точке Wi-Fi, что является обязательным условием для обеспечения взаимодействия приложений СИС между собой. В случае отсутствия соединения с точкой Wi-Fi полноценно функционировать будет только приложение ИСППР, которое осуществляет вывод списка рекомендуемых соседних книжных изданий к требующему размещения книжному изданию.

После того, как было выполнено размещение АРСС на стеллажах фонда, выполнена установка и настройка соответствующих программных продуктов из состава СИС, а также произведено подключение оборудования к точке Wi-Fi необходимо произвести настройку и проверку подключения ИСППР к АБИС ИРБИС для обеспечения получения сведений о книжных изданиях фонда НТБ.

После выполнения запуска сервера ИСППР, считывания текущих позиций книжных изданий размещенных в фондах НТБ и подключения к серверу ИСППР приложения дополненной реальности необходимо в соответствующее поле МДР ввести инвентарный номер книжного издания требующего размещения в фондах НТБ. В ответ на введенное значение инвентарного номера книжного издания МДР будут получены координаты в

соответствии, с которыми будет произведено позиционирование рамки указывающей на соответствующее место на полке стеллажа, а также МДР от ИСППР будет передано наименование соседнего книжного издания, что позволит библиотекарю более точно расставить книжные издания в фондах НТБ.

Подробно рассмотрим более подробно этапы предложенной методики с применением разработанной программно-аппаратной архитектуры СИС. Данные этапы представлены на рисунке 14.

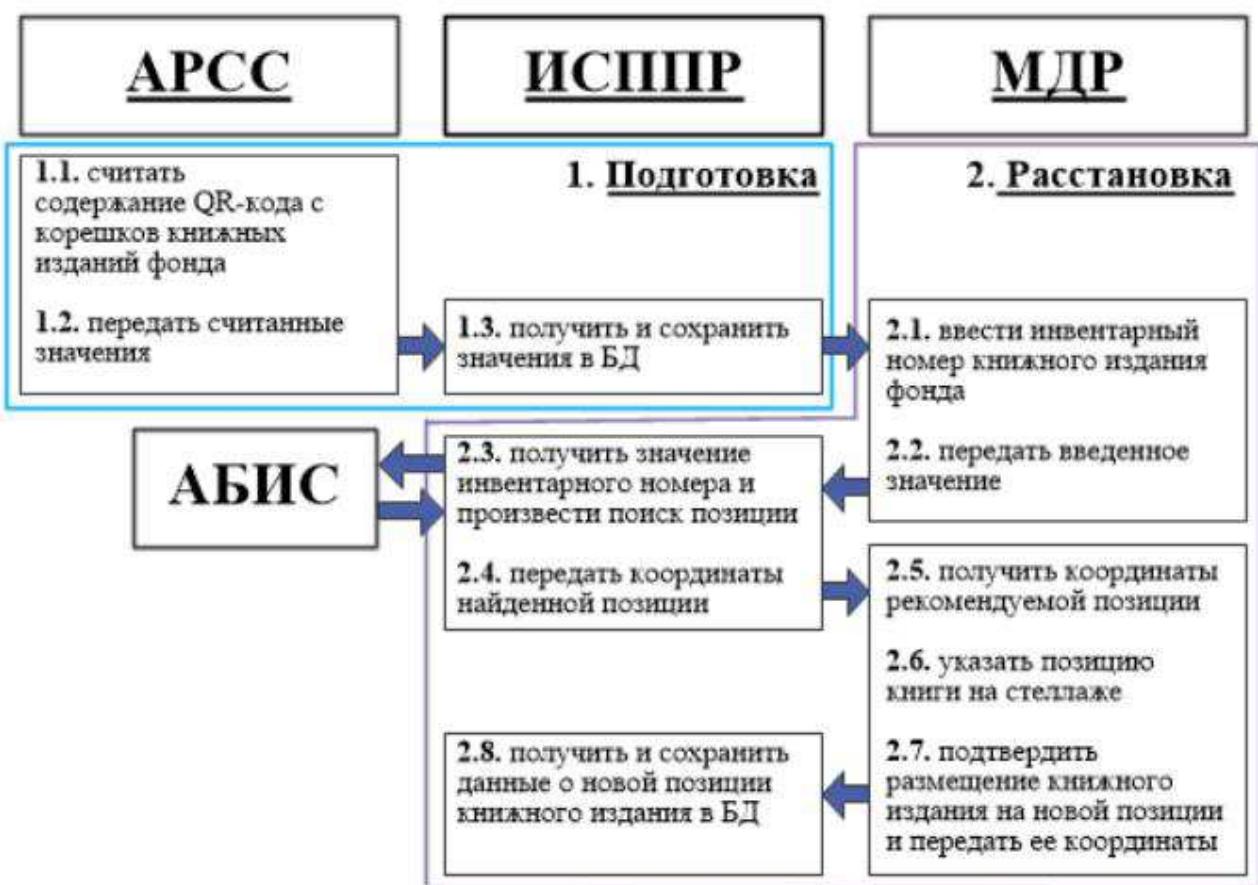


Рисунок 14 – Этапы предложенной методики

Далее рассмотрим более подробно каждый из этапов.

1 Подготовка.

Установка необходимого оборудования и настройка соответствующего программного обеспечения в рамках данного этапа не рассматривается, но

являются неотъемлемой частью процесса подготовки рабочего места библиотекаря НТБ перед осуществлением расстановки книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем по предложенной методике с применением технологии дополненной реальности. Данный этап включает в себя три шага:

- 1) при помощи АРСС осуществляется сканирование книжных изданий фонда по их QR-кодам, размещенным на корешках книжных изданий;
- 2) значения считанных QR-кодов (инвентарные номера) передаются от АРСС к ИСППР;
- 3) ИСППР после получения инвентарных номеров осуществляет их сохранение в БД.

После выполнения данного этапа необходимо перейти к следующему этапу разработанной методики, а именно расстановке книжных изданий.

2 Расстановка.

Данный этап включает в себя восемь шагов:

- 1) ввод библиотекарем инвентарного номера в соответствующее поле приложения дополненной реальности;
- 2) отправка значения введенного инвентарного номера ИСППР;
- 3) получение ИСППР значения инвентарного номера и осуществление поиска позиции книжного издания по данным содержащимся в БД АРСС и АБИС, а также произвести расчет координат найденной позиции;
- 4) произвести передачу координат для рекомендуемой позиции книжного издания МДР;
- 5) получение МДР координат рекомендуемой позиции книжного издания. В соответствии с получеными координатами рекомендуемой позиции книжного издания МДР укажет библиотекарю позицию при помощи рамки;
- 6) Библиотекарь подтверждает размещение книжного издания по рекомендуемой МДР позиции или производит ее корректировку;
- 7) МДР после выполнения подтверждения библиотекарем размещения книжного издания по выбранной позиции осуществляет передачу координат в ИСППР;

8) ИСППР после получения координат осуществляет их преобразование в номер позиции книжного издания и сохраняет полученный результат в БД АРСС.

В связи с завершением подготовки эксперимента можно перейти к его проведению. Следует отметить, что перед проведением эксперимента обязательно необходимо провести инструктаж библиотекарю по эксплуатации СИС и ее компонентов.

3.3 Проведение эксперимента

В эксперименте принял участие профессиональный библиотекарь СФУ. Перед проведением эксперимента при помощи АРСС было произведено считывание позиций 95 книжных изданий размещенных на стеллаже, 5 из которых были предварительно выборочно извлечены со стеллажа для осуществления поиска позиции и дальнейшего их размещения на стеллаже библиотекарем.

Расстановка книжных изданий библиотекарем будет осуществляться двумя способами:

- традиционным способом (вручную);
- по разработанной методике.

Процесс расстановки книжных изданий библиотекарем будет сопровождаться фиксированием времени затраченного на каждое книжное издание с суммированием общего затраченного времени на поиск позиции книжных изданий изначально извлеченных со стеллажа.

Оценка соответствия выбранной библиотекарем позиции для каждого размещенного книжного издания будет осуществляться по следующему принципу:

- «удовлетворительно» – при не соответствии позиции книжного издания предметной рубрике и виду документа;

- «хорошо» – при не соответствии позиции книжного издания по авторскому знаку;
- «отлично» – при соответствии позиции книжного издания предметной рубрике, авторскому знаку и виду документа.

3.4 Результаты эксперимента и их анализ

При проведении эксперимента по оценке работы библиотекаря по выполнению поиска позиции книжных изданий вручную и по методике была произведена фиксация затрачиваемого времени на каждое книжное издание в отдельности и суммарное затрачиваемое время [38]. Результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты проведенного эксперимента

Участник эксперимента		Библиотекарь СФУ			
Условие эксплуатации		вручную		по методике	
№ п/п	Инвентарный номер книги	Время, мин.	Оценка	Время, мин.	Оценка
1	95	01:03	удовлетворительно	00:42	отлично
2	96	01:11	хорошо	00:33	отлично
3	97	01:03	хорошо	00:29	отлично
4	98	02:05	удовлетворительно	00:34	отлично
5	99	01:31	отлично	00:27	отлично
Результат:		06:53	-	02:45	-

По результатам проведенного эксперимента суммарное время, затраченное на поиск позиции книжного издания библиотекарем вручную, составило 06:53. Из 5 размещенных на стеллаже книжных изданий допущено 2 грубых ошибки (по не соответствуию предметной рубрики) – оценка «удовлетворительно», 2 незначительных (по несоответству авторского знака) – оценка «хорошо», 1 книжное издание размещено без ошибок – оценка «отлично». Суммарное время, затраченное на поиск позиции книжного издания

библиотекарем по методике, составило 02:45, не допущено ни единой ошибки – оценка отлично. Следует также отметить, что время, затрачиваемое на поиск позиции книжного издания, было снижено на 60,3 %, а число ошибок со стороны библиотекаря уменьшено на 80 %.

Из результатов проведенного эксперимента следует, что применение технологии дополненной реальности для поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ возможно и целесообразно.

3.5 Выводы по третьей главе

В данной главе была рассмотрена программно-аппаратная составляющая система интеллектуального сопровождения работы библиотекаря, а также прототипы ее подсистем, а именно:

- автономная роботизированная система сканирования;
- интеллектуальная система поддержки принятия решений;
- модуль дополненной реальности.

Выявлен необходимый перечень данных обеспечивающий полноценную работу приложения по реализации технологии дополненной реальности. Данный перечень является обязательным для реализации технологии дополненной реальности в фондах библиотек, но не являются исчерпывающими для применения в фондах эксплуатирующих другие информационные системы помимо АБИС ИРБИС.

Обозначено, что требования, предъявляемые к квалификации библиотекаря, носят формальный характер в фондах библиотек, в которых будет осуществляться эксплуатация системы интеллектуального сопровождения, так как поиск позиции автоматизирован.

Детально описан и реализован эксперимент, в котором принял участие профессиональный библиотекарь СФУ.

По полученным результатам эксперимента был проведен сравнительный анализ работы библиотекаря по поиску позиции книжного издания в фондах

НТБ вручную и по методике. Анализ результатов методики производился по таким показателям как:

- суммарное время, затраченное библиотекарем на поиск позиции книжного издания в фондах НТБ;
- точность позиционирования книжного издания по соответствуанию позиции книжного издания предметной рубрике, авторскому знаку и виду документа.

Из сравнительного анализа следует, что суммарное время, затраченное на поиск позиции книжного издания в фондах НТБ библиотекарем по методике, было снижено на 60,3%, а число ошибок со стороны библиотекаря было уменьшено на 80%.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что цель работы была достигнута, а поставленные задачи были выполнены в полном объеме.

Отмечено, что применение технологии дополненной реальности для поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем возможно и целесообразно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате диссертационного исследования были выявлены проблемы поиска позиции книжных изданий библиотекарем в фондах научно-технических библиотек при помощи традиционных методов, а именно:

- недостаточная научно-техническая квалификация библиотекаря;
- неоднозначность идентификации предметной рубрики;
- составной индекс классификатора;
- ошибки в расстановке книг со стороны библиотекаря;
- использование в фонде комбинированных видов расстановки.

По результатам выполнения диссертационной работы была достигнута поставленная цель, а именно разработана методика поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек с применением технологии дополненной реальности, а также были решены следующие задачи:

- 1) выявлены проблемы поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ библиотекарем;
- 2) разработана методика поиска позиции книг в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности, разработанной в среде Unity;
- 3) предложена программно-аппаратная архитектура автоматизированной системы поиска позиции книг в фондах НТБ, обеспечивающей автоматизацию процесса расстановки;
- 4) подтверждена эффективность предложенной методики, обеспечивающей ускорение времени поиска позиции на 60,3 %, а также уменьшение числа ошибок со стороны библиотекаря на 80 %.

Научная новизна заключается в том, что предложена методика поиска позиции книжных изданий в фондах НТБ с применением технологии дополненной реальности, обеспечивающей ускорение поиска в условиях интенсивного движения фонда.

Практическая значимость данной работы будет ориентирована на то, что применение технологии дополненной реальности, обеспечит ускорение процесса поиска позиции книжных изданий библиотекарем в фондах НТБ научных, производственных и образовательных учреждений (например, НТБ СФУ, АО «ИСС»).

В данной работе была описана система интеллектуального сопровождения и ее состав. Представлены графические пользовательские интерфейсы прототипов подсистем системы интеллектуального сопровождения, а также описана автоматизированная библиотечная информационная система ИРБИС и инструментарий взаимодействия с ней.

Предложен возможный вариант организации базы данных автономной роботизированной системы сканирования для обеспечения полноценной работы технологии дополненной реальности в фондах научно-технических библиотек.

Перспективным направлением доработки разработанной системы является семантический анализ ключевых слов характеризующих книжное издание при осуществлении поиска позиции в фондах научно-технических библиотек.

По теме исследования опубликовано две статьи [20, 39].

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБИС – автоматизированная библиотечная информационная система;
АО «ИСС» – акционерное общество «Информационные спутниковые системы»;
АРМ – автоматизированное рабочее место;
АРСС – автономная роботизированная система сканирования;
ББК – библиотечно-библиографическая классификация;
БД – база данных;
БЗ – база знаний;
ГРНТИ – государственный рубрикатор научно-технической информации;
ИСППР – интеллектуальная система поддержки принятия решения;
МДР – модуль дополненной реальности;
НТБ – научно-техническая библиотека;
СИС – система интеллектуального сопровождения;
СППР – система поддержки принятия решений;
СФУ – Сибирский федеральный университет;
УДК – универсальная десятичная (децимальная) классификация;
ШД – шаговый двигатель;
ЭС – экспертная система.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Углев, В. А. Концепция самостоятельного поиска информации в фондах научных библиотек на базе технологии дополненной реальности // Омские научные чтения. – Омск: Издательство Омского государственного университета, 2018. – С. 366–368.
- 2 Мамина, Р. И. Роль и значение библиотеки в современном информационном пространстве / Р. И. Мамина, Е. В. Пирайнен // Библиосфера. – № 4. – 2016. – С. 39–45.
- 3 Бродовский, А. И. Новые решения и направления развития системы автоматизации библиотек ИРБИС / А. И. Бродовский, Б. И. Маршак // Научные и технические библиотеки. – № 11. – 2006. – С. 60–67.
- 4 Джиго, А. А. Комплексный подход к библиотечному фонду: ГОСТ Р 7.0.93-2015 / А. А. Джиго, Т. В. Майстрович // Библиотечный фонд. Технология формирования. – № 3. – 2016. – С. 37 – 45.
- 5 Джиго, А. А. Библиотечное дело / А. А. Джиго, Т. В. Майстрович. – Москва : Пашков дом, 2014. – 767 с.
- 6 Сергеева, Ю. С. Библиотечное дело и библиотековедение / Ю. С. Сергеева. – Москва : Приор, 2009. – 170 с.
- 7 Столяров, Ю.Н. Эволюция библиотечного фондоведения / Ю. Н. Столяров, Н. Н. Кушнаренко, А. А. Соляник. – Москва : Фаир, 2007. – 688 с.
- 8 Хахалева, Н. Н. Порядок учета документов, входящих в состав библиотечного фонда, с комментариями и приложениями / Н. Н. Хахалева, А. А. Джиго, Т. В. Майстрович. – Москва : Пашков дом, 2015. – 88 с.
- 9 Сукиасян, Э. Р. Библиотечно-библиографическая классификация (ББК) - Национальная классификационная система Российской Федерации / Э. Р. Сукиасян. – Москва : Научно-исследовательский центр развития Библиотечно-библиографической классификации, 2015. – 64 с.

- 10 Ухарская, Е. С. Расстановка документов в библиотечном фонде : методическая консультация / Е. С. Ухарская. – Выкса : МБУК «ЦБС городского округа город Выкса», 2018. – 6 с.
- 11 Хвостенко, И. М. Информационные технологии в библиотеках: дайджест-конспект / И. М. Хвостенко. – Новосибирск: НГОНБ, 2015. – 90 с.
- 12 Иванова, А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск менеджмент. – 2018. – № 3. – С. 88 – 107.
- 13 Горбунов, А. Л. Дополненная реальность в авиации / А. Л. Горбунов, Е. Е. Нечаев, Г. Теренци // Прикладная информатика. – 2012. – № 4. – С. 67 – 80.
- 14 Топ 18 SDK для работы с AR [Электронный ресурс] : интернет-издание о бизнесе, стартапах, инновациях, маркетинге и технологиях. – Режим доступа: <https://vc.ru/design/125017-top-18-sdk-dlya-raboty-s-ar>.
- 15 Использование дополненной реальности в разных областях [Электронный ресурс] : информационный портал Mentamore. – Режим доступа: <https://mentamore.com/virtualnaya-realnost/ispolzovanie-dopolnennoj-realnosti.html>.
- 16 Халина, В. Г. Системы поддержки принятия решений: учебно-методическое пособие / В. Г. Халина, Г. В. Черновой. – Москва : Юрайт, 2017. – 494 с.
- 17 Попов, А. Л. Системы поддержки принятия решений : учебно-методическое пособие / А. Л. Попов. – Екатеринбург : Уральский государственный университет, 2008. – 80 с.
- 18 Джексон, П. Введение в экспертные системы 3-е издание / П. Джексон. – Москва : Вильямс, 2001. – 623 с.
- 19 Кирякова, Г. С. Базы знаний и экспертные системы : учебное пособие / Г. С. Кирякова. – Красноярск : Красноярск. гос. техн. ун-т, 2002. – 100 с.
- 20 Дубровин, М. В. Автономная роботизированная система сканирования библиотечных фондов / М. В. Дубровин // Робототехника и

искусственный интеллект: материалы XII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Красноярск, 2020. – С. 175 –181.

21 Николаенко Г. А., Евсикова В. Е. Перспективы использования QR-кодировки в академической сфере. // Sociology of science and technology. – № 2. – 2015. – С. 109-117.

22 Поручиков, М. А. Анализ данных : учебное пособие / М. А. Поручиков. – Самара : Издательство Самарского университета, 2016. – 88 с.

23 ГОСТ 7.59-2003 Индексирование документов. Общие требования к систематизации и предметизации. Введ. 01.01.2004. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с.

24 Хавкина, Л. Б. Эластичные таблицы авторских знаков для кириллицы и латиницы / Л. Б. Хавкина. – Изд. 7-е, перераб. и доп. – Москва : Либерия, 1993. – 175 с.

25 Краснянский, М. Н. Сравнительный анализ методов машинного обучения для решения задачи классификации документов научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов, Е. М. Соломатина, А. А. Воякина // Вестник ВГУ. – № 3. – 2018. – С. 173–182.

26 Голованов, Е. О. Применение методов машинного обучения в области обработки естественного языка / Е. О. Голованов. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский университет, 2017. – 40 с.

27 Воронина, В. В. Теория и практика машинного обучения : учебное пособие / В. В. Воронина, А. В. Михеев, Н. Г. Ярушкина, К. В. Святов. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 290 с.

28 ViDaExpert [Электронный ресурс] : Программное обеспечение для многомерной визуализации векторных данных. – Режим доступа: <http://bioinfo.curie.fr/projects/vidaexpert/>.

29 Попов, А. В. DirectX 10 — это просто. Программируем графику на C++ / А. В. Попов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. – 464 с.

30 Гутманс, Э. PHP 5. Профессиональное программирование / Э. Гутманс, С. Баккен, Д. Ретанс. – Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2006. – 704 с.

31 Ассоциация ЭБНИТ [Электронный ресурс] : Международная ассоциация пользователей и разработчиков электронных библиотек и новых информационных технологий. – Режим доступа: http://www.elnit.org/index.php?option=com_content&view=article&id=35&Itemid=452.

32 Библиотечно-издательский комплекс [Электронный ресурс] : Научная библиотека СФУ. – Режим доступа: <https://bik.sfu-kras.ru/library>.

33 Углев, В. А. Программно-аппаратное обеспечение системы самостоятельного поиска информации в фондах научных библиотек / В. А. Углев, Р. А. Барышев // Информатизация образования и методика электронного обучения: Материалы III Международной научной конференции. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. – С. 202–207.

34 Филиппов, С. А. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Лаборатория знаний, 2018. – 190 с.

35 Емельянов, А. В. Шаговые двигатели : учеб. пособие / А. В. Емельянов, А. Н. Шилин. – Волгоград : ВолгГТУ, 2005. – 48 с.

36 Шварц, М. Интернет вещей с ESP8266 / М. Шварц. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2018. – 192 с.

37 Мэннинг, Д. Unity для разработчика. Мобильные мультиплатформенные игры / Д. Мэннинг, П. Батфилд-Эддисон — Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 304 с.

38 Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента : учебное пособие / Н. А. Спирин [и др.] ; отв. ред. Н. А. Спирин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург : ООО «УИНЦ», 2015. – 290 с.

39 Дубровин, М. В. Применение технологии дополненной реальности в фондах научно-технических библиотек / М. В. Дубровин // Международный научный журнал инновационная наука. – 2021. – № 7. – (в печати).

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

B.E. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«25» 06 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка методики поиска позиции книжных изданий в фондах научно-технических библиотек с применением технологии дополненной реальности»
тема

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и
центров управления полетами»
код и наименование направления

Научный
руководитель



доцент МБК ПФиКТ,
канд. техн. наук

В.А. Углев

должность, ученая степень

инициалы, фамилия

Выпускник



М.В. Дубровин

инициалы, фамилия

Рецензент



начальник сектора
АО «ИСС» имени
академика М.Ф. Решетнева,
канд. техн. наук

Ю.В. Кочев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер


23.06.21

профессор,
МБК ПФиКТ,
д-р техн. наук, доцент

Б.Е. Чеботарев

инициалы, фамилия

Красноярск 2021