

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Институт компьютерных и инженерных наук
Кафедра Информационных и управляющих систем
Направление подготовки 09.03.02 – Информационные системы и технологии
Направленность (профиль) образовательной программы Информационные системы и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

_____ А.В. Бушманов

« _____ » _____ 2025 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка 3-D панорамы Дома научной коллаборации имени ак. Луценко

Исполнитель
студент группы 1104-об

(подпись, дата)

Д.М. Кузнецов

Руководитель
профессор, доктор техн.
наук

(подпись, дата)

И.Е. Ерёмин

Консультант:
по безопасности и экологичности
доцент, канд. техн. наук

(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

(подпись, дата)

В.Н. Адаменко

Благовещенск 2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Институт компьютерных и инженерных наук
Кафедра Информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ А.В. Бушманов

« _____ » _____ 2025 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Кузнецов Д.М.

1. Тема выпускной квалификационной работы: Разработка 3-D панорамы Дома научной коллаборации имени ак. Луценко.

(утверждено приказом от 14.04.2025 № 980-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта): 10.06.2025

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: нормативные документы, учебная литература, Интернет-ресурсы.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): область применения; инструментарий для разработки; практическая реализация программного продукта; безопасность и экологичность.

5. Перечень материалов приложения: Схема принципа реализации, последовательность создания, схема сборки панорам

6. Дата выдачи задания: 01.09.2024

Руководитель выпускной квалификационной работы: И.Е. Ерёмин,
профессор, доктор техн. наук

(фамилия, имя, отчество, должность, уч.степень, уч.звание)

Задание принял к исполнению _____ (подпись студента)

РЕФЕРАТ

Дипломная (бакалаврская) работа содержит 65 страниц, 30 рисунков, 25 источников.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТУР, 3D-ПАНОРАМА, ПАНОРАМНАЯ СЪЕМКА, PANOTOUR PRO, ДОМ НАУЧНОЙ КОЛЛАБОРАЦИИ

Объектом исследования является процесс создания виртуального тура по Дому научной коллаборации им. М. Т. Луценко.

Цель работы – разработка интерактивной цифровой модели, позволяющей в дистанционном формате ознакомиться с помещениями учреждения.

Для достижения цели проведён анализ технологий виртуальных туров, выполнена фотосъёмка помещений, выбрано и настроено программное обеспечение.

Далее осуществлена обработка изображений, сборка 3D-панорам и их объединение в единую навигационную структуру. Финальным этапом стало тестирование и экспорт проекта.

Результатом работы является виртуальный тур по ДНК им. Луценко, предназначенный для образовательных и презентационных задач.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Виртуальные 3D-туры	9
1.1 Системы виртуальной реальности	9
1.1.1 Понятие виртуальной реальности	9
1.1.2 История развития и современное состояние VR	10
1.1.3 Классификация форм виртуальной и дополненной реальности	10
1.1.4 Применение технологий VR в образовательных и научных целях	11
1.2 ДНК им. Луценко	12
1.2.1 История создания и цели ДНК им. Луценко	13
1.2.2 Структура и инфраструктура ДНК им. Луценко	13
1.2.3 Задачи и перспективы виртуального тура	15
1.3 Обзор существующих решений	17
1.3.1 Виртуальные панорамы АмГУ	17
1.3.2 Мобильное приложение 2ГИС	18
1.3.3 Другие популярные решения	20
2. Обоснование выбора ПО	21
2.1 Общая схема решения задачи	21
2.1.1 Идея и концепция	21
2.1.2 Фаза фотографирования	22
2.1.3 Обработка фотографий	22
2.1.4 Создание виртуального 3D-маршрута	23
2.2 Существующие программные средства для решения задачи	23
2.2.1 ПО для фотографирования	24
2.2.2 ПО для обработки фотографий	28
2.2.3 ПО для создания панорам	31

2.3 Детальная схема решения задачи и выбор ПО	35
2.3.1 Мобильное приложение Insta360	36
2.3.2 Фоторедактор Adobe Photoshop	36
2.3.3 Инструмент для сшивания PTGui	37
2.3.4 Инструмент для создания 3D-туров Kolor Panotour Pro	38
3 Практическая реализация виртуального тура по ДНК им. Луценко	39
3.1 3D-панорамы отдельных помещений	39
3.2 Сборка 3D-панорам в единую модель	41
3.3 Примеры практического использования авторского ПО	46
4 Безопасность и экологичность	49
4.1 Безопасность	49
4.1.1 Эргономичность рабочего места	49
4.1.2 Физические упражнения для поддержания здоровья	50
4.1.3 Требования к помещению	51
4.1.4 Требования к микроклимату рабочего места с ПЭВМ	53
4.1.5 Требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах	54
4.1.6 Требования к освещению на рабочих местах с ПЭВМ	56
4.1.7 Требования к организации рабочих мест с ПЭВМ	57
4.2 Экологичность	59
4.3 Чрезвычайные ситуации	61
Заключение	63
Библиографический список	64

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ДНК – Дом научной коллаборации

ПО – Программное обеспечение

ПК – Персональный компьютер

3D-панорама – Трёхмерная круговая панорама

VR – Virtual Reality (виртуальная реальность)

UI – User Interface (пользовательский интерфейс)

HTML – HyperText Markup Language (язык разметки гипертекста)

ВВЕДЕНИЕ

Создание виртуальных туров – это процесс формирования интерактивной визуальной среды, позволяющей пользователю в удалённом формате ознакомиться с реальными пространствами. Такие туры основаны на технологии 3D-панорамной съёмки и последующей цифровой обработке полученных изображений с использованием специализированного программного обеспечения. Они позволяют воспроизвести ощущение присутствия в помещении, обеспечивая свободу перемещения и визуального обзора.

Виртуальные туры находят широкое применение в различных сферах: в образовании, туризме, архитектуре, музейной и выставочной деятельности. Одним из главных преимуществ данного подхода является возможность расширить доступ к физическим пространствам, особенно для удалённых пользователей. Для образовательных учреждений это означает более полное и наглядное представление своей инфраструктуры, что актуально при профориентации, проведении онлайн-экскурсий и презентационных мероприятий.

Создание виртуального тура требует целенаправленного подхода, включающего подготовку фотоматериалов, выбор технических решений, а также проектирование удобной логики навигации. Большую роль играет качество съёмки, точность сшивания панорам и продуманность интерфейса, обеспечивающего интуитивное взаимодействие с цифровым пространством.

Дом научной коллаборации им. М. Т. Луценко, расположенный при Амурском государственном университете, представляет собой современное пространство для развития проектной и исследовательской деятельности школьников. Формирование виртуального тура по ДНК позволяет продемонстрировать инфраструктурные возможности центра, повысить его узнаваемость и вовлечённость школьников и педагогов в научную деятельность. Кроме того, это способствует формированию цифровой образовательной среды, отвечающей современным требованиям.

Разработка виртуального тура по ДНК им. Луценко представляет собой важный шаг в направлении цифровизации образования и популяризации научных инициатив среди молодёжи. В ходе выполнения проекта предстоит реализовать все этапы: от технической подготовки и съёмки до сборки готового продукта и его практического применения.

1 ВИРТУАЛЬНЫЕ 3D-ТУРЫ

1.1 Системы виртуальной реальности

1.1.1. Понятие виртуальной реальности

Виртуальная реальность (Virtual Reality, VR) – это технология, при которой с помощью аппаратно-программных средств создаётся искусственная среда, способная погрузить пользователя в интерактивное трёхмерное пространство. Главная особенность VR заключается в эффекте присутствия: пользователь ощущает себя внутри компьютерно-смоделированного или «сшитого» из фотографий окружения и может активно взаимодействовать с объектами, перемещаться в разные точки пространства, изменять ракурс обзора и т. д.

Существуют различные определения и классификации виртуальной реальности, но все они сходятся на том, что VR предполагает высокий уровень иммерсивности (погружения) и интерактивности. Основным оборудованием для погружения в VR традиционно выступают очки (или шлем) виртуальной реальности, а также ручные контроллеры и устройства отслеживания движений (датчики, камеры, сенсоры). Однако для виртуальных 3D-туров, которые воспроизводятся на экране компьютера или мобильного гаджета, можно обойтись без шлема – пользователю достаточно обычного браузера или специального приложения.

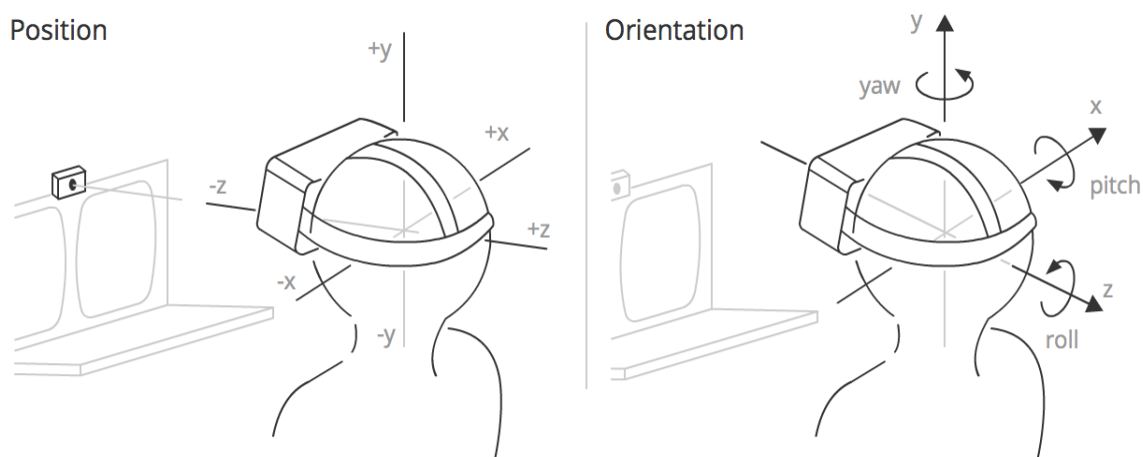


Рисунок 1 – Схема работы VR-Шлема

1.1.2. История развития и современное состояние VR

Начало развитию технологий виртуальной реальности положили эксперименты в области компьютерной графики и интерактивных симуляторов в 1960–1970-х гг. Уже тогда учёные разрабатывали специальные устройства, позволяющие воспроизводить трёхмерное изображение и реагировать на движения пользователя. Однако полноценный коммерческий интерес к VR-технологиям проявился лишь в 1990-е гг., когда появились первые очки виртуальной реальности и программные платформы для моделирования 3D-пространств.

Современный этап развития VR-технологий связан с появлением доступных устройств (Oculus Rift, HTC Vive, Samsung Gear VR, Google Cardboard и др.), а также с существенным ростом вычислительных мощностей персональных компьютеров и смартфонов. Это сделало возможным массовое распространение VR-контента, в том числе виртуальных туров, игр, обучающих симуляций, медицинских тренажёров и пр.

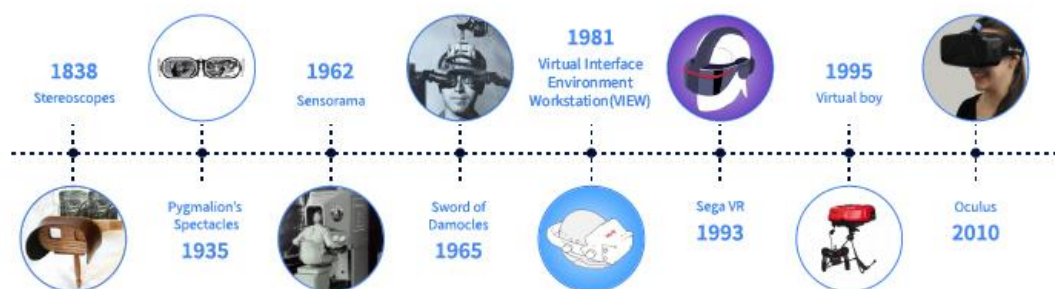


Рисунок 2 – Эволюция VR-Шлемов

1.1.3. Классификация форм виртуальной и дополненной реальности

Помимо «чистой» виртуальной реальности, существуют и другие смежные концепции.

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) подразумевает наложение виртуальных объектов на реальный мир, обычно при помощи камеры смартфона или AR-очков (HoloLens, Magic Leap). Пользователь видит окружающую обстановку, дополненную цифровыми элементами.

Смешанная реальность (Mixed Reality, MR) рассматривается как более продвинутый вариант AR, при котором виртуальные объекты могут реагировать на физические условия: освещение, геометрию помещения, препятствия. В MR цифровой контент «встраивается» в реальный мир так, что кажется его полноценной частью.



Рисунок 3 – AR-очки Apple Vision

Виртуальные 3D-туры, будучи одним из популярных направлений VR-технологий, нередко применяют элементы AR/MR. Например, некоторые музеи создают комбинированные «переходы» между реальными панорамными фото и 3D-моделями арт-объектов в дополненной реальности. Это расширяет возможности интерактивного взаимодействия пользователей с экспозицией.

1.1.4. Применение технологий VR в образовательных и научных целях

Виртуальные 3D-туры широко используются в образовании и науке благодаря множеству преимуществ, среди которых повышение интереса и вовлечённости пользователей, поскольку студенты и школьники гораздо охотнее изучают материал, представленный в интерактивном формате с применением технологий VR. Подобные решения обеспечивают безопасность и экономию, ведь в ряде ситуаций, например в химических лабораториях или при работе со сложной техникой, целесообразно сначала проводить виртуальное обучение, прежде чем допускать учащихся к реальному оборудованию. Доступность таких туров

преодолевают географические ограничения: с помощью VR можно «посещать» научные центры и лаборатории, расположенные на другом конце света, без дорогостоящих командировок и сложной логистики.

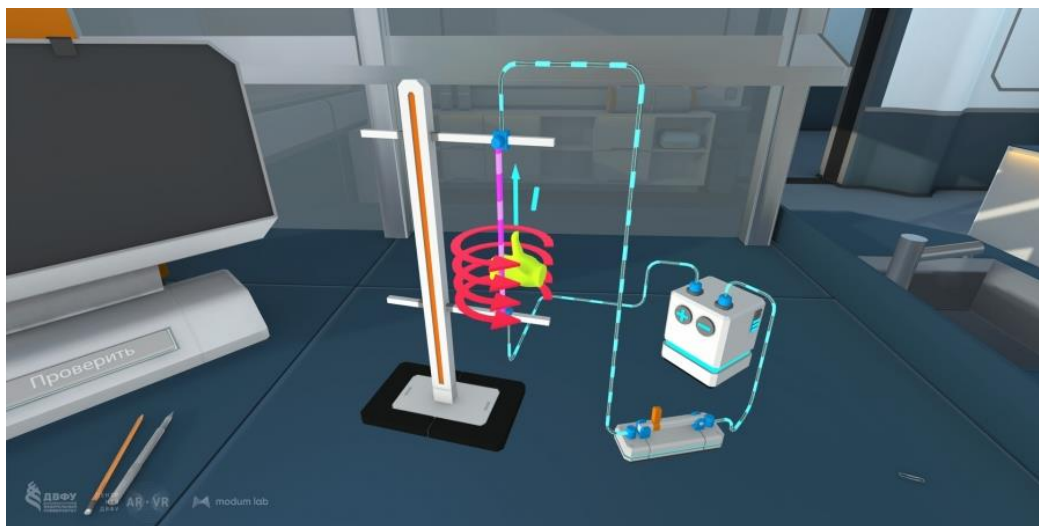


Рисунок 4 – Образовательное VR-приложение ModumLab

Немаловажным является и то, что виртуальные 3D-модели позволяют наглядно визуализировать процессы и объекты, которые трудно или невозможно показать в обычных учебных условиях. В связи с этим создание виртуальных 3D-туров по научным, образовательным учреждениям и выставочным пространствам, включая Дом научной коллаборации (ДНК) им. Луценко, позволяет эффективно демонстрировать инфраструктуру, оборудование и основные направления деятельности, делая их более понятными и привлекательными для широкой аудитории.

1.2. ДНК им. Луценко

Дом научной коллаборации имени академика Луценко М.Т. (далее – ДНК им. Луценко) является одним из ключевых звеньев научно-образовательной системы региона. Он направлен на поддержку и развитие научно-исследовательских, инновационных и просветительских проектов среди молодёжи. Деятельность Дома научной коллаборации ориентирована, прежде всего, на студентов, аспирантов, молодых учёных и школьников, проявляющих интерес к науке, технологиям и инженерии.

1.2.1. История создания и цели ДНК им. Луценко

ДНК им. Луценко был основан в рамках государственной программы, нацеленной на модернизацию отечественного образования и развитие научно-технического потенциала молодёжи. Инициатором создания выступил региональный университет при содействии научного сообщества и местных органов управления образованием. Учреждение получило имя академика Луценко – выдающегося учёного, внесшего значительный вклад в отечественную науку и долгое время занимавшегося подготовкой высококвалифицированных кадров. Основными целями ДНК им. Луценко являются содействие научной коллаборации между образовательными и научно-исследовательскими организациями, предприятиями высокотехнологичного сектора и общественными институтами, популяризация научно-технического творчества среди молодёжи и формирование интереса к исследовательской деятельности, повышение уровня компетенций в области инновационных технологий, инженерных и естественнонаучных дисциплин, а также создание площадки для обмена опытом, проведения научных конкурсов, конференций, семинаров и других образовательных мероприятий.

1.2.2. Структура и инфраструктура ДНК им. Луценко

Структура и инфраструктура Дома научной коллаборации имени академика Луценко включает образовательные аудитории и лектории, представляющие собой помещения, оснащённые современными мультимедийными системами (проекторами, интерактивными досками, VR-стендами и т. д.) для проведения лекций, семинаров и практикумов, а также лабораторные комплексы, ориентированные на робототехнику, 3D-печать, нанотехнологии, биотехнологии и другие направления, оснащённые необходимым оборудованием для реальных научных экспериментов и учебных практик.



Рисунок 5 – Здание Дома научной коллаборации

Здесь же имеются коворкинг-пространства, где группы студентов и молодых учёных могут заниматься совместной работой, участвовать в хакатонах и проектных сессиях под руководством опытных менторов, и выставочные зоны, в которых размещены демонстрационные стенды, интерактивные экспонаты, макеты проектов и тематические плакаты, показывающие достижения научных коллективов и перспективные разработки учащихся.



Рисунок 6 – План здания

Для административных нужд в ДНК предусмотрены соответствующие офисные помещения, где осуществляется планирование мероприятий, ведётся работа с проектными заявками и информационная поддержка, а для проведения крупных научных и образовательных событий, круглых столов и презентаций организованы конференц-залы, позволяющие собирать широкую аудиторию.

Наличие столь разнообразной инфраструктуры делает Дом научной коллаборации им. Луценко привлекательным для разных категорий посетителей, включая школьников, которых интересует профессиональная ориентация, студентов, желающих заниматься учебными и научно-исследовательскими проектами, преподавателей, ищущих возможности обмена опытом, а также представителей бизнес-сообщества, инвесторов и грантодателей, стремящихся к поиску инновационных идей и поддержке перспективных научных разработок.

1.2.3. Задачи и перспективы виртуального 3D-тура по ДНК им. Луценко

Создание виртуального 3D-тура по ДНК им. Луценко даёт широкие возможности для информационной открытости, поскольку виртуальная экскурсия позволяет потенциальным посетителям, включая абитуриентов, приезжих

студентов, школьников из отдалённых районов и гостей из других регионов, легко ознакомиться с ресурсами Дома научной коллаборации.

Такая визуальная демонстрация современного оснащения и инфраструктуры привлекает целевую аудиторию, будь то партнёры, инвесторы, научные коллективы или талантливые абитуриенты, и мотивирует их посещать ДНК, а также участвовать в проводимых программах и проектах. В дополнение к этому, 3D-тур выполняет важную образовательную функцию, поскольку с его помощью можно организовывать онлайн-уроки, проводить виртуальные занятия и демонстрации оборудования, что помогает формировать цифровые компетенции у обучающихся.

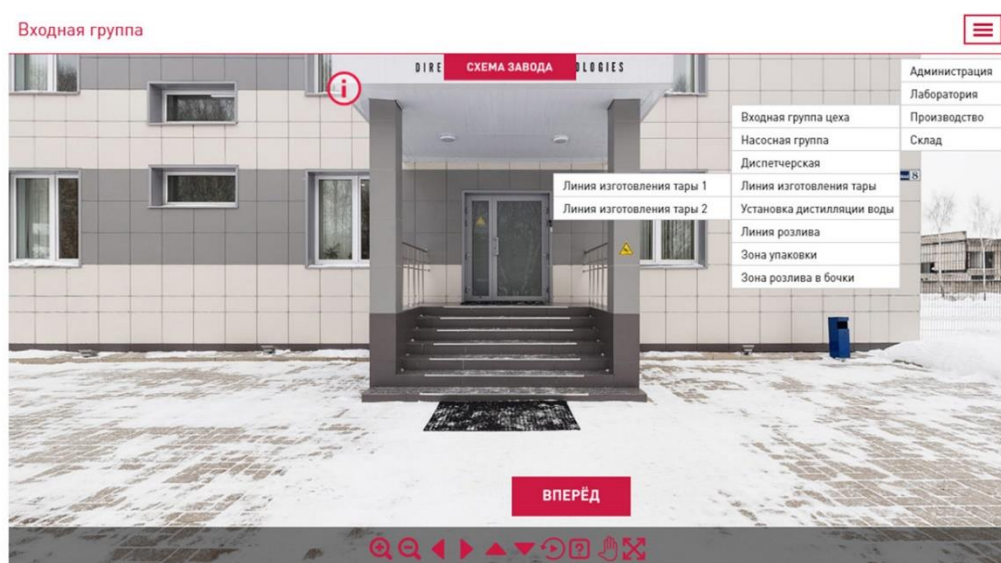


Рисунок 7 – Пример интерфейса 3D-тура

Важной задачей становится и популяризация науки, потому что виртуальная экскурсия делает научную деятельность более доступной и увлекательной, способствуя пробуждению интереса к исследованиям и экспериментам. Кроме того, если здание, где располагается ДНК, обладает исторической и архитектурной ценностью, трёхмерная панорама позволит сохранить цифровое изображение текущего состояния интерьеров и архитектурных особенностей. Таким образом, виртуальный 3D-тур по ДНК им. Луценко становится эффективным

инструментом для продвижения и популяризации научного центра, а также для решения образовательных и просветительских задач, стоящих перед учреждением.

1.3. Обзор существующих решений

Технологический прогресс в области виртуальных 3D-туров стремительно расширяется. Существуют множество платформ, движков и сервисов, позволяющих создавать и публиковать VR-контент в интернете и мобильных приложениях. Рассмотрим некоторые примеры из российской практики, наиболее близкие к тематике образовательных учреждений и городской навигации.

1.3.1. Виртуальные панорамы АмГУ

Амурский государственный университет использует технологию виртуальных панорам для проведения дистанционных экскурсий по корпусам и кампусам, чтобы предоставить абитуриентам, гостям и партнёрам наглядное представление об учебной и научной инфраструктуре.

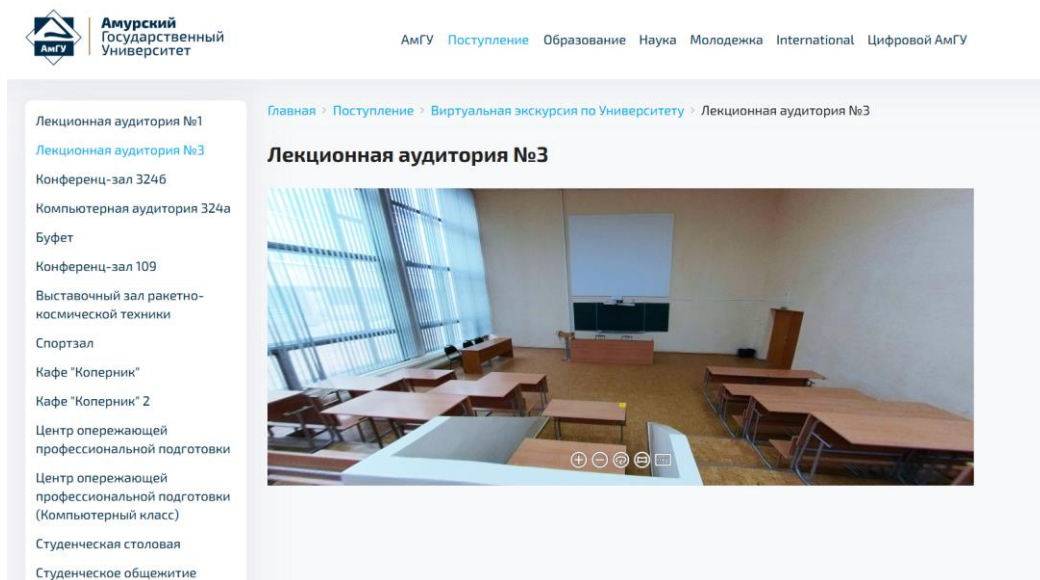


Рисунок 8 – Интерфейс виртуальных панорам АмГУ

В процессе создания подобных панорам осуществляется фотосъёмка на 360 градусов (часто говорят о «сферических фото»), которые затем сшиваются в программы вроде Pano2VR или KRPano. В зависимости от технических

возможностей и бюджета могут применяться как специальные камеры (Ricoh Theta, Insta360), так и DSLR-фотоаппараты, оборудованные панорамной головкой.

Готовый виртуальный тур размещен на официальном сайте АмГУ, где посетители легко находят нужный корпус или аудиторию, перемещаются по туру и используют интерактивные метки для получения дополнительной информации о кафедрах, аудиториях, оборудовании и расписаниях.

Такой формат даёт университету возможность проводить «дни открытых дверей» онлайн и делать инфраструктуру более доступной для абитуриентов из других регионов или даже стран, а также повышает имидж АмГУ за счёт современной формы презентации. В то же время он требует регулярных пересъёмок, поскольку при малейшем изменении мебели или появлении нового оборудования приходится обновлять соответствующие фотографии, а сфотографированные панорамы не позволяют быстро вносить корректировки в цифровую модель. Несмотря на эти ограничения, опыт АмГУ показывает, насколько востребованным может быть подобный инструмент в образовательной сфере, поскольку он помогает дистанционно продемонстрировать возможности вуза и привлечь к нему новых студентов и партнёров.

1.3.2. Мобильное приложение 2ГИС

Мобильное приложение 2ГИС широко известно как справочно-картографический сервис, предоставляющий подробные карты городов, маршруты общественного транспорта, а также информацию о коммерческих и государственных учреждениях. В последние годы сервис активно развивает 3D-карты зданий и улиц, а также панорамные виды, что даёт пользователям возможность осматривать города в объёмном формате, заранее планировать маршруты и получать общее представление об окружающей инфраструктуре.

В крупных населённых пунктах 2ГИС предлагает функцию трёхмерного просмотра зданий, улиц, дворов и парковок, помогает лучше ориентироваться в пространстве и видеть здания с разных ракурсов. Аналогично Google Street View,

приложение предоставляет уличные панорамы, однако они в основном ориентированы на бизнес-организации и основные городские магистрали.

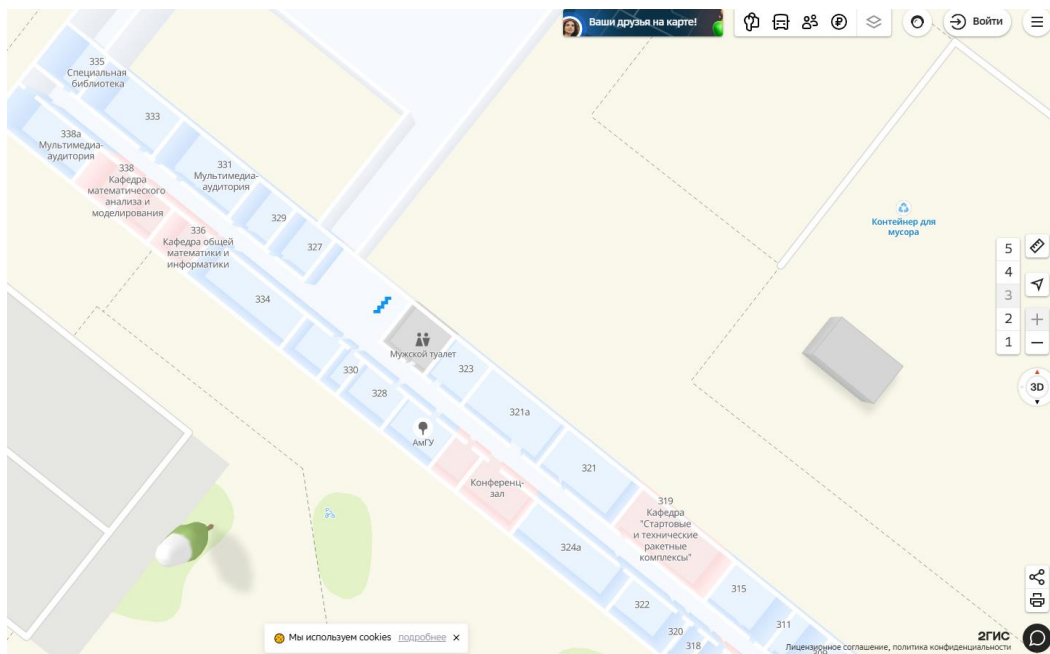


Рисунок 9 – Интерфейс приложения 2ГИС

Важной особенностью 2ГИС является интеграция справочника и карт, благодаря которой пользователь может узнать подробные сведения об организациях, работающих в том или ином здании, включая режим работы и контактные данные. Кроме того, владельцам компаний доступен набор инструментов для размещения фотографий и описаний интерьеров, хотя это скорее фотоотчёты или краткие виртуальные экскурсии, чем полноценные 3D-туры.

Несмотря на то что 2ГИС не считается специализированной платформой для создания многоуровневых виртуальных 3D-туров интерьеров, он может быть крайне полезным для информирования о местоположении и внешнем виде учреждения, особенно если речь идёт о малоизвестном объекте. Для ДНК им. Луценко интеграция в справочник 2ГИС может стать дополнительным источником привлечения аудитории за счёт удобного поиска, отображения пути на карте и предварительного просмотра окружающей территории.

Помимо 2ГИС, существуют и другие решения, широко применяемые в России и за рубежом: Google Street View, который считается одним из самых

популярных сервисов уличных панорам и иногда используется для внутренней съёмки зданий; Matterport, предлагающий 3D-сканирование помещений при помощи специальной камеры и формирование фотореалистичной модели пространства; гейм-движки Unity и Unreal Engine, позволяющие разрабатывать интерактивные сцены с реалистичной физикой и анимацией, что особенно актуально в случаях, когда необходимо внедрять объекты дополненной реальности или сложную логику; библиотеки Three.js и Babylon.js, дающие возможность создавать и встраивать 3D-туры непосредственно в веб-приложения, поддерживая интерактивную графику, работу с 3D-моделями и текстурами, а также разнообразные режимы управления виртуальной камерой.

1.3.3 Другие популярные решения

Помимо рассмотренных примеров, в России и во всём мире существует множество других платформ и инструментов для создания и публикации виртуальных туров.

Google Street View – один из самых распространённых сервисов уличных панорам, но иногда применяется и для панорамных съёмок внутри зданий.

Matterport – специализированное решение для сканирования помещений, получившее распространение в сфере недвижимости и архитектуры. Сканирование осуществляется с помощью 3D-камеры, формируется облако точек и фотореалистичная модель пространства.

Unity / Unreal Engine – гейм-движки, позволяющие создавать фотореалистичные и даже «живые» 3D-сцены с физикой, анимацией и интерактивными элементами. Используются, если необходимо добавить объекты дополненной реальности или более сложную логическую структуру.

2 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПО

2.1 Общая схема решения задачи

Создание виртуального 3D-тура по Дому научной коллаборации им. Луценко требует чёткого плана, охватывающего все этапы – от разработки концепции до сборки готового продукта. Данный процесс включает четыре ключевых фазы: определение идеи и концепции, фотографирование помещений, обработку полученных изображений и создание интерактивного 3D-маршрута. Ниже представлено описание каждого этапа, адаптированного к специфике объекта и целям проекта.

2.1.1 Идея и концепция

Основная идея проекта заключается в разработке интерактивного виртуального 3D-тура, который позволит пользователям дистанционно ознакомиться с инфраструктурой ДНК им. Луценко. Тур охватит ключевые зоны учреждения: образовательные аудитории, лабораторные комплексы, коворкинг-пространства и выставочные зоны. Главная цель – обеспечить информационную открытость и повысить интерес к научной и образовательной деятельности ДНК среди целевой аудитории, включающей школьников, студентов, преподавателей и потенциальных партнёров.

Концепция предусматривает фотореалистичное воспроизведение помещений с возможностью перемещения между точками съёмки и просмотра дополнительной информации через интерактивные метки (hotspots). Например, в лабораторных комплексах метки могут содержать описание оборудования, а в выставочных зонах – сведения о проектах молодых учёных. Тур будет реализован в формате веб-приложения, доступного через браузер, что обеспечит максимальную совместимость с различными устройствами (ПК, смартфоны, планшеты) без необходимости установки дополнительного ПО. Такой подход соответствует задачам популяризации науки и привлечения широкой аудитории.

2.1.2 Фаза фотографирования

Фотографирование – первый практический этап создания тура, направленный на получение исходных материалов высокого качества. Для съёмки используется камера Insta360 ONE X, обеспечивающая разрешение 5.7К и угол обзора 360°. Выбор обусловлен компактностью устройства, встроенной стабилизацией изображения и поддержкой автоматического режима съёмки, что упрощает процесс.

Съёмка проводится в несколько этапов. Сначала определяется маршрут тура: от входа в здание через основные помещения (аудитории, лаборатории, коворкинг-зоны) до выставочных залов. Для каждой зоны выбирается 3–5 точек съёмки, чтобы обеспечить полный обзор пространства и плавные переходы между локациями. Особое внимание уделяется освещению: предпочтительно естественное или равномерное искусственное освещение, чтобы избежать бликов и теней, искажающих изображение. Например, в лабораториях с оборудованием камера устанавливается на высоте 1,5 м на штативе для точного захвата деталей. Всего планируется сделать около 10–15 сферических фотографий, покрывающих основные функциональные зоны ДНК.

2.1.3 Обработка фотографий

После съёмки полученные изображения требуют подготовки для дальнейшего сшивания и интеграции в тур. Обработка включает несколько шагов:

- коррекция искажений: устранение эффекта «рыбьего глаза», характерного для 360-градусных камер, и выравнивание горизонта;
- регулировка яркости и контраста: обеспечение единообразного освещения на всех снимках для визуальной целостности тура;
- удаление дефектов: ретушь нежелательных элементов (например, случайных людей в кадре или проводов), если это не нарушает аутентичность пространства.

Этот этап необходим для повышения качества исходных материалов и упрощения последующей сборки панорам. Обработка будет проводиться с использованием профессионального ПО.

2.1.4 Создание виртуального 3D-маршрута

Заключительный этап схемы – сборка отдельных панорам в единую интерактивную модель. Процесс включает:

- объединение сферических фотографий в бесшовные 360-градусные изображения с помощью специализированного ПО;
- добавление точек перехода (hotspots), связывающих панорамы в логический маршрут. Например, из аудитории можно перейти в соседнюю лабораторию одним кликом;
- размещение меток с текстовой информацией, фотографиями или ссылками (например, Лаборатория робототехники: 3D-принтер Formlabs);
- создание готового тура в формате HTML5 для публикации на сайте ДНК с проверкой работоспособности на разных устройствах.

Результатом станет виртуальный тур, который обеспечит пользователям эффект присутствия и возможность самостоятельного исследования помещений ДНК им. Луценко. Такая схема позволяет реализовать проект с минимальными затратами времени и ресурсов, сохраняя высокое качество конечного продукта.

2.2 Существующие программные средства для решения задачи

Для реализации виртуального 3D-тура по ДНК им. Луценко необходимо использовать программное обеспечение, соответствующее каждому этапу процесса: фотографированию, обработке изображений и созданию панорам с последующей сборкой тура. На рынке представлено множество инструментов, различающихся по функционалу и уровню сложности. В данном разделе рассматриваются основные программные средства, доступные для выполнения поставленных задач, с акцентом на критерии их выбора в зависимости от требований этапов.

2.2.1 ПО для фотографирования

Этап фотографирования предполагает использование 360-градусной камеры для получения сферических изображений высокого качества. Программное обеспечение на этом этапе должно обеспечивать управление камерой и экспорт отснятых материалов. Основные критерии выбора:

- совместимость с используемой камерой (например, поддержка конкретных моделей 360°-устройств);
- возможность настройки параметров съёмки (разрешение, экспозиция, стабилизация);
- удобство интерфейса для быстрого просмотра и экспорта изображений;
- скорость обработки данных для оперативной работы на этапе съёмки.

Приложение Insta360 – это мощный инструмент для работы с экшн-камерами и портативными стабилизаторами от Insta360, который превращает ваш смартфон в полноценную студию редактирования и управления съёмкой, предоставляя создателям, спортсменам и любителям приключений широкие возможности для творчества. Вы можете доверить искусственному интеллекту автоматическое редактирование с использованием готовых шаблонов, которые быстро превращают отснятый материал в динамичные ролики, или взять процесс в свои руки, используя множество ручных настроек для точечной обработки. Среди ключевых функций – Quick Edit, где камеру можно направлять с помощью телефона, свайпов или виртуального джойстика, и AI Edit, который самостоятельно переформатирует видео, выделяя лучшие моменты благодаря улучшенному распознаванию объектов. Функция AI Highlights Assistant автоматически монтирует ваши приключения в эпичные клипы, экономя время на сортировке материала, а AI Warp добавляет креативные эффекты, преобразая видео целиком или его части. Reframing открывает безграничные возможности для изменения перспективы 360-градусных кадров простым добавлением ключевых точек, а Deep Track удерживает выбранный объект – человека, животное или движущуюся вещь – в центре кадра одним касанием. Shot Lab предлагает более 25 шаблонов с

эффектами вроде Nose Mode, Sky Swap или Clone Trail для создания вирусного контента, а Hyperlapses позволяет ускорять видео с идеальной стабилизацией и гибкой настройкой скорости. Уникальная фишка Download-Free Editing дает возможность редактировать и делиться клипами в соцсетях без предварительной загрузки на телефон, что экономит место в памяти устройства. Приложение также выступает помощником камеры: подключайтесь через Wi-Fi для удаленного управления и просмотра.

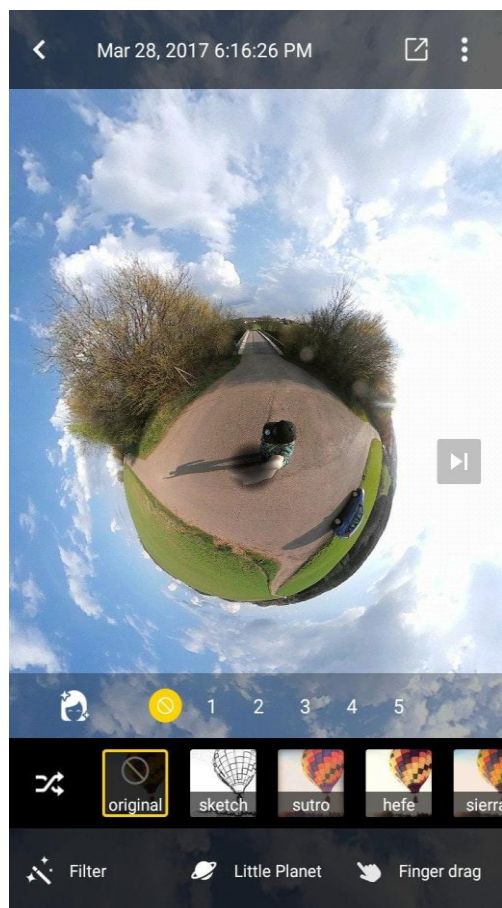


Рисунок 10 – Интерфейс приложения Insta360

Приложение Ricoh Theta – это удобный инструмент для управления 360-градусными камерами Ricoh Theta, превращающий ваш смартфон в центр съемки, просмотра и обмена контентом, который идеально подходит для любителей фотографии, профессионалов и всех, кто хочет запечатлеть мир вокруг себя в полном объеме. Оно позволяет снимать фото и видео с помощью камеры, подключенной по Wi-Fi, предоставляя возможность удаленного управления

спуском затвора и предварительного просмотра в реальном времени прямо на экране телефона, что особенно удобно для настройки кадра без лишних движений. Вы можете переключаться между режимами фото и видео, просматривать отснятые 360-градусные изображения, вращать их, увеличивать или уменьшать, чтобы рассмотреть детали. Среди особенностей – простота интерфейса, возможность редактировать базовые параметры съемки и функция автоматической передачи файлов на телефон после каждого кадра, если включена опция Postview или Display after shooting, что ускоряет процесс работы с материалом. Ricoh Theta – это не просто приложение, а ключ к миру 360-градусной съемки, который делает процесс интуитивным и доступным, хотя некоторые пользователи отмечают, что скорость передачи данных по Wi-Fi могла бы быть выше, а многозадачность – лучше. Тем не менее, это надежный спутник для вашей камеры Theta, открывающий новые горизонты творчества и общения.

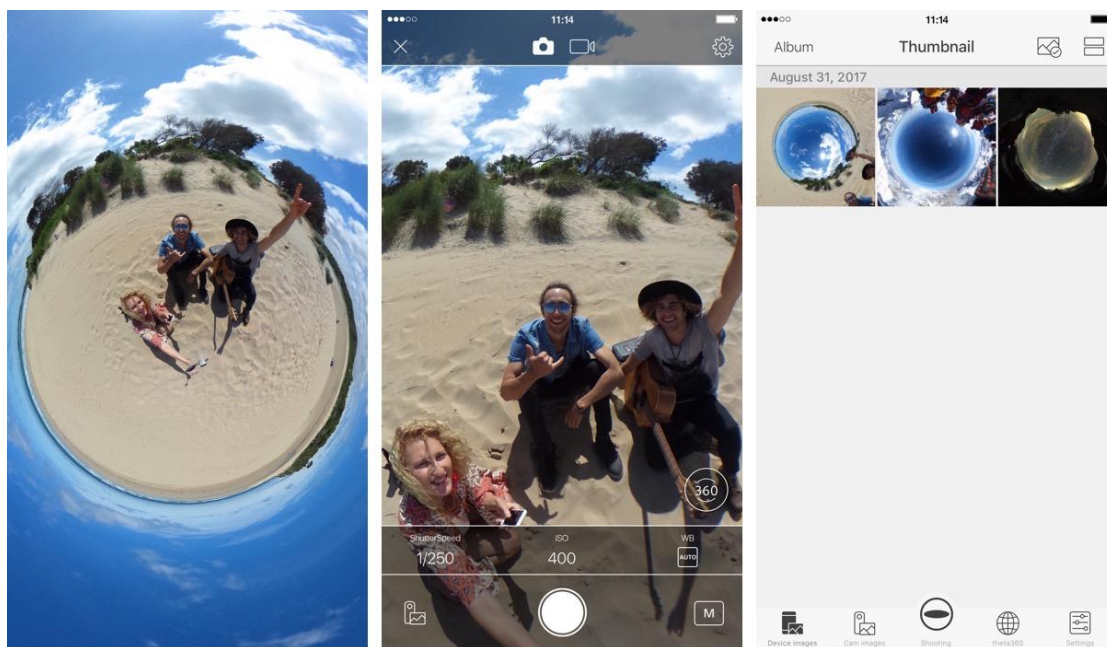


Рисунок 11 – Интерфейс приложения Ricoh Theta

GoPro Quik – это универсальный инструмент для управления экшн-камерами GoPro и редактирования отснятого материала, превращающий ваш смартфон в пульт дистанционного управления и мощную платформу для создания контента, идеально подходящую для любителей приключений, спортсменов и

создателей видео. Подключение к камере осуществляется через Wi-Fi или Bluetooth, что дает возможность удаленно управлять настройками, запускать и останавливать съемку, а также видеть прямую трансляцию с камеры для точной компоновки кадра. Главная фишка приложения – автоматическое редактирование: оно анализирует ваши фото и видео, выбирает лучшие моменты, синхронизирует их с музыкой из встроенной библиотеки и добавляет кинематографические переходы, создавая готовые ролики за считанные минуты. С функцией Mural ваши любимые снимки и клипы собираются в персонализированную ленту, чтобы не теряться в галерее телефона, а мощные инструменты ручного редактирования позволяют настраивать скорость видео – от суперзамедления до ускорения, добавлять фильтры, оптимизированные для таких условий, как снег или вода, и извлекать кадры высокого разрешения из видео. Подписка GoPro открывает дополнительные бонусы: автоматическая загрузка отснятого материала в облако во время зарядки камеры с последующей отправкой готового highlight-видео, плюс неограниченное резервное копирование в 100 % качестве, хотя контент с GoPro Fusion не поддерживается. Вы можете управлять скоростью клипов, синхронизировать эффекты с ритмом музыки, выравнивать горизонт для идеально ровных кадров и транслировать происходящее в прямом эфире, что делает приложение незаменимым для стримеров и влогеров. Приложение также упрощает обновление прошивки камеры, достаточно следовать инструкциям при сопряжении, и вы получите последние улучшения производительности. Несмотря на удобство, пользователи иногда жалуются на сбои при редактировании длинных видео или проблемы с подключением, особенно если Wi-Fi-соединение нестабильно, но в целом это мощный и простой способ выжать максимум из вашей GoPro, будь то съемка эпичных трюков или подводных глубин.



Рисунок 12 – Интерфейс приложения GoPro Quik

Выбор ПО для фотографирования зависит от модели камеры и потребности в дополнительных функциях управления. Например, для компактных устройств с автоматической стабилизацией достаточно простого приложения, тогда как для профессиональной съёмки требуется поддержка продвинутых параметров.

2.2.2 ПО для обработки фотографий

Обработка сферических фотографий направлена на подготовку изображений к сшиванию панорам: устранение искажений, коррекцию освещения и удаление дефектов. Критерии выбора ПО на этом этапе:

- поддержка работы с 360-градусными изображениями (коррекция «рыбьего глаза», выравнивание горизонта);
- наличие инструментов ретуши и цветокоррекции для улучшения визуального качества;
- возможность пакетной обработки для ускорения работы с большим количеством снимков;
- уровень сложности, соответствующий навыкам пользователя.

Приложение Adobe Photoshop – это легендарный инструмент для редактирования изображений, превращающий ваш компьютер или планшет в студию для обработки фото, графики и цифрового искусства, идеально подходящий для дизайнеров, фотографов и художников. Оно позволяет работать с любыми изображениями – от базовой ретуши до сложных композиций, предлагая мощные функции вроде слоев, масок, фильтров и кистей, а также интеграцию с другими продуктами Adobe. Есть плагины для работы с 3D-панорамами, которые расширяют возможности обработки 360-градусного контента, делая его удобным для создания виртуальных туров или креативных проектов. Photoshop доступен на Windows и macOS, а мобильная версия Photoshop Express подходит для простых задач на iOS и Android, оставаясь эталоном в мире графического дизайна благодаря своей гибкости и потенциалу.

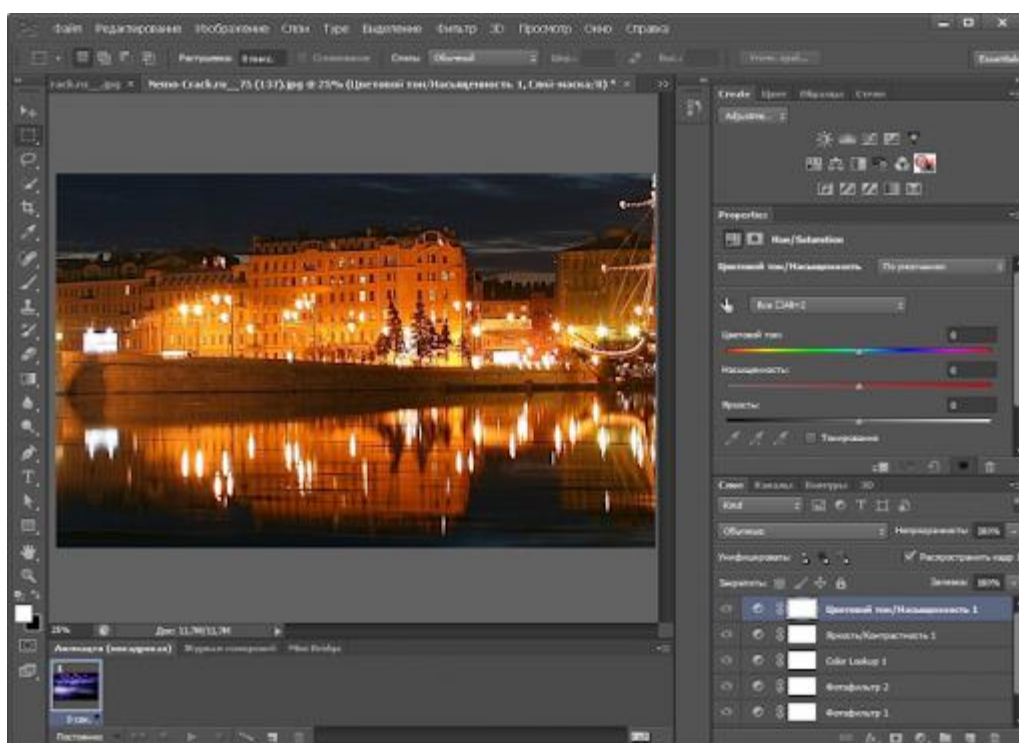


Рисунок 13 – Интерфейс приложения Adobe Photoshop

Приложение Adobe Lightroom – это мощный инструмент для обработки и управления фотографиями, превращающий ваш компьютер, планшет или смартфон в удобную платформу для фотографов, от любителей до профессионалов. Оно позволяет редактировать изображения с помощью интуитивных

инструментов – корректировать экспозицию, цвета, контраст, применять пресеты для быстрого улучшения и работать с RAW-файлами для максимального качества. Lightroom поддерживает плагины для обработки 3D-панорам, что делает его полезным для создания 360-градусного контента и виртуальных туров. Функция каталогизации помогает организовать тысячи снимков, а синхронизация между устройствами упрощает доступ к проектам. Доступно на Windows, macOS, iOS и Android, с версией Lightroom Mobile для легкого редактирования на ходу, это идеальный выбор для тех, кто ценит скорость, точность и порядок в работе с фото.



Рисунок 14 – Интерфейс приложения Adobe Lightroom

Приложение GIMP – это бесплатный и мощный инструмент с открытым исходным кодом для редактирования изображений, превращающий ваш компьютер в студию для работы с фото, графикой и цифровым искусством, подходящий для фотографов, дизайнеров и энтузиастов. Оно предлагает функции вроде слоев, масок, фильтров и кистей, позволяя выполнять задачи от простой ретуши до сложных композиций. GIMP поддерживает плагины для работы с 3D-панорамами, что делает его полезным для обработки 360-градусного контента и создания виртуальных туров. Интерфейс настраиваемый, а сообщество разработчиков

постоянно добавляет новые возможности через дополнения. Доступно на Windows, macOS и Linux, GIMP – это отличная альтернатива коммерческим редакторам, сочетая гибкость и доступность для всех.



Рисунок 15 – Интерфейс приложения GIMP

Для выбора ПО важно учитывать объём работы и уровень детализации: массовая обработка требует автоматизации, а сложные дефекты – точечной ретуши. Также ключевым фактором является удобство освоения программы.

2.2.3 ПО для создания панорам и туров

Этап создания панорам и сборки виртуального тура включает сшивание изображений в 360°-модели и настройку интерактивных элементов. Критерии выбора:

- точность и скорость сшивания панорам (автоматическое выравнивание, устранение швов);
- поддержка интерактивности (добавление точек перехода, меток, текста);
- формат экспорта (например, HTML5 для веб-доступа);
- совместимость с различными устройствами и простота интеграции в конечный продукт;
- гибкость настройки интерфейса и функционала.

Приложение PTGui – это мощное программное обеспечение для сшивания панорам, превращающее набор фотографий в бесшовные 360-градусные сферические или гигантские панорамы, идеально подходящее для фотографов, создающих виртуальные туры или захватывающие пейзажи. Оно позволяет легко загружать изображения, автоматически определять их пересечения и создавать панорамы высокого качества, поддерживая любые объективы, включая «рыбий глаз». PTGui оснащено плагинами и функциями для работы с 3D-панорамами, что делает его отличным выбором для обработки 360-градусного контента. Благодаря ускорению через OpenCL, сшивание даже гигантских панорам происходит быстро, а интерактивный редактор дает полный контроль над проекциями и настройками. Доступно на Windows, macOS и Linux, PTGui – это профессиональный инструмент с открытым потенциалом для творчества.

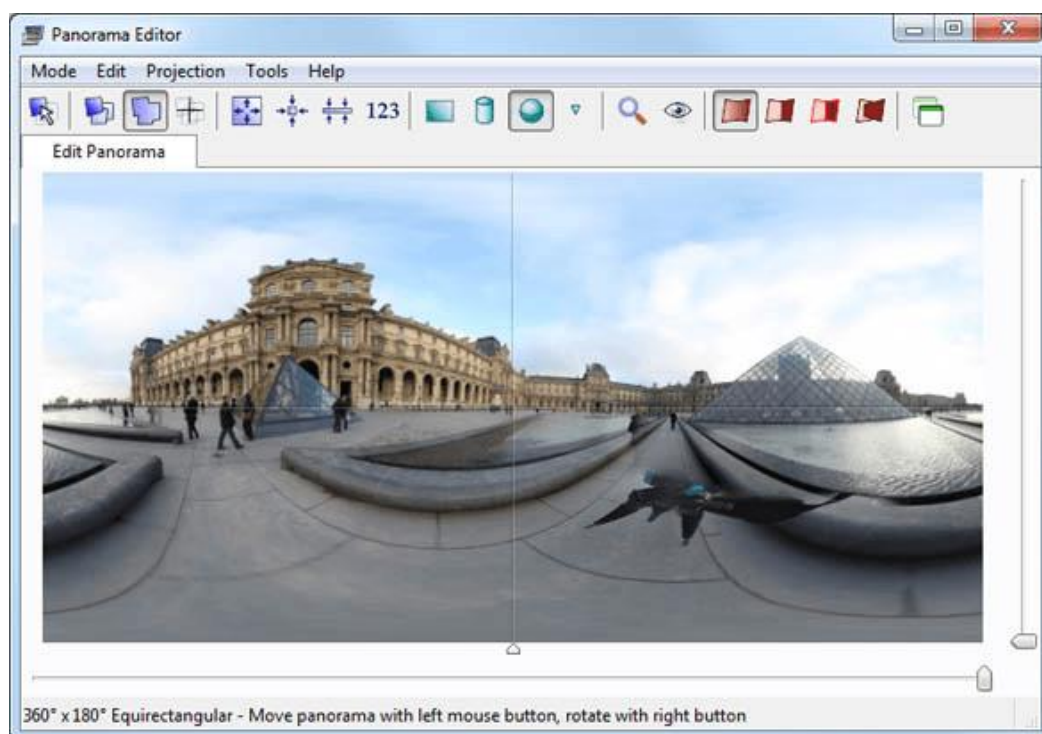


Рисунок 16 – Интерфейс приложения PTGui

Приложение Hugin – это бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом для сшивания панорам, позволяющее создавать из отдельных снимков бесшовные 360-градусные или широкоугольные изображения, идеально подходящее для фотографов-энтузиастов и любителей виртуальных туров. Оно

автоматически определяет точки совмещения, выравнивает фотографии и объединяет их в панораму, поддерживая работу с различными объективами, включая «рыбий глаз». Hugin отлично подходит для обработки 3D-панорам благодаря встроенным инструментам и возможности подключения плагинов, расширяющих функционал. Интерфейс требует привыкания, но предлагает гибкость в настройке проекций и параметров, а пошаговый процесс помогает даже новичкам. Доступно на Windows, macOS и Linux, Hugin – это мощный и доступный выбор для создания качественных панорам.

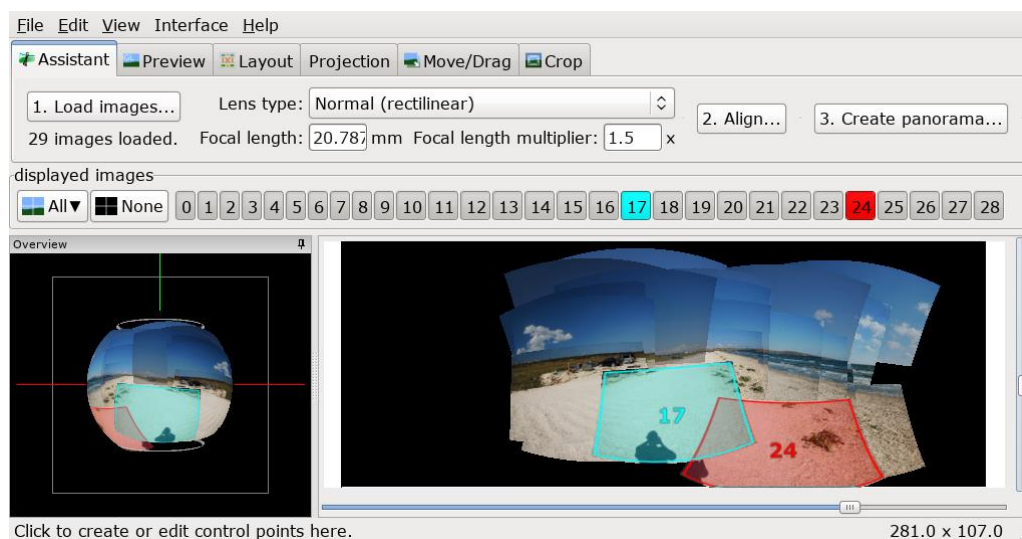


Рисунок 17 – Интерфейс приложения Hugin

Приложение Kolor Panotour Pro – это профессиональный инструмент для создания виртуальных туров, позволяющий превращать панорамные снимки в интерактивные 360-градусные презентации, идеально подходящие для фотографов, риелторов и создателей контента. Оно обладает интуитивным интерфейсом, где можно легко соединять панорамы, добавлять горячие точки, встраивать видео, аудио, PDF-файлы и веб-ссылки, создавая насыщенные мультимедийные туры, которые работают на любых устройствах – от компьютеров до смартфонов. Программа построена на движке KRPanorama, что обеспечивает высокую совместимость с HTML5 и возможность ручной доработки кода для продвинутых пользователей. Panotour Pro поддерживает плагины для работы с 3D-

панорамами, расширяя функционал для сложных проектов, таких как виртуальные туры с эффектом присутствия.

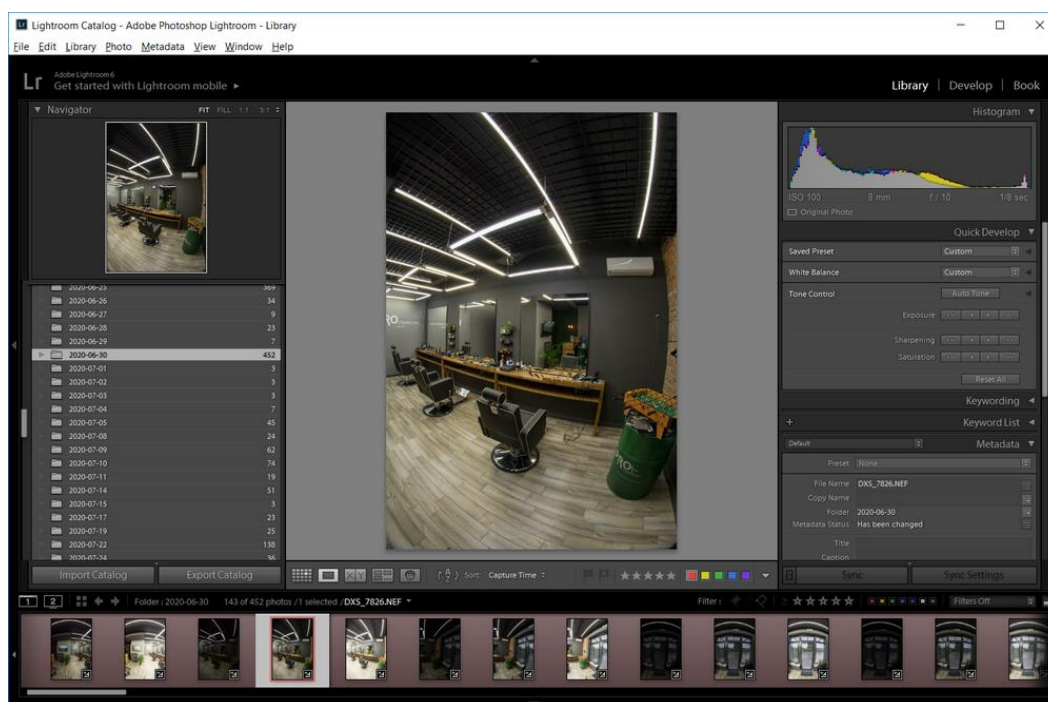


Рисунок 18 – Интерфейс приложения Kolor Panotour Pro

Приложение Pano2VR – это современный и активно развивающийся инструмент для создания виртуальных туров, превращающий панорамные фото и видео в интерактивные 360-градусные проекты, подходящие как для новичков, так и для профессионалов. Оно позволяет сшивать панорамы, настраивать переходы, добавлять горячие точки, карты, анимации и звуки, а также экспортировать туры в HTML5 для просмотра на любых устройствах. Pano2VR поддерживает плагины для работы с 3D-панорамами, что делает его отличным выбором для создания виртуальных туров с глубиной и интеграцией в Google Street View. Уникальные функции, такие как редактор кожи (Skin Editor) и инструмент патчинга, дают гибкость в дизайне интерфейса и исправлении дефектов, вроде штатива в кадре. Программа предлагает интуитивный интерфейс с широкими возможностями кастомизации, а регулярные обновления от Garden Gnome Software гарантируют актуальность и стабильность. Доступно на Windows, macOS и

Linux, Rapo2VR – это мощная альтернатива устаревшим решениям, сочетающая простоту и профессиональный результат.

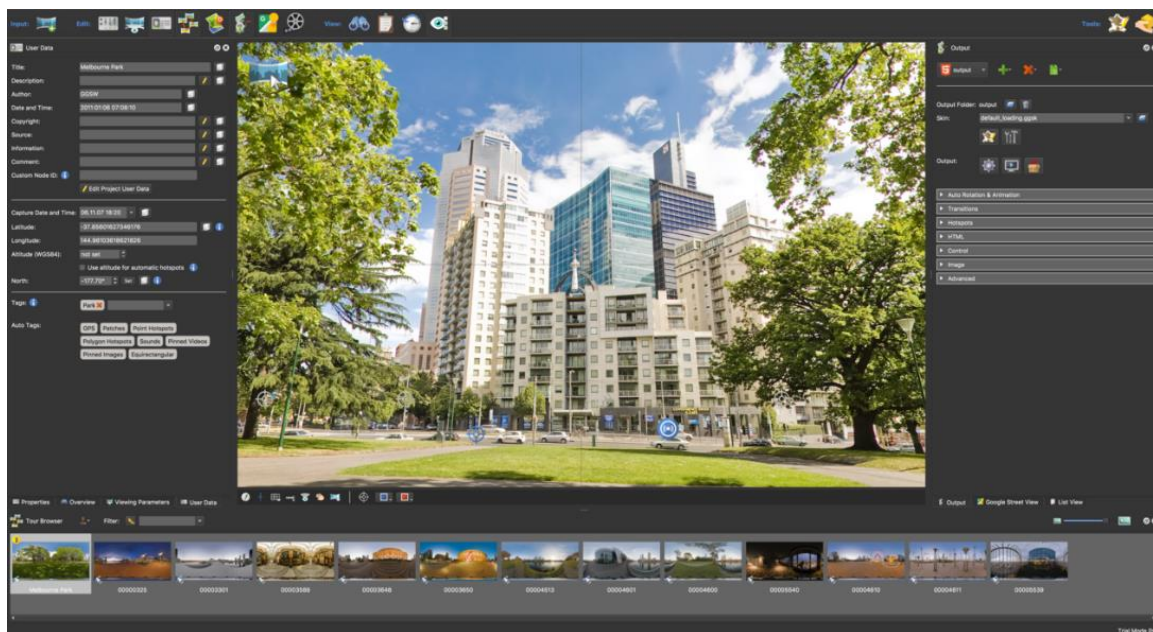


Рисунок 19 – Интерфейс приложения Rapo2VR

Выбор ПО зависит от приоритетов: высокое качество сшивания важно для фотореалистичности, а интерактивность и экспорт – для удобства пользователей. Для сложных проектов может потребоваться комбинация инструментов, где один отвечает за сшивание, а другой – за сборку тура.

2.3 Детальная схема решения задачи и выбор ПО

На основе общей схемы и анализа программных средств, рассмотренных ранее разработана детальная схема создания виртуального 3D-тура по ДНК им. Луценко. Процесс включает этапы фотографирования, обработки изображений, сшивания панорам и сборки интерактивного тура. Для каждого этапа выбрано программное обеспечение, оптимально соответствующее требованиям проекта: совместимости с оборудованием, точности обработки, поддержке интерактивности и удобству использования. Ниже описаны выбранные инструменты и их применение.

2.3.1 Мобильное приложение Insta360

Для этапа фотографирования выбрано мобильное приложение Insta360, разработанное для управления камерами Insta360, включая модель ONE X, используемую в проекте. Выбор обусловлен следующими характеристиками, соответствующими критериям нужным нам:

- полная совместимость с камерой Insta360 ONE X, что обеспечивает стабильную работу и доступ ко всем функциям устройства;
- возможность настройки параметров съёмки (разрешение до 5.7К, регулировка экспозиции), позволяющая получать изображения высокого качества;
- удобный интерфейс с функцией предварительного просмотра панорам, ускоряющий процесс контроля качества на месте;
- высокая скорость обработки данных, что сокращает время между съёмкой и экспортом файлов.

Приложение используется следующим образом: перед началом съёмки через Insta360 задаются параметры (разрешение 5.7К, автоматическая стабилизация), камера устанавливается на штатив в 3–5 точках каждой зоны ДНК (аудитории, лаборатории, выставочные залы). После съёмки изображения экспортируются в формате JPEG для дальнейшей обработки. Такой подход обеспечивает оперативное получение исходных материалов с минимальными усилиями.

2.3.2 Фоторедактор Adobe Photoshop

Для обработки сферических фотографий выбран Adobe Photoshop – профессиональный инструмент, отвечающий требованиям этапа подготовки изображений. Выбор основан на следующих критериях, рассмотренных ранее:

- поддержка работы с 360-градусными изображениями, включая устранение эффекта «рыбьего глаза» и выравнивание горизонта;
- наличие продвинутых инструментов ретуши и цветокоррекции для удаления дефектов (бликов, случайных объектов) и улучшения визуального качества;
- высокая точность обработки, необходимая для подготовки фотореалистичных панорам;

– совместимость с плагинами, упрощающими работу с панорамным форматом.

Процесс обработки в Photoshop включает: импорт сферических снимков, коррекцию искажений через фильтр «Lens Correction», регулировку яркости и контраста для единообразного освещения, а также удаление нежелательных элементов (например, проводов в кадре) с помощью инструмента «Spot Healing Brush». Подготовленные изображения сохраняются в формате TIFF для сохранения качества перед сшиванием. Этот инструмент выбран за способность обеспечивать высокую детализацию, критически важную для проекта.

2.3.3 Инструмент для сшивания PTGui

Для создания бесшовных панорам выбран PTGui – специализированное ПО, оптимальное для этапа сшивания изображений. Выбор соответствует критериям:

- высокая точность и скорость сшивания, обеспечивающая автоматическое выравнивание и устранение швов между снимками;
- поддержка больших проектов (20–30 изображений для ДНК), что соответствует объёму съёмки;
- возможность работы с HDR для улучшения качества в условиях сложного освещения;
- гибкость настройки параметров экспорта в 360°-формат.

В PTGui процесс организован следующим образом: подготовленные в Photoshop изображения импортируются, программа автоматически определяет контрольные точки для выравнивания, после чего выполняется сшивание в сферическую панораму. Итоговые файлы экспортируются в формате JPEG с разрешением 5.7К. PTGui выбран за способность создавать фотореалистичные панорамы, что важно для передачи атмосферы помещений ДНК.

2.3.4 Инструмент для создания 3D-туров Kolor Panotour Pro

Для сборки виртуального тура выбран Kolor Panotour Pro – инструмент, обеспечивающий интеграцию панорам в интерактивную модель. Выбор основан на критериях:

- поддержка интерактивности, включая добавление точек перехода (hotspots) и информационных меток;
- экспорт в формат HTML5, гарантирующий совместимость с веб-браузерами и различными устройствами;
- интуитивный интерфейс, упрощающий настройку маршрута и дизайна тура;
- гибкость настройки функционала, позволяющая адаптировать тур под нужды пользователей (школьников, студентов, партнёров).

Процесс в Kolor Panotour Pro включает: импорт сшитых панорам из PTGui, создание маршрута через добавление hotspots (например, переход из аудитории в лабораторию), размещение меток с текстом (например, «Лаборатория робототехники: 3D-принтер») и настройку интерфейса (кнопки управления, карта тура). Готовый проект экспортируется в HTML5 и тестируется на ПК и мобильных устройствах. Этот инструмент выбран за способность объединить все элементы в единый продукт, соответствующий целям проекта.

3 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА ПО ДНК ИМ. ЛУЦЕНКО

3.1 3D-панорамы отдельных помещений

Создание 3D-панорам отдельных помещений Дома научной коллаборации им. Луценко стало первым практическим этапом реализации проекта виртуального тура. Данный процесс предусматривал подготовку локаций, организацию съёмки с использованием оборудования Insta360 ONE X, а также предварительную обработку полученного визуального материала с целью обеспечения фотореалистичного отображения пространств.

Перед началом съёмки был составлен маршрут обхода здания, включающий ключевые функциональные зоны: ресепшен, учебные аудитории, лабораторные комплексы, коворкинг-пространства, конференц-зал и выставочные залы. Каждое помещение фиксировалось с нескольких точек съёмки – от одного до трех в зависимости от его размера и конфигурации. Основной задачей на этом этапе являлось получение панорамных кадров, обеспечивающих пользователю целостное восприятие пространства при дальнейшем виртуальном взаимодействии.

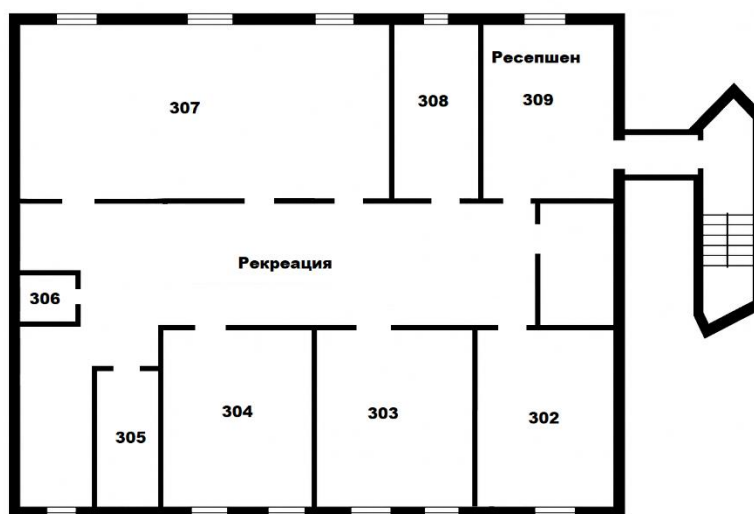


Рисунок 20 – План помещения ДНК им.Луценко

Особое внимание уделялось выбору времени съёмки с учётом освещённости: предпочтение отдавалось дневным часам с равномерным рассеянным светом. Это позволило минимизировать резкие тени и блики, которые могут искажать визуальное восприятие в панораме. В лабораториях и коворкингах, где установлено техническое оборудование, съёмка велась со штатива на высоте около 1,5 метра, что обеспечивало стабильный ракурс и охват ключевых объектов.

В процессе съёмки использовалось штатное мобильное приложение Insta360, обеспечивающее удалённое управление, просмотр предварительного кадра и экспорт изображений в формате JPEG высокого разрешения. Для каждого помещения фиксировались координаты и нумерация точек съёмки, что впоследствии облегчило организацию логики переходов в структуре тура.

По результатам съёмки было собрано 8 панорамных изображений, охватывающих все ключевые зоны ДНК. Изображения прошли этап предварительной сортировки, в ходе которого были отобраны кадры, соответствующие техническим и композиционным требованиям. В случаях, когда в кадре присутствовали случайные объекты или нарушалась симметрия съёмки, производилась повторная фиксация сцены.



Рисунок 21 – Готовая панорама ресепшена в ДНК им. Луценко

Таким образом, этап формирования 3D-панорам отдельных помещений завершился созданием полного набора исходных визуальных данных, необходимых для последующего построения интерактивного виртуального тура. Сформированные панорамы стали основой для сборки пространственной модели и наполнения её навигационными и информационными элементами, что будет рассмотрено в следующем разделе.

3.2 Сборка 3D-панорам в единую модель

После завершения этапа формирования отдельных 360-градусных панорам помещений ДНК им. Луценко была выполнена сборка этих изображений в единую интерактивную модель, представляющую собой полноценный виртуальный тур. Целью данной стадии стало логическое объединение всех панорам с формированием маршрутов перемещения, системой навигации и информационным сопровождением.

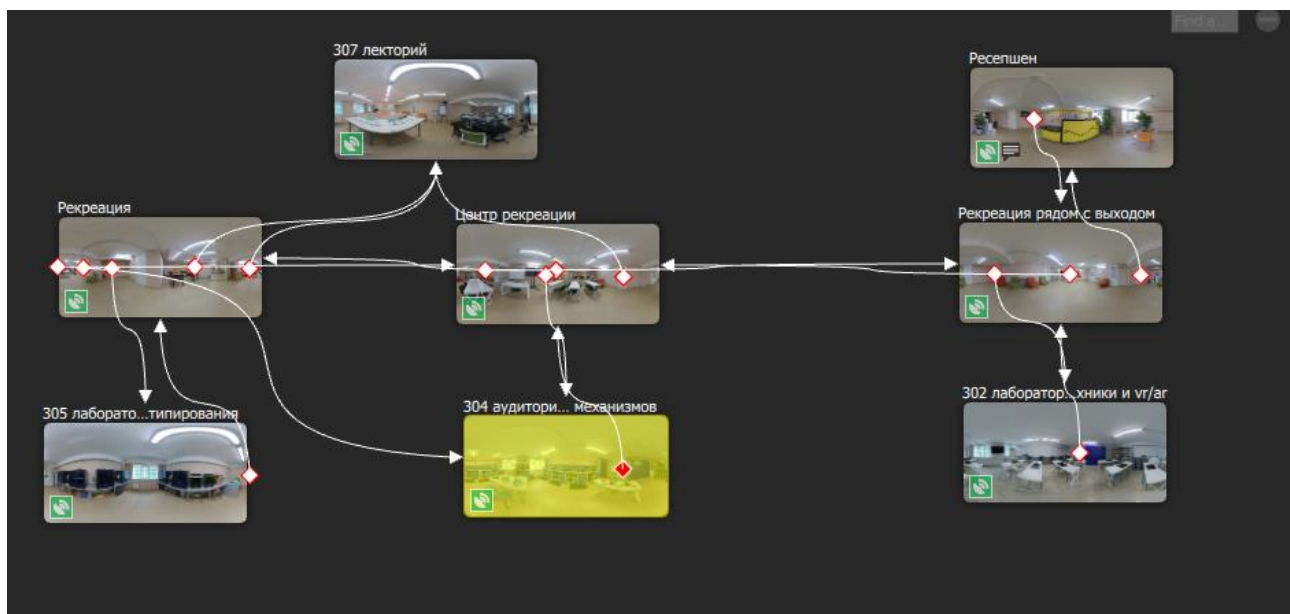


Рисунок 22 – Логическое объединение панорам

Работа над сборкой проводилась в специализированном программном обеспечении Kolor Panotour Pro, обеспечивающем интеграцию панорамных изображений в интерактивную среду. На первом этапе в программу были загружены 8 панорамных файлов, предварительно подготовленных и сшитых в редакторе PTGui. Также все панорамы были обработаны в редакторе изображений

Adobe Photoshop. Каждая панорама получила уникальное обозначение в соответствии с нумерацией точек съёмки, что позволило структурировать материал и упростить дальнейшую навигацию при настройке маршрута.



Рисунок 23 – Пример удаления лишних объектов



Рисунок 24 – Интерфейс Kolor Panotour

Следующим шагом стало создание системы «точек перехода» (hotspots) между панорамами. Эти элементы позволили организовать логические маршруты перемещения пользователя по помещениям ДНК. Для каждой локации были заданы входные и выходные точки, соединяющие её с предыдущими и последующими сценами. Таким образом, был выстроен непрерывный маршрут, начиная от главного входа и заканчивая выставочными залами. Переходы реализованы в виде кликабельных зон, позволяющих переместиться в смежное помещение, что создаёт эффект непрерывной навигации.



Рисунок 25 – Пример точки перехода

Для обеспечения универсальной доступности тура был выбран формат HTML5, поддерживаемый всеми современными браузерами. Финальный экспорт проекта позволил получить автономную веб-версию тура, корректно отображающуюся как на настольных, так и на мобильных устройствах. Особое внимание уделялось адаптации пользовательского интерфейса: были реализованы стандартные элементы управления (кнопки перехода, масштабирование, переключение сцен), а также визуальная карта, отражающая структуру всех посещаемых зон.

Тестирование полученной модели проводилось в нескольких браузерах (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge) и на различных устройствах (ПК, планшеты, смартфоны), что позволило выявить и устранить отдельные неточности отображения и оптимизировать загрузку панорам. В результате была сформирована стабильная и интуитивно понятная виртуальная среда, демонстрирующая инфраструктуру ДНК им. Луценко в высоком качестве.



Рисунок 26 – Интерфейс тура на мобильном устройстве (горизонтально)



Рисунок 27 – Интерфейс тура на мобильном устройстве (вертикально)

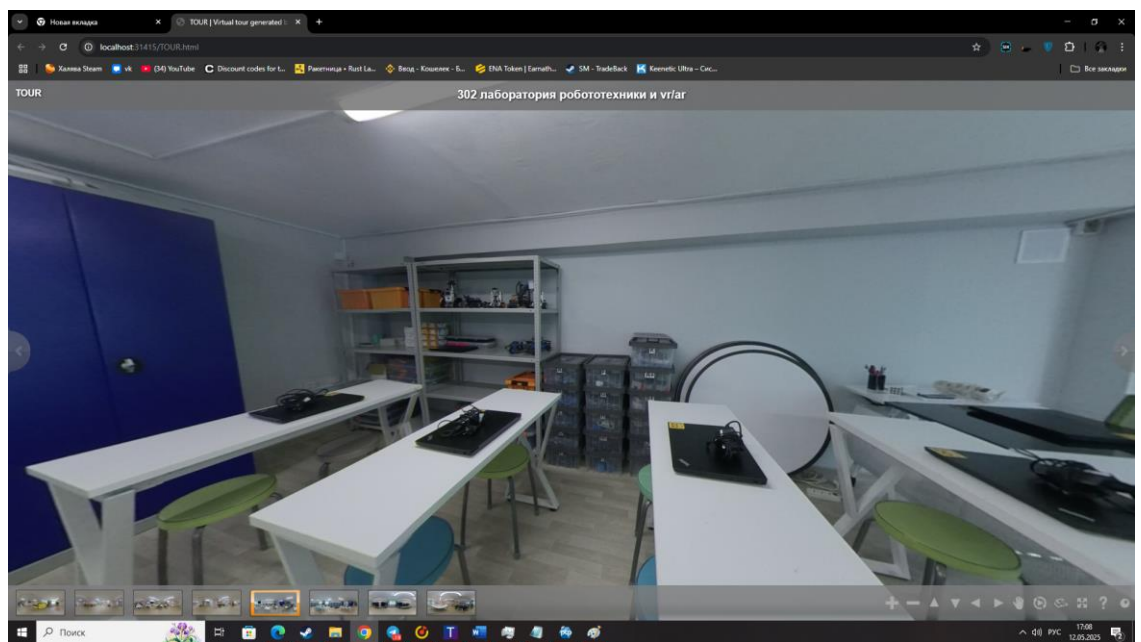


Рисунок 28 – Интерфейс тура в браузере Google Chrome

Таким образом, в результате сборки была реализована единая интерактивная модель, обеспечивающая последовательное и наглядное представление внутреннего пространства учреждения, а также доступ к справочной информации. Полученный результат представляет собой полнофункциональный виртуальный тур, готовый к практическому использованию и последующей интеграции в информационные ресурсы организации.

3.3 Примеры практического использования авторского ПО

Реализация виртуального 3D-тура по ДНК им. Луценко завершилась созданием функционального цифрового продукта, который может быть эффективно интегрирован в различные информационные и образовательные процессы. Полученная система позволяет демонстрировать инфраструктуру учреждения в интерактивной форме, обеспечивая доступ к ключевым пространствам и сведениям о деятельности центра. На основе разработанного тура были выделены основные направления его практического применения.

Во-первых, созданный тур может быть использован как инструмент дистанционного знакомства с учреждением, особенно актуальный для абитуриентов, школьников и партнёров из других регионов. Благодаря встроенной навигации и аннотациям пользователь получает возможность пройти маршрут, аналогичный реальной экскурсии, и получить общее представление об образовательной, исследовательской и инфраструктурной базе ДНК. Такое решение особенно востребовано в условиях ограниченного доступа к очным мероприятиям, а также в рамках мероприятий профориентационной направленности.

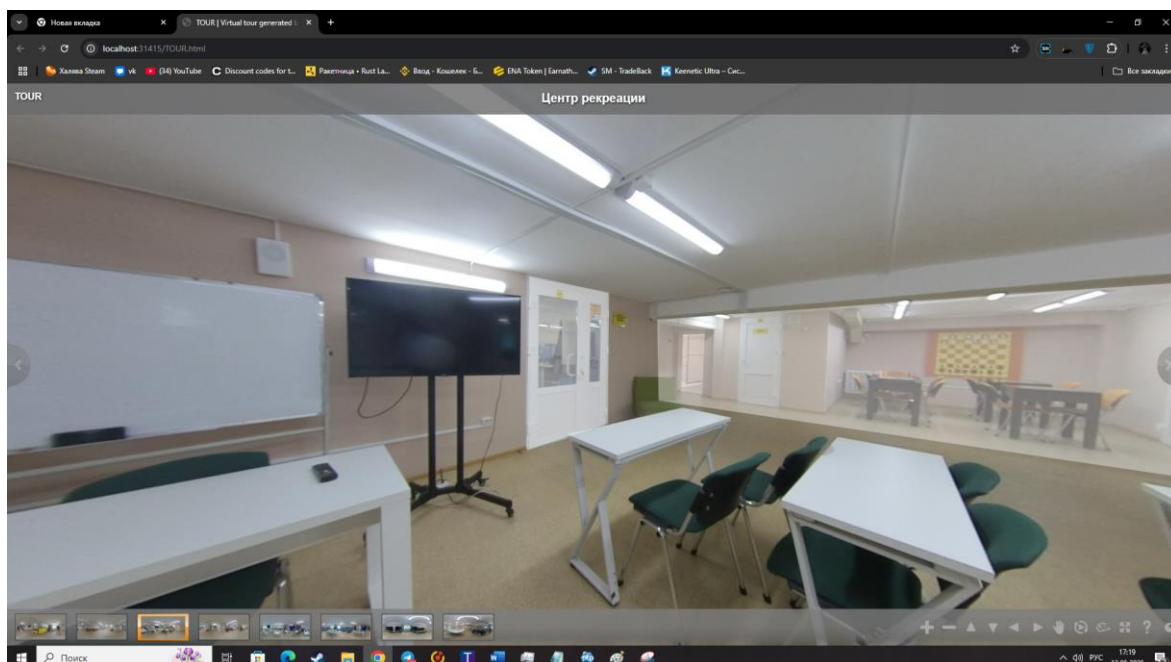


Рисунок 29 – Веб-интерфейс виртуального 3D-тура по ДНК им. Луценко в браузере

Во-вторых, продукт может применяться в образовательной и просветительской деятельности. Виртуальный тур может использоваться на занятиях, связанных с тематикой цифровых технологий, архитектуры, дизайна среды, а также на уроках, направленных на развитие пространственного мышления и визуального восприятия. В рамках проектной деятельности учащиеся могут использовать тур как основу для разработки собственных интерактивных решений, изучая структуру маршрутов, взаимодействие с интерфейсом и принципы включения мультимедийного контента.

В-третьих, программная основа, на которой реализован тур, может быть адаптирована для других объектов и проектов. Использование связки программных средств (Insta360 + Photoshop + PTGui + Panotour Pro) позволяет масштабировать решение на любые помещения или территории, где требуется визуальное представление пространства. Таким образом, наработанный программно-методический подход может быть использован в музейной, туристической, учебной, производственной и других сферах.

Особо стоит отметить, что сам процесс создания тура, включающий

съёмку, обработку и сборку, может быть использован в качестве учебного кейса в рамках образовательных программ, связанных с IT, цифровыми медиа, визуализацией и 3D-технологиями. Он демонстрирует последовательность действий по созданию цифрового продукта, начиная с подготовки исходных данных и заканчивая размещением веб-версии. Таким образом, продукт выполняет не только информационно-презентационную, но и методическую функцию.

Кроме того, разработанный тур может быть интегрирован в официальные ресурсы учреждения, такие как сайт ДНК, платформы ВКонтакте, 2ГИС или другие электронные справочники. Это обеспечит более широкий охват аудитории, усилит имидж учреждения и поспособствует росту узнаваемости научного центра на региональном и межрегиональном уровне. В дальнейшем возможно дополнение тура элементами озвучки, видео-гидов или встроенных форм обратной связи, что расширит его функциональные возможности.



Рисунок 30 – Существующие элементы управления

В результате проведённой практической реализации был получен программный продукт, демонстрирующий как техническую состоятельность подхода, так и его практическую значимость. Авторское решение представляет собой пример эффективного применения современных цифровых технологий в образовательной и научной среде.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

4.1 Безопасность

4.1.1. Эргономичность рабочего места

Организация эргономичного рабочего пространства при работе за персональной электронно-вычислительной машиной (ПЭВМ) является важнейшим фактором, обеспечивающим сохранение здоровья пользователя, снижение утомляемости и повышение производительности труда. Несоблюдение требований эргономики способно привести к развитию профессиональных заболеваний, снижению концентрации внимания и общей работоспособности, особенно при длительном взаимодействии с устройствами отображения информации.

В соответствии с санитарными нормами и рекомендациями, рабочее место пользователя ПЭВМ должно быть организовано с учётом антропометрических и физиологических особенностей человека. Стол и кресло должны иметь регулируемую высоту, обеспечивая оптимальное положение корпуса, рук и ног. Рекомендуемая высота рабочей поверхности стола составляет 700–750 мм от уровня пола, при этом необходимо наличие пространства для свободного размещения ног.

Кресло должно быть оборудовано механизмами регулировки по высоте и углу наклона спинки, а также подлокотниками, поддерживающими предплечья. Спина пользователя должна иметь опору в поясничной зоне, что способствует поддержанию естественного изгиба позвоночника. Расстояние от глаз до экрана монитора должно составлять 50–70 см, при этом верхняя граница экрана должна находиться на уровне глаз или чуть ниже, чтобы избежать излишнего напряжения мышц шеи и глаз.

Размещение клавиатуры и манипулятора (мыши) должно обеспечивать сохранение прямого угла в локтевом суставе при работе, при этом кисти рук должны находиться в нейтральном положении без изгибов и напряжения. Поверхности, с которыми контактируют руки, должны быть матовыми, не

создающими бликов, что снижает зрительное утомление.

Дополнительно рекомендуется использовать подставку под ноги при необходимости, особенно если высота стула не позволяет достичь устойчивого положения стоп на полу. Все элементы рабочего пространства должны быть расположены таким образом, чтобы минимизировать необходимость поворотов корпуса и шеи, а также исключить статическое напряжение мышц.

Соблюдение эргономических требований при организации рабочего места пользователя ПЭВМ является важной частью системы обеспечения охраны труда и направлено на предупреждение профессиональных заболеваний, связанных с опорно-двигательным аппаратом, зрительной системой и центральной нервной системой. Применение эргономичных решений особенно актуально в проектах, связанных с длительной работой за компьютером, в том числе при разработке и тестировании программных продуктов, таких как виртуальные 3D-туры.

4.1.2 Физические упражнения для поддержания здоровья

Длительная работа за персональной электронно-вычислительной машиной (ПЭВМ), особенно в условиях статической нагрузки и ограниченной подвижности, приводит к повышенному утомлению опорно-двигательного аппарата, зрительного напряжения и снижению общей работоспособности. В связи с этим важным элементом профилактики профессионального переутомления и заболеваний является включение в рабочий режим регулярных физических упражнений.

Согласно рекомендациям Минздрава РФ и требованиям санитарно-гигиенических норм, при работе с ПЭВМ продолжительностью более четырёх часов в день необходимо организовывать технологические перерывы, во время которых выполняются кратковременные комплексы упражнений, направленных на восстановление кровообращения, снятие мышечного напряжения и активацию обменных процессов.

Физкультурные паузы включают простые упражнения для различных

групп мышц, выполняемые прямо на рабочем месте или в специально выделенном помещении. Наиболее эффективны упражнения для шейного отдела позвоночника, плечевого пояса, рук и запястий, а также лёгкие наклоны, вращения и приседания. Для глаз рекомендуется выполнение комплекса гимнастики, включающего чередование фокусировки на ближних и дальних объектах, круговые движения глазами и «пальминг» (закрытие глаз ладонями на короткое время для снятия напряжения).

Частота проведения физкультминуток определяется продолжительностью и интенсивностью работы. При восьмичасовом рабочем дне рекомендуется проводить перерывы продолжительностью 5–10 минут каждый час, а также один удлинённый перерыв (до 15 минут) в середине рабочего дня. Такие меры позволяют существенно снизить риск развития профессиональных заболеваний, улучшить самочувствие и повысить устойчивость к утомлению.

Особое значение соблюдение режима физической активности приобретает при реализации проектов, связанных с разработкой программных продуктов и цифровых интерфейсов, в которых значительная часть рабочего времени связана с высокой концентрацией внимания и статической нагрузкой на организм. Внедрение комплекса профилактических мероприятий, включая регулярные физические упражнения, рассматривается как неотъемлемый компонент системы обеспечения безопасных условий труда.

4.1.3 Требования к помещению

Для обеспечения безопасных и комфортных условий труда при работе с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) важным аспектом является соответствие характеристик рабочего помещения установленным нормативам. Эти требования направлены на минимизацию неблагоприятного воздействия на здоровье пользователя, снижение утомляемости, а также поддержание оптимального уровня производительности труда.

Согласно действующим нормативным документам, помещения, предназначенные для размещения рабочих мест с ПЭВМ, должны иметь достаточный

объём, площадь и соответствовать требованиям по микроклимату, освещённости, шумоизоляции и вентиляции. На одного пользователя ПЭВМ должно приходиться не менее 6,0 м² площади и 20 м³ объёма. При размещении нескольких рабочих мест в одном помещении необходимо соблюдать безопасные расстояния между рабочими зонами: не менее 1,5 метра между экранами и не менее 1 метра – между боковыми поверхностями рабочих столов.

Поверхности стен и потолка помещения должны быть светлыми, матовыми, с минимальным коэффициентом отражения, чтобы исключить ослепляющие блики на экранах мониторов. Напольное покрытие должно быть антистатическим, нескользким и легко очищаемым. Недопустимо размещение рабочих мест в проходах, возле источников сквозняков или прямого солнечного света без защитных средств.

В помещении должна быть обеспечена достаточная вентиляция и возможность естественного проветривания. Размещение ПЭВМ в подвальных и цокольных помещениях допускается только при наличии принудительной вентиляции и отсутствии повышенной влажности. Оптимальной считается температура в диапазоне от 20 до 24 °С при относительной влажности от 40 до 60 %.

Дополнительно в помещении должны быть предусмотрены средства обеспечения противопожарной безопасности, включая огнетушители, исправную электропроводку с заземлением и наличие отключающих устройств на случай аварийной ситуации. Оснащение помещений ПЭВМ должно исключать загромождение проходов проводами и кабельными каналами, которые должны быть надёжно закреплены и защищены от механических повреждений.

Таким образом, соответствие помещения санитарно-гигиеническим и техническим требованиям является необходимым условием для обеспечения безопасной и эффективной работы за ПЭВМ, особенно в условиях реализации цифровых проектов, предусматривающих длительное нахождение пользователя на рабочем месте.

4.1.4 Требования к микроклимату рабочего места с ПЭВМ

Микроклиматические условия в помещении, где размещены рабочие места с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ), оказывают значительное влияние на самочувствие, работоспособность и общее состояние здоровья пользователей. Несоблюдение параметров микроклимата может привести к переутомлению, снижению концентрации внимания, головным болям, а в долгосрочной перспективе – к формированию хронических нарушений терморегуляции и иммунитета. В связи с этим формирование оптимального микроклимата является обязательным требованием, регламентируемым санитарными нормами и правилами.

В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 и ГОСТ 30494-2011, температура воздуха в помещениях с рабочими местами за ПЭВМ должна поддерживаться в пределах 20–24 °С в тёплый период года и 21–23 °С – в холодный. Относительная влажность должна составлять 40–60 %. При этом предельное допустимое отклонение температуры воздуха в зоне рабочего места не должно превышать ± 2 °С. Скорость движения воздуха не должна превышать 0,1 м/с в холодный период и 0,2 м/с – в тёплый, так как сквозняки и движение холодного воздуха негативно влияют на тепловой комфорт и здоровье пользователя.

Для поддержания микроклимата на требуемом уровне в помещениях должны быть предусмотрены системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендуется использование приточно-вытяжной вентиляции с возможностью регулирования объёмов поступающего и удаляемого воздуха. Также допустимо применение оконного проветривания, при условии обеспечения достаточного воздухообмена и защиты от наружного шума и пыли.

Важно, чтобы температура и влажность воздуха в помещении были равномерными по всему рабочему объёму. Наличие локальных источников тепла или холода (например, радиаторов, обогревателей или кондиционеров, направленных прямо на пользователя) должно быть исключено. ПЭВМ и иное оборудование, выделяющее тепло, не должны способствовать перегреву помещения. Для этого рекомендуется равномерное размещение техники и периодическое

проветривание.

Контроль параметров микроклимата осуществляется при помощи термометров, гигрометров и анемометров. Результаты замеров при необходимости регистрируются в журналах санитарного контроля. При отклонении параметров от допустимых значений работодателем должны быть предприняты меры по восстановлению нормальных условий работы.

Таким образом, поддержание нормативных параметров микроклимата на рабочих местах с ПЭВМ является важнейшим элементом системы охраны труда и направлено на обеспечение комфортной, безопасной и производительной деятельности пользователей, особенно в условиях длительной работы за компьютером, связанной с разработкой и сопровождением цифровых решений.

4.1.5 Требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах

Уровень шума и вибрации на рабочих местах с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) оказывает прямое влияние на физиологическое состояние пользователя, его внимание, работоспособность и устойчивость к утомлению. Повышенные уровни акустического и механического воздействия могут вызывать раздражение, нарушение концентрации, головные боли, а при систематическом воздействии – привести к хроническому стрессу и профессиональным заболеваниям. В связи с этим необходимо строгое соблюдение нормативов, регламентирующих допустимые уровни шума и вибрации в помещениях, оборудованных ПЭВМ.

В соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 и ГОСТ 12.1.003-83, предельно допустимый уровень звукового давления в помещениях с рабочими местами пользователей ПЭВМ не должен превышать 50 дБА. При этом фоновый шум, создаваемый системными блоками, вентиляторами, кондиционерами и иным вспомогательным оборудованием, должен быть минимизирован за счёт использования тихих моделей устройств, а также размещения источников шума вне непосредственной зоны нахождения пользователя. Важно также исключить акустические резонансы и вибрации, передающиеся через поверхности мебели

или пола.

Вибрационное воздействие при работе за ПЭВМ, как правило, не является значительным, однако в ряде случаев может возникать вследствие размещения техники на нестабильных поверхностях, работы неотбалансированного вентиляционного оборудования или установки компьютеров и периферийных устройств на одном основании с производственными машинами. В таких ситуациях необходимо применение виброизолирующих подставок, специальных ковриков или креплений, а также установка оборудования на отдельных столах, исключающих передачу вибрации.

Дополнительно в помещениях рекомендуется применение звукопоглощающих материалов на стенах, потолке и полу, особенно при открытой планировке. Использование ковровых покрытий, акустических панелей и мягкой мебели способствует снижению уровня отражённого звука и общего шума. Расстановка рабочих мест должна учитывать ориентацию по отношению к потенциальным источникам шума, а между зонами интенсивной работы и тишины целесообразно размещать перегородки.

Контроль уровня шума и вибрации осуществляется при помощи сертифицированных шумомеров и виброметров. При превышении установленных норм руководство организации обязано принять меры по устранению источника или уменьшению его воздействия на сотрудников. Особое внимание уделяется мониторингу условий труда при продолжительной работе, характерной для сотрудников, занимающихся разработкой программного обеспечения и визуальных решений, таких как виртуальные 3D-туры.

Таким образом, соблюдение нормативных требований по ограничению шума и вибрации является важным условием обеспечения безопасности труда, направленным на создание благоприятной акустической среды, снижение утомляемости и поддержание высокого уровня когнитивной активности пользователя.

4.1.6 Требования к освещению на рабочих местах с ПЭВМ

Качественное освещение рабочих мест с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) является необходимым условием обеспечения зрительного комфорта, сохранения остроты зрения и профилактики зрительного переутомления. Неправильное освещение может вызывать повышенное напряжение глаз, снижение производительности, головные боли и ухудшение общего самочувствия. В связи с этим освещение должно соответствовать установленным санитарным и техническим нормативам, обеспечивая оптимальные условия для продолжительной визуальной работы.

Согласно требованиям СНиП 23-05-95*, уровни освещённости на рабочих местах с ПЭВМ должны составлять не менее 300 люкс при общем или комбинированном освещении. Освещение должно быть равномерным, без резких контрастов между экраном монитора, клавиатурой и окружающими поверхностями. Не допускаются прямые блики от источников света на экране монитора или отражённые блики от глянцевых поверхностей стола, окон или стен.

Наиболее предпочтительным считается комбинированное освещение, сочетающее общее потолочное освещение с локальным. В качестве общего освещения применяются светильники с рассеянным светом (люминесцентные или светодиодные), обеспечивающие равномерное распределение света по всей площади помещения. Светильники рекомендуется располагать параллельно направлению взгляда пользователя, чтобы избежать появления теней и засветов на экране.

Локальное освещение осуществляется при помощи настольных ламп с регулируемым наклоном, расположенных сбоку от основной рабочей зоны – обычно слева для правой. Мощность лампы подбирается таким образом, чтобы исключить избыточную яркость, приводящую к контрасту с монитором. При этом цветовая температура источников света должна находиться в диапазоне от 4000 до 5000 К, что соответствует нейтральному или слегка холодному свету, благоприятному для длительной зрительной нагрузки.

Рабочие места должны располагаться таким образом, чтобы естественное

освещение (при наличии окон) не попадало непосредственно на экран монитора. При необходимости применяются шторы, жалюзи или светофильтры. Расчёт и проверка уровня освещённости осуществляется при помощи люксометров, результаты измерений при необходимости регистрируются и анализируются в рамках системы контроля условий труда.

Нормативные требования предусматривают также минимизацию пульсации света – коэффициент пульсации для светодиодных светильников не должен превышать 5%. Избыточная пульсация может приводить к быстрой утомляемости и раздражению органов зрения.

Таким образом, соблюдение норм по организации освещения на рабочих местах с ПЭВМ является критически важным элементом обеспечения безопасных условий труда. В контексте выполнения задач, связанных с разработкой визуального контента, например, 3D-панорам и интерактивных туров, требования к освещению приобретают особую значимость, поскольку нарушение зрительной гигиены может повлиять как на самочувствие исполнителя, так и на качество создаваемого продукта.

4.1.7 Требования к организации рабочих мест с ПЭВМ

Рациональная организация рабочих мест с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) представляет собой ключевой элемент системы обеспечения безопасности и охраны труда. Правильно спроектированное рабочее место способствует снижению утомляемости, профилактике профессиональных заболеваний, повышению эффективности труда и формированию благоприятной психологической среды. Организация рабочих мест должна соответствовать действующим санитарно-гигиеническим и эргономическим нормам, а также учитывать особенности выполняемых задач и продолжительность работы.

При организации рабочих мест с ПЭВМ необходимо обеспечивать соответствие оборудования, мебели и элементов рабочего пространства антропометрическим параметрам пользователя. Рабочий стол должен иметь размеры, позволяющие удобно размещать монитор, клавиатуру, мышь и документы, а также

обеспечивать свободное пространство для ног. Высота стола должна составлять 700–750 мм, при этом конструкция должна быть устойчивой, с нескользящей и немаркой рабочей поверхностью.

Кресло должно быть регулируемым по высоте, углу наклона спинки, с возможностью поддержки поясничного отдела позвоночника. Обязательны наличие подлокотников и возможность поворота сиденья. Положение пользователя должно обеспечивать устойчивую позу, при которой стопы находятся на полу или на подставке, руки – на уровне клавиатуры, а спина – с опорой на спинку кресла.

Размещение монитора должно соответствовать зрительным и познавательным возможностям пользователя. Рекомендуется устанавливать экран на расстоянии 50–70 см от глаз, при этом верхняя граница экрана должна находиться на уровне глаз или немного ниже. Угол наклона экрана должен регулироваться для предотвращения появления бликов. Клавиатура размещается на уровне локтей, обеспечивая свободное положение кистей. Манипулятор (мышь) располагается на том же уровне, что и клавиатура, на удобном расстоянии от корпуса пользователя.

При организации рабочих мест особое внимание следует уделять электробезопасности и надёжности подключения оборудования. Все кабели должны быть надёжно зафиксированы и скрыты в специальных коробах или каналах, чтобы исключить их повреждение и создание препятствий в проходах. Рабочие места должны быть оснащены сетевыми фильтрами или источниками бесперебойного питания (ИБП), предотвращающими сбои при перебоях с подачей электроэнергии.

Дополнительно рекомендуется предусматривать зоны для временного хранения документов, технических средств и личных вещей. При необходимости, рабочее место должно быть оборудовано средствами индивидуальной защиты зрения, включая очки с фильтрами синего спектра или антибликовыми покрытиями.

В случае организации нескольких рабочих мест в одном помещении необходимо соблюдать нормативные расстояния между ними: не менее 1,5 м между экранами и 1 м между боковыми поверхностями столов. Это обеспечивает достаточное личное пространство и снижает уровень зрительного и акустического дискомфорта.

Таким образом, организация рабочих мест с ПЭВМ требует комплексного подхода, включающего соблюдение гигиенических, эргономических и технических требований. В проектах, связанных с интенсивной компьютерной работой – таких как разработка виртуальных туров – соблюдение этих требований критически важно как для сохранения здоровья исполнителя, так и для обеспечения высокой производительности труда.

4.2 Экологичность

При разработке и реализации цифровых проектов, в том числе виртуальных 3D-туров, важным аспектом становится оценка их воздействия на окружающую среду. Несмотря на то, что программные продукты не оказывают прямого физического воздействия, как это происходит в производственном или энергетическом секторе, они также связаны с определёнными экологическими рисками, особенно на этапе эксплуатации вычислительной техники, потребления электроэнергии и утилизации электронного оборудования. В связи с этим вопросы экологичности рассматриваются как часть общей концепции устойчивого развития и ответственного отношения к ресурсам.

Первым фактором, влияющим на экологическую составляющую цифрового проекта, является потребление электроэнергии вычислительными устройствами. Длительная работа за ПЭВМ, необходимая для съёмки, обработки изображений, рендеринга панорам и сборки виртуального тура, требует значительного времени работы аппаратных средств – как настольных ПК, так и серверных мощностей. Для минимизации энергозатрат рекомендуется использовать энергоэффективное оборудование, оснащённое блоками питания с сертификацией 80 PLUS, а также настраивать режимы энергосбережения в операционных

системах.

Следующим элементом является экологическая безопасность используемого оборудования. Все применяемые устройства должны соответствовать международным экологическим стандартам (например, RoHS, WEEE), которые регулируют содержание опасных веществ и утилизацию электронных компонентов. Выбор оборудования с минимальным уровнем электромагнитного излучения и длительным сроком службы позволяет сократить объёмы электронных отходов.

Также важным направлением является снижение бумажного документооборота и отходов, достигаемое за счёт цифровизации всех этапов проекта. Весь рабочий процесс, включая планирование, обработку данных, обмен файлами и публикацию результатов, организован в цифровом виде, что позволяет отказаться от печати черновиков, инструкций и отчётов, экономя бумагу и расходные материалы.

Дополнительно стоит учитывать возможность вторичного использования и масштабируемости разработанного программного продукта. Виртуальный тур, реализованный в веб-формате, может быть многократно использован без физического износа и без необходимости повторной генерации данных. Это не только снижает ресурсную нагрузку, но и расширяет экологически чистые формы распространения образовательного контента.

В рамках концепции устойчивого развития также может быть предусмотрена интеграция экологической информации в сам тур – например, размещение информационных меток о зелёных технологиях, применяемых в здании ДНК им. Луценко, или принципах энергоэффективного проектирования образовательных пространств. Это способствует формированию экологического сознания у пользователей и подчёркивает ответственное отношение разработчиков к вопросам охраны окружающей среды.

Таким образом, проект создания виртуального 3D-тура по ДНК им. Луценко в целом отвечает принципам экологичности, за счёт цифровизации

процессов, энергоэффективного использования оборудования и отсутствия прямого физического воздействия на окружающую среду. В перспективе такие решения могут рассматриваться как элемент устойчивого цифрового пространства, соответствующего требованиям современного общества.

4.3 Чрезвычайные ситуации

Обеспечение готовности к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) является неотъемлемой частью системы охраны труда и безопасной организации работы, включая деятельность, связанную с применением персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ). Несмотря на то, что реализация цифровых проектов, таких как разработка виртуального 3D-тура, в основном не связана с производственными рисками, наличие потенциальных угроз техногенного и природного характера требует предварительного анализа и принятия профилактических мер.

К числу возможных чрезвычайных ситуаций, способных повлиять на функционирование рабочих мест с ПЭВМ, относятся пожары, отключения электроснабжения, затопления, задымление, короткие замыкания и перегрев оборудования, вызванный неисправностью системы охлаждения. Кроме того, необходимо учитывать угрозу повреждения данных или техники при скачках напряжения, а также возможность несанкционированного доступа к информации в условиях сбоя в системах безопасности.

Для снижения вероятности и последствий возникновения чрезвычайных ситуаций на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ, необходимо соблюдать следующие организационно-технические меры:

- обеспечение наличия исправной системы электроснабжения, оснащённой заземлением, стабилизаторами напряжения и источниками бесперебойного питания (ИБП), позволяющими сохранить данные и корректно завершить работу оборудования при аварийных отключениях электричества;
- использование сертифицированных удлинителей и фильтров, исключающих перегрузку электросети и короткие замыкания;

- регулярная проверка состояния оборудования, кабелей и разъёмов на предмет повреждений и перегрева;
- организация системы оповещения и путей эвакуации, соответствующих требованиям пожарной безопасности. Помещение должно быть оборудовано огнетушителями, а персонал – проинструктирован по действиям в случае возгорания;
- проведение периодических тренировок по эвакуации и обучению правилам поведения в условиях ЧС, в том числе использования первичных средств пожаротушения;
- соблюдение температурного режима и обеспечение надлежащей вентиляции помещений с целью предотвращения перегрева ПЭВМ и сопутствующего оборудования;
- защита цифровых данных за счёт резервного копирования информации и использования облачных хранилищ, что позволяет избежать потерь в случае выхода техники из строя или физического повреждения накопителей;
- соблюдение правил информационной безопасности, включая использование антивирусного программного обеспечения, ограничение доступа к системным файлам и защита рабочих станций паролями.

Следует отметить, что в условиях реализации проекта по созданию виртуального 3D-тура риск воздействия чрезвычайных ситуаций в целом оценивается как низкий, однако пренебрежение базовыми мерами безопасности может привести к утрате значительного объёма данных или повреждению оборудования. В связи с этим организация безопасной среды при работе с ПЭВМ рассматривается как неотъемлемый элемент устойчивого и эффективного функционирования цифровых рабочих процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были решены все поставленные задачи. Благодаря разработке чёткой и последовательной методики создания виртуального тура, а также проведённой подготовке фотоматериалов, удалось реализовать полноценную цифровую визуализацию внутреннего пространства Дома научной коллаборации им. М. Т. Луценко.

Особое внимание было уделено предварительному анализу технологий, применяемых при создании виртуальных туров. Проведена качественная фотосъёмка помещений, выполнена обработка изображений и сборка панорам, сформирована структура логических переходов, обеспечивающая удобную навигацию внутри цифрового пространства.

Для выполнения поставленных задач были использованы инструменты, обладающие достаточной функциональностью и не требующие длительного освоения. Техническое обеспечение, находившееся в распоряжении, позволило без затруднений реализовать проект на всех этапах: от обработки снимков до создания интерактивной визуальной среды.

В результате была создана виртуальная экскурсия, позволяющая в дистанционном формате ознакомиться с помещениями ДНК, что расширяет возможности учреждения в сфере информационной открытости, профориентации и популяризации научной деятельности среди обучающихся.

В рамках проекта также были рассмотрены вопросы, связанные с безопасностью работы с техническим оборудованием и данными, а также обеспечением корректного функционирования виртуального продукта в различных средах использования.

Таким образом, цель выпускной квалификационной работы была достигнута. Полученный результат обладает практической значимостью и может быть использован как основа для дальнейшего развития цифровых образовательных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Абрамов, В. И. Информационные технологии в образовании: учебное пособие / В. И. Абрамов. – М.: КноРус, 2020. – 176 с.
- 2 Алексеева, Л. А. Современные информационные технологии: учебник / Л. А. Алексеева. – СПб.: Питер, 2019. – 208 с.
- 3 Андреева, И. А. Виртуальные экскурсии как средство визуализации образовательного пространства / И. А. Андреева. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 112 с.
- 4 Беляев, С. В. Основы панорамной и сферической фотосъёмки / С. В. Беляев. – М.: РГУП, 2018. – 138 с.
- 5 Бодрова, В. А. Цифровые образовательные ресурсы в школьной практике / В. А. Бодрова. – М.: Просвещение, 2022. – 168 с.
- 6 Булгаков А.Б., Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие /А.Б. Булгаков. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. – 627 с.
- 7 Власов, П. И. Методика разработки виртуальных экскурсий в образовании / П. И. Власов. – Новосибирск: НГПУ, 2019. – 126 с.
- 8 Гусев, А. Ю. Информационные технологии в образовании / А. Ю. Гусев. – М.: Юрайт, 2020. – 198 с.
- 9 Ефимова, Е. В. Создание виртуальных туров: учебное пособие / Е. В. Ефимова. – М.: ФОРУМ, 2017. – 144 с.
- 10 Захарова, Л. И. Современные технологии цифровой визуализации / Л. И. Захарова. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 164 с.
- 11 Иванов, В. П. Основы проектирования информационных систем / В. П. Иванов. – М.: Юрайт, 2021. – 212 с.
- 12 Кардаш, Т. А. Эргономика рабочих мест служащих и инженерно-технических работников, оснащенных ПЭВМ [Текст]: учеб. пособие / Т. А. Кардаш; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2002. - 60 с. и др.

- 13 Колосов, А. А. Фотосъёмка для цифровых презентаций и панорам / А. А. Колосов. – М.: Академия, 2018. – 128 с.
- 14 Крамаренко, В. А. Цифровые образовательные ресурсы: теория и практика применения / В. А. Крамаренко. – М.: Просвещение, 2021. – 200 с.
- 15 Куликов, А. С. Проектирование и разработка мультимедийных приложений / А. С. Куликов. – М.: Академия, 2022. – 174 с.
- 16 Лещев, А. В. Интерактивные технологии в образовании / А. В. Лещев. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 156 с.
- 17 Максимова, Т. Н. Методика применения виртуальных туров в обучении / Т. Н. Максимова. – СПб.: Лань, 2019. – 110 с.
- 18 Морозова, Е. С. Основы мультимедиа в образовании / Е. С. Морозова. – М.: Юрайт, 2020. – 136 с.
- 19 Назаров, Д. Ю. Цифровая фотография и обработка изображений / Д. Ю. Назаров. – СПб.: Питер, 2021. – 180 с.
- 20 Павлова, Л. А. Информационно-коммуникационные технологии в образовании / Л. А. Павлова. – М.: КноРус, 2020. – 194 с.
- 21 Полуэктова, Н. Р. Применение мультимедийных технологий в обучении / Н. Р. Полуэктова. – М.: Юрайт, 2021. – 204 с.
- 22 Савин, А. В. Практика разработки интерактивных курсов / А. В. Савин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 192 с.
- 23 Сафронов, М. И. Веб-дизайн и мультимедиа / М. И. Сафронов. – СПб.: Питер, 2016. – 186 с.
- 24 Сидоров, П. Н. Основы создания виртуальных презентаций / П. Н. Сидоров. – М.: Инфра-М, 2020. – 160 с.
- 25 Стандарт организации «Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов)» СТО СМК 4.2.3.21-2018. – Благовещенск: АмГУ, 2018. – 75 с.