

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка программного обеспечения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата

УДК 004.358-047.84:616.8-009.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Шеров Шерафкан Джобирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики	Толмачев Иван Владиславович	К.М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН ШБИП	Потехина Нина Васильевна	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дикман Е.Ю.	К.Т.Н.		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности

P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ Е.Ю. Дикман
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Д51	Шеров Шерафкан Джобирович

Тема работы:

Разработка программного обеспечения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.02.2019 №1547/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Разработка программного обеспечения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата. Объектом проектирования является программное обеспечение для контроллера Leap Motion. Leap Motion – контроллер для захвата движения пальцев и кисти рук. Разработка направлена для получения врачами-неврологами дополнительно диагностической информации в процессе оценки тремора у пациентов.
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	- обзор литературы; - подбор оборудования и программного обеспечения; - результаты и расчеты; - финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - социальная ответственность; - заключение по работе;
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28.02.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		
Доцент кафедры МиБК	Толмачев И.В.	К.М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Шеров Шерафкан Джобирович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20. 02. 19	обзор литературы	20
18. 04.19	подбор оборудования и программного обеспечения	35
10. 05. 19	результаты и расчеты	25
15. 05. 19	финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
20. 05. 19	социальная ответственность	5
31. 05. 19	заключение по работе	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МиБК	Толмачев И.В.	К.М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дикман Е.Ю.	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Д51	Шеров Шерафкан Джобирович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 33664 руб. Оклад инженера- 21760 руб. Материальные затраты, сформированы на основе прайсов компаний
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Дополнительная заработная плата 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30% Норма амортизации 33,3 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений; -SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ; Разработка графика Ганта; Формирование бюджета затрат на научное исследование.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение потенциального эффекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Многоугольник конкурентоспособности
2. Диаграмма Ганта
3. Бюджет затрат НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН ШБИП	Потехина Нина Васильевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Шеров Шерафкан Джобирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Д51	Шеров Шерафкан Джобирович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы	Отделение электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление	12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является разработка программного обеспечения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата. Видеозахват может использоваться для точного определения координат местонахождения руки и пальцев. (СибГМУ, лабораторный корпус, 603 аудитория).
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат – повышенный уровень напряженности электростатического поля
2. Экологическая безопасность	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Шеров Шерафкан Джобирович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 77 с., 21 рис., 17 табл., 34 источника.

Ключевые слова: двигательные нарушения, тремор, контроллер Leap Motion, программное обеспечение, видеозахват.

Объектом исследования является тремор рук.

Цель работы: разработать программное обеспечения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата.

В процессе исследования проводились: анализ литературы по данной теме, выбор и создание программы, оценка результатов.

В результате исследования были: разработано программное обеспечение для оценки тремора рук с использованием видеозахвата.

Область применения: Неврология.

Экономическая эффективность/значимость работы: мобильность в использовании, стоимость.

Нормативные ссылки

1. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
4. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях
5. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение
6. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
7. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
8. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
9. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования
10. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя
11. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	15
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	17
1.1. Тремор. Классификация тремора	17
1.2. Оценка тремора рук, медицинские тесты и пробы.....	18
1.3. Инструментальные методы обследования	19
1.4. Классификация систем видеозахвата.....	20
1.5. Существующие аналоги разработок с использованием видеозахвата	21
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	27
2.1. Программное обеспечение	27
2.2. Аппаратное обеспечение	28
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	31
3.1. Программное приложение	31
3.2. Интеграция среды дополненной реальности с устройством безмаркерного захвата движений Leap Motion	34
3.3. Методика проведения исследования.....	35
ГЛАВА 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	37
4.1. Анализ конкурентных технических решений	37
4.2. SWOT-анализ.....	39
4.3. Планирование научно-технического исследования	41
4.3.1. Структура работ в рамках научно-технического исследования	41
4.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ	42
4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	43
4.4. Бюджет научно–технического исследования (НТИ).....	46

4.4.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	46
4.4.2. Амортизационные отчисления	46
4.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы	47
4.4.4. Дополнительная заработная плата	48
4.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	49
4.4.6. Накладные расходы	49
4.4.7. Формирование бюджета затрат научно-технического исследования .	50
4.5. Определение потенциального эффекта	51
Глава 5. Социальная ответственность.....	52
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	52
5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	52
5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	53
5.2. Производственная безопасность	53
5.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	54
5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	55
5.2.2.1. Электробезопасность.....	56
5.2.2.2. Освещение	57
5.2.2.3. Шум	58
5.2.2.4. Микроклимат	59
5.3. Экологическая безопасность.....	61
5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	61
5.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	62

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	62
5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	62
5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Многие неврологические расстройства сопровождаются дрожанием рук и отсутствием возможности выполнять точные и контролируемые движения. Тремор является одним из наиболее часто встречающихся двигательных синдромов в неврологической практике. Он может присутствовать при многих заболеваниях, а также и у здоровых людей.

Люди, мучающиеся с тремором, ощущают трудности в осуществлении повседневных дел, в частности, самостоятельных действий. Например, у них могут возникнуть сложности при использовании приборов, дрожание руки мешает письму или не позволяет перелить жидкость из стакана в чашку. Еда, одевание – все это может стать для пациента сложной задачей. Когда тремор прогрессирует, больные получают разные степени инвалидности, препятствующие нормально жить и работать.

Больные стесняются проявлений своего заболевания, которые к тому же вызывают понижение качества их жизни. Для пациентов в целом характерны средние и низкие оценки своих физических и психических компонентов качества жизни.

В настоящее время нарушения мелкой моторики оцениваются врачом субъективно с использованием качественных шкал измерения. Таким образом, весьма актуальна разработка методов количественной оценки тремора рук.

Инновационные технологии быстро развиваются и находят применение в медицине. Благодаря компьютерным разработкам стало возможным создание управляемой дополненной реальности – модельной трёхмерной окружающей среды, реалистично реагирующей на взаимодействие с пользователем. Использование этой технологии предположительно может расширить диагностические возможности неврологических тестов.

В связи с этим весьма актуальна разработка программного приложения для оценки тремора.

В настоящее время диагностика тремора основана на объективных тестах и инструментальных методах исследования. Использование видеозахвата в некоторой степени снижает сложности оценки и ошибки при анализе полученных данных.

Практическая значимость данной работы заключается в возможности получения врачами-неврологами дополнительной диагностической информации в процессе оценки тремора у пациентов.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Тремор. Классификация тремора

Тремор – это неконтролируемое дрожание конечностей или всего тела. Возникает в результате повреждения структур нервной системы, имеющих отношение к регуляции мышечного тонуса и произвольному контролю движения (мозжечок, базальные ганглии) [12]. Чаще всего является симптомом заболевания.

Международная классификация болезней десятого пересмотра (МКБ-10), определяет группу заболеваний, в той или иной степени вызывающих тремор:

1. болезнь Паркинсона;
2. вторичный паркинсонизм;
3. паркинсонизм при других болезнях;
4. другие дегенеративные болезни базальных ганглиев;
5. дистония;
6. другие экстрапирамидные и двигательные нарушения;
7. экстрапирамидные и двигательные нарушения при болезнях,

классифицированных в других рубриках [7].

Тремор чаще всего классифицируется по клиническим признакам и причине или происхождению. Некоторые из наиболее известных форм тремора с их симптомами включают в себя следующее [4]:

1. Тремор мозжечка. Это тремор конечностей, возникающий в конце целенаправленного движения, такого как попытка нажать кнопку или прикоснуться пальцем к кончику носа. Он вызывается повреждением мозжечка в результате инсульта, опухоли или заболевания, например, рассеянного склероза. Незначительная частота в пределах 3-4 Гц.

2. Эссенциальный тремор. Он является наиболее распространенным из более чем 20 видов тремора. Чаще всего поражаются руки, но также могут быть затронуты голова, голос, язык, ноги и туловище. Начало заболевания наиболее

распространено после 40 лет. Эссенциальный тремор не связан с какой-либо известной патологией. Его частота составляет от 4 до 8 Гц.

3. Паркинсонический тремор. Вызывается повреждением структур мозга, которые контролируют движение. Этот тремор покоя, который может возникать как изолированный симптом или проявляться при других расстройствах, чаще всего болезни Паркинсона. Обычно наступает после 60 лет. Частота тремора составляет от 4 до 6 Гц.

4. Физиологический тремор встречается у каждого нормального человека и не имеет клинического значения. Он редко проявляется и может быть усилен сильными эмоциями, физическим истощением, отравлением тяжелыми металлами, стимуляторами, алкоголем. Обычно это обратимо после устранения причины. Этот тремор в основном имеет частоту около 10 Гц.

Другая классификация основана на силе осциллирующих движений. В этом случае выделяют [9]:

1. Медленный тремор: частота колебаний составляет 3-5 Гц;
2. Быстрый тремор: частота колебаний достигает 6-12 Гц.

1.2. Оценка тремора рук, медицинские тесты и пробы

Оценка тремора производится на основании физического и неврологического обследования и истории болезни человека.

Во время физической оценки врач оценивает тремор на основе различных показателей:

1. возникает тремор, когда мышцы находятся в покое или в действии;
2. появление тремора – частота и амплитуда тремора.

Существуют определённые пробы, которые помогают в физической оценке тремора – это проба Ромберга: ноги вместе, руки по швам, голова ровно, глаза закрыты, усложнение позы: руки вытянуть перед собой на уровне плеч – оценивается непосредственно дрожание рук, устойчивость; проба Шильдера: руки перед собой, поднимается правая рука вверх, а затем опускается до уровня левой руки, затем другой рукой – оценивается отсутствие меры в движении; тест

на динамическую атаксию: руки перед собой, закрываются глаза, достаём указательным пальцем кончик носа – оценивается попадание.

1.3. Инструментальные методы обследования

Основными инструментальными диагностическими методами, используемые для измерения тремора являются акселерометрия, электромиографии (ЭМГ) и исследование спирограмм, причем последний используется в меньшей степени.

Акселерометрия проводится с помощью специальных приборов – акселерометров, которые измеряют статические или динамические силы ускорения, такие как сила тяжести, которая воздействует на часть тела, или движение, вызванное тремором. Есть несколько видов акселерометров. Два наиболее распространенных метода основаны на пьезоэлектрическом эффекте или изменении емкости. В первом типе микроскопический кристалл, чувствительный к силам ускорения, генерирует напряжение, которое можно измерить. Для сравнения, акселерометры по разности емкостей имеют две микроструктуры, расположенные таким образом, что между ними существует определенная емкость. Силы ускорения перемещают эти структуры, изменяя емкость и позволяя преобразовывать это изменение в измеримое напряжение.

В исследованиях тремора с помощью акселерометров один или несколько приборов фиксируются на пораженной части, например, на пальцах или на дорсальной области рук для измерения движений, вызванных тремором.

Электромиография – исследование мышц, которое дает представление о характеристике ритмических гиперкинезов. В процессе исследования регистрируются не сами дрожательные осцилляции, а электрические потенциалы, генерируемые мышечными волокнами в процессе сокращения. В этом случае поверхностные электроды закрепляются на мышцах сгиба предплечья, заклеиваются эластичными или липкими лентами и обнаруживается электромиографическая активность.

Цифровая спирограмма выполняется путем анализа рисунка, сделанного пациентом на спиральной модели, расположенной на планшете. Используемый планшет представляет собой поверхность, чувствительную к прикосновению специальной ручки. В тесте тремора используются модели спиралей Архимеда, которые характеризуются равномерным расстоянием между спиральями. (рисунок 1)

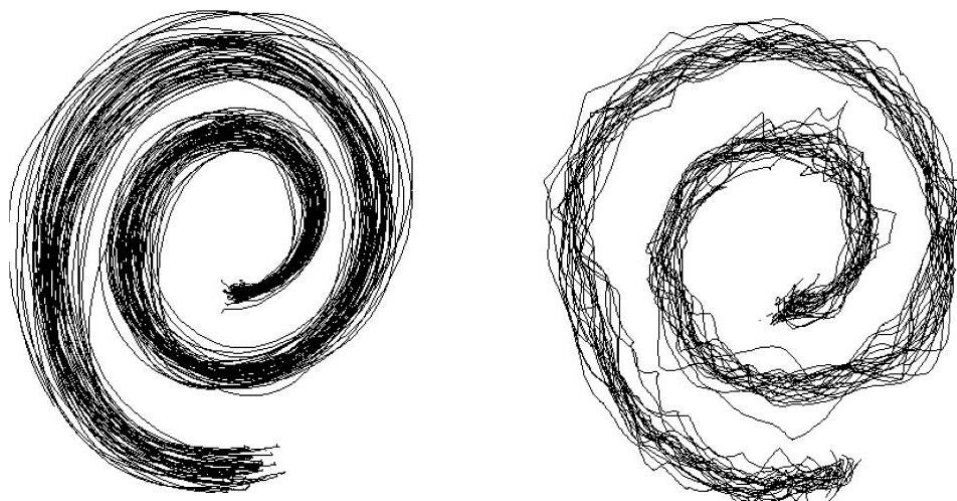


Рисунок 1 – Спирограммы при оценке тремора с помощью спирали Архимеда

Пациент должен обвести модель спирали с помощью ручки, которая позволяет регистрировать изменения, которые произошли на чертеже, в зависимости от тремора. Анализируя изменения контура обводки линий спирали, можно обнаружить интенсивность тремора.

1.4. Классификация систем видеозахвата

Также к одному из методов, который может быть использован для оценки тремора рук является принцип видеозахвата. В зависимости от способа передачи данных от объекта системы анализа движений, существуют различные виды систем видеозахвата [1].

Оптические пассивные системы – это такие системы анализа движения, использующие в своей основе оптические методы регистрации. В таких системах применяются пассивные датчики - маркеры, которые названы пассивными,

потому что только отражают посланный на них свет. Инфракрасный свет посылается на маркеры с установленных на камерах высокочастотных стробоскопов и, отразившись от маркеров, попадает обратно в объектив камеры, сообщая тем самым позицию маркера. Минус оптических пассивных систем заключается в необходимости размещения маркеров на объекте. При быстром движении или близком расположении маркеров друг к другу система может неправильно их идентифицировать.

В оптических активных системах используются светодиоды с интегрированными процессорами и радиосинхронизацией. Каждый светодиод имеет идентификатор, который позволяет системе правильно определять необходимые маркеры при помехах или быстрых движениях.

Магнитные системы основаны на использовании в качестве маркеров магниты. Система высчитывает их позиции по искажениям магнитного потока.

Гироскопические/инертные системы. Для сбора информации о движении используют миниатюрные гироскопы и инертные сенсоры. Данные с гироскопов и сенсоров передаются в компьютер, где происходит их обработка и запись. Система определяет не только положение сенсора, но также угол его наклона.

Существуют также системы, которые вообще не используют маркеры – безмаркерные системы. Распознавание производится при исследовании характеристик корреляции на последовательностях кадров. Такой анализ требует более сложных вычислений с использованием статистики.

1.5. Существующие аналоги разработок с использованием видеозахвата

Батт А. Х. и соавторы оценивали Leap Motion для анализа двигательных навыков верхних конечностей при болезни Паркинсона [18].

В данной статье авторы рассматривают само понятие о болезни Паркинсона, её встречаемости, распространённые клинические признаки. Авторы отмечают, что на сегодняшний день нет стандартного инструмента для оценки пациентов с болезнью Паркинсона (PwPD) в клинических масштабах.

Главной задачей является разработка надежного, высокочувствительного и полностью пригодного для носки устройства, которое минимизирует дискомфорт людей. Во многих исследованиях были предложены методы автоматизации оценки PwPD с использованием носимых устройств. Преимущества – небольшие размеры и относительно высокая частота дискретизации. Основным недостатком является то, что они должны быть прикреплены к пальцам, что может повлиять на их движение. В последнее время в нескольких исследованиях основное внимание уделялось коммерчески доступным бесконтактным оптическим устройствам, таким как датчики управления движением (LMC) и датчики Microsoft Kinect, для объективной оценки PwPD.

Основной целью работы авторов является исследование потенциала Leap Motion Controller (LMC) для объективной оценки двигательной дисфункции у пациентов с болезнью Паркинсона (PwPD). Данные были количественно оценены с использованием набора для разработки программного обеспечения LMC (SDK). В этом исследовании участвовали 16 объектов PwPD и 12 здоровых пациентов. Невролог оценил испытуемых во время выполнения задания, присвоив им оценку в соответствии с пунктами MDS / UPDRS-Section III. Особенности работы обеих тематических групп (пациентов и здорового контроля) были выделены специальными алгоритмами. Более того, чтобы выяснить значение таких признаков с клинической точки зрения, использовались методы машинного обучения. В целом был показан умеренный потенциал LMC для извлечения двигательных характеристик PwPD.

Чен К.–Ч. и соавторы разрабатывали метод количественного определения эссенциального тремора с использованием Leap Motion [19].

Клинические оценочные шкалы являются наиболее распространенными средствами, используемыми врачами для оценки тяжести тремора. В настоящее время доступны некоторые научные инструменты, которые могут заменить эти шкалы для объективной оценки, такие как акселерометры, цифровые планшеты, измерительные приборы электромиографии (EMG) и камеры захвата движения.

Однако большинство режимов работы этих инструментов относительно сложны или могут фиксировать только часть клинической информации; кроме того, использование этих инструментов иногда требует больших затрат времени. В настоящее время нет инструмента для автоматического количественного определения тяжести тремора в клинических условиях.

Цель исследования авторов – разработка быстрой, объективной и количественной системы для измерения тяжести тремора пальцев с помощью небольшого портативного оптического устройства (Leap Motion). Портативное, простое в использовании, маленькое и бесконтактное устройство (Leap Motion) применялось для клинического исследования и записи движения пальцев, и было предложено три алгоритма для описания амплитуд тремора. Система была протестирована четырьмя пациентами с диагнозом эссенциальный тремор.

Предлагаемые алгоритмы были способны количественно определять различные характеристики тремора в клинической среде и могут использоваться в качестве ссылок для будущих клинических оценок.

Йоза М. И соавторы проводили практическое экспериментальное исследование для реабилитации пожилых пациентов с подострым инсультом. Использовалась контролируемая видеоигровая терапия с Leap motion [23].

Контроллер скачкообразного движения (LMC) – это новая оптоэлектронная система для захвата движения обеих рук и управления виртуальной средой. В отличие от предыдущих устройств, он отслеживает тонкие движения пальцев, не используя свечения и маркеры.

Целью исследования являлось изучение возможности адаптации LMC, разработанного для видеоигр, к нейрореабилитации пожилых людей с подострым инсультом.

В данной работе участвовали четыре пожилых пациента ($71,50 \pm 4,51$ года) с требующейся патологией, которые были протестированы в экспериментальном испытании, длящемся 6 сеансов по 30 минут на основе видеоигр LMC с добавлением традиционной терапии. Измерения включали участие в сессиях, оцениваемое с помощью шкалы участия в реабилитации

Питтсбурга, способность руки и силу схватывания оценивали соответственно с помощью шкалы Абильханда и с помощью динамометра.

Во время обучения LMC не наблюдалось ни побочных эффектов, ни приращений спастичности. Участие в сеансах было превосходным у трех пациентов и хорошим у одного пациента во время исследования LMC. В этот период у пациентов наблюдалось значительно более высокие улучшения способности руки ($P = 0,028$) и усилия схватывания ($P = 0,006$).

Это экспериментальное исследование было первым, использующим контроллер скачкообразного движения для проведения терапии на основе видеоигр. В этом исследовании было доказано, что LMC может быть подходящим инструментом даже для пожилых пациентов с подострым инсультом. Обучение LMC фактически было выполнено с высоким уровнем активного участия, без неблагоприятных эффектов, и способствовало увеличению восстановлению способностей рук.

Пласиди Дж. и соавторы проводили измерения с помощью виртуальной перчатки на основе LEAP для реабилитации рук [26].

Реабилитация рук является фундаментальной после инсульта или хирургии. Традиционная реабилитация требует терапевта и подразумевает высокие затраты, стресс для пациента и субъективную оценку эффективности терапии. Альтернативные подходы, основанные на механических и следящих перчатках, могут быть действительно эффективными при использовании в среде виртуальной реальности (VR). Механические устройства часто дорогие, громоздкие, специфичные для пациента, в то время как устройства на основе отслеживания не подвержены этим ограничениям, но, особенно если они основаны на одном датчике слежения, могут страдать от окклюзий. В этой статье описывается реализация подхода с несколькими датчиками - виртуальная перчатка (VG), основанная на одновременном использовании двух ортогональных контроллеров движения LEAP. VG калибруется, а измерения статического позиционирования сравниваются с результатами, собранными с помощью точной системы пространственного позиционирования. Ошибка

позиционирования ниже 6 мм в интересующей нас цилиндрической области радиусом 10 см и высоте 21 см. Измерения ручного отслеживания в реальном времени также выполняются, анализируются и сообщаются. Измерения ручного слежения показывают, что VG работает в режиме реального времени (60 кадр / с), уменьшает окклюзии и управляет двумя датчиками LEAP правильно, без какого-либо временного и пространственного разрыва при прохождении с одного датчика на другой. Измерения ручного слежения показывают, что VG работает в режиме реального времени (60 кадр/с), уменьшает окклюзии и управляет двумя датчиками LEAP правильно, без какого-либо временного и пространственного разрыва при прохождении с одного датчика на другой. Результаты являются многообещающими, но необходимо провести дальнейшую работу, чтобы позволить вычислять силы, оказываемые каждым пальцем, когда они ограничены механическими инструментами (например, щитками) и для уменьшения окклюзий при захвате этих инструментов. Хотя VG предлагается для целей реабилитации, его также можно использовать для телеуправления инструментами и роботами, а также для других приложений VR.

Ванг З. Р. И соавторы - Обучение виртуальной реальности на основе Leap Motion для улучшения моторного функционального восстановления верхних конечностей и нервной реорганизации у пациентов с подострым инсультом [30].

В настоящее время виртуальная реальность используется для облегчения восстановления моторики у пациентов с инсультом. Большинство исследований в области виртуальной реальности затрагивают пациентов с хроническим инсультом; однако пластичность мозга остается хорошей у острых и подострых пациентов. Большинство систем виртуальной реальности применимы только к проксимальным верхним конечностям (плечам) из-за ограничений их систем захвата. Тем не менее, функциональное восстановление пострадавшей руки является наиболее сложным в случае восстановления гемипареза после инсульта. Разработанный контроллер Leap Motion может отслеживать тонкие движения обеих рук и пальцев. Таким образом, в настоящем исследовании учёных изучалось влияние системы виртуальной реальности на основе Leap Motion на

подострый ход. Двадцать шесть пациентов с подострым инсультом были назначены экспериментальной группой, которая получила обучение по виртуальной реальности наряду с обычной профессиональной реабилитацией и контрольной группой, которая получила только обычную реабилитацию. Тест функции двигателя Wolf (WMFT) использовался для оценки двигательной функции пораженной верхней конечности; функциональная магнитно-резонансная томография была использована для измерения активации коры.

После четырех недель лечения двигательные функции пораженных верхних конечностей были значительно улучшены у всех пациентов, причем улучшение экспериментальной группы было значительно лучше, чем в контрольной группе. Время действия в WMFT значительно уменьшилось в экспериментальной группе. Более того, интенсивность активации и индекс латеральности контралатеральной первичной сенсомоторной коры увеличились как в экспериментальной, так и в контрольной группах. Эти результаты подтвердили, что обучение виртуальной реальности на основе Leap Motion было многообещающим и осуществимым дополнительным реабилитационным вмешательством, а также могло бы облегчить восстановление двигательных функций у подострых пациентов с инсультом. Исследование было зарегистрировано в Китайском клиническом судебном реестре.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Программное обеспечение

Средство разработки виртуального окружения – «Unity3D»

Технологии Unity позволяют создавать игры и приложения с двумерной и трехмерной графикой, а также виртуальной и дополненной реальностью [21]. Благодаря мощному графическому движку и полнофункциональному редактору можно быстро реализовать идеи и перенести их практически на любое устройство. Unity – инструмент для разработки интерактивного контента и применения его в различных областях деятельности, таких как создание архитектуры и дизайна, онлайн-симуляторов для тренинга.

Рабочее окно Unity разбито на 6 взаимосвязанных областей.

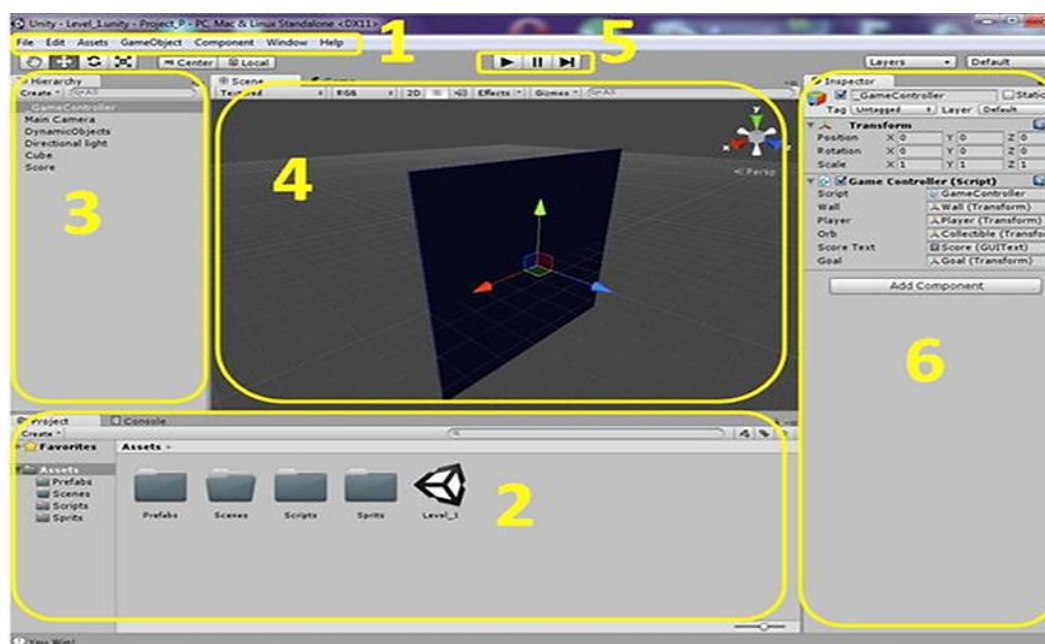


Рисунок 2 – Интерфейс программы Unity3D

Перечень всех рабочих областей окна Unity:

1. Main menu – «Главное меню». Строчка текста сверху, где располагаются все команды, доступные в программе. Многие команды продублированы кнопками и меню в рабочих областях, поэтому главное меню не обязательно использовать.

2. Project View – «Обзор проекта». Список, в котором показаны все используемые файлы в игре: файл сцены, файл программного кода, графические и аудиофайлы.

3. Hierarchy – «Иерархия». Список, где перечислены все объекты, добавленные на сцену. Здесь можно работать с объектами, копировать их, переименовывать, удалять.

4. Scene – «Сцена». Область, где отображается игровой мир или игровая сцена. Здесь мы можем добавлять новые объекты, перетаскивать их, менять вид.

5. Game – «Игра». Область предпросмотра, где видно, как сцена будет выглядеть в игре. Здесь можно настраивать различные настройки экрана и видеорежима.

6. Inspector – «Инспектор». Список, состоящий из нескольких различных по виду разделов. Показывает все свойства выбранного объекта: размеры, модели, текстуры, скрипты. [27]

Когда дело доходит до написания сценариев, то перед пользователем стоит выбор языка: Boo, C# и JavaScript. Каждый язык имеет свои достоинства и недостатки, и все языки одинаково хорошо подходят для создания игр в Unity. Но основной причиной выбора языка C# явилось то, что он является наиболее широко применимым и поддерживаемым языком в Unity. Также большинство учебников ориентированы на язык C#.

2.2. Аппаратное обеспечение

Lear Motion – это датчик безмаркерного захвата движений, основанный на визуальных методах, предназначен для извлечения трехмерных данных о движении.

Устройство представляет собой небольшой USB-адаптер, верхняя часть которого создает 3D-область взаимодействия с размерами 6 мм в высоту, 30 мм в ширину и 80 мм в длину (рисунок 3).



Рисунок 3 – Контроллер движения Leap Motion

Оно содержит 2 камеры, 3 инфракрасных светодиода и широкоугольные объективы (рисунок 4). Leap Motion может точно отслеживать положение рук и пальцев в сфере радиусом 80 см, с углами обзора 150° в ширину (по оси X) и 120° в глубину (по оси Z) и с точностью отслеживания ~ 200 мкм. Высота видимости (по оси Y) составляет максимально 25 см и ее можно изменять в настройках программного обеспечения.

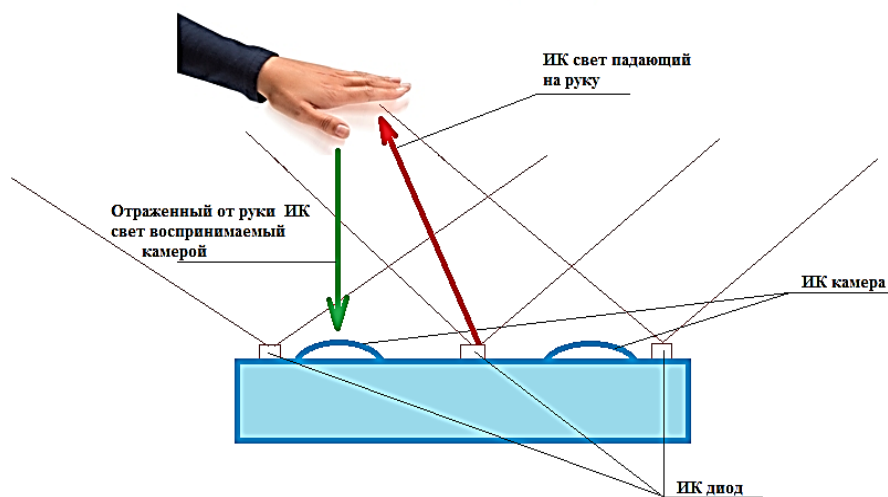


Рисунок 4 – Принцип работы Leap Motion

Диапазон обнаружения Leap Motion составляет от 25 до 600 мм на сенсор. На рисунке 5 изображена система координат Leap Motion. Устройство имеет возможность визуализировать движение руки как скелетное движение на экране, которое можно использовать для получения значений входных координат. Стоит

отметить высокую скорость и точность захвата, она достигает 200 кадров в секунду [1; 3].

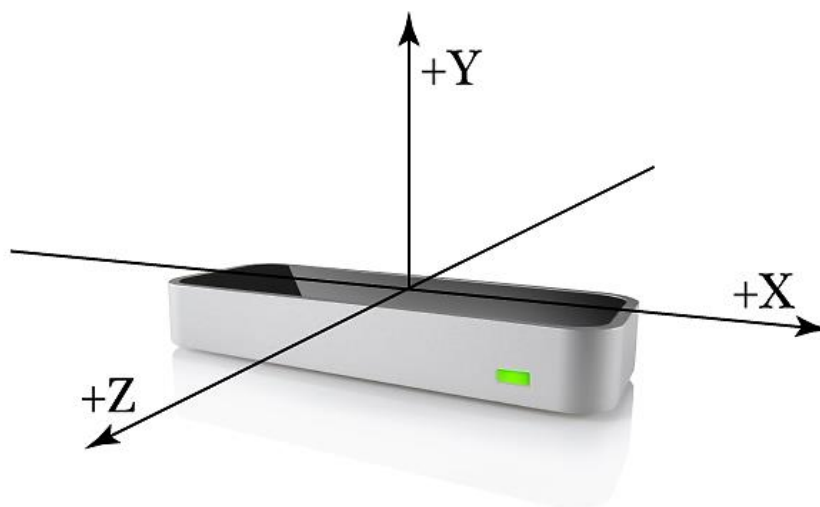


Рисунок 5 – Система координат Leap Motion

Однако, несмотря на высокую точность и большой угол обзора, окклюзия пальцев все еще остается проблемой, поскольку Leap Motion рассматривает вещи только с той плоскости, где расположен экран. Следовательно, не все пальцы могут быть видны одновременно.

Для разработчиков предлагается абсолютно бесплатный SDK, который работает с 14 различных платформ и библиотек. Среди них есть такие известные платформы, как Unity 3D и Unreal Engine, также реализована поддержка таких языков программирования, как Processing (в том числе специально написанная на его базе среда разработки LeapMotionP5), C++, Objective-C, Java, JavaScript, AS3 и другие. [8]

ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной научно–исследовательской работе проводится разработка программного приложения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата. Используемая технология и программное приложение позволит более точно произвести качественную оценку тремора рук для облегчения работы невролога. Следовательно, данная разработка может быть интересна медицинским учреждениям, которые предоставят её для работы врачам-неврологам. Таким образом, можно сделать вывод о том, что основной сегмент рынка представлен медицинскими учреждениями.

Данная разработка достаточно востребована благодаря своему безопасному воздействию на человека и своей портативностью. Также она не требует для реализации больших затрат и не имеет особых требований к эксплуатации.

Целью данного раздела является подтверждение описанных технических решений, обосновывающих экономическую необходимость и целесообразность выполнения научно–технического исследования.

В задачи раздела входит: оценка конкурентоспособности, рассмотрение перспектив развития проекта – SWOT-анализ, планирование научно-технического исследования с разработкой графика проведения исследования, расчет бюджета научно-технического исследования, оценка возможного эффекта проведенного исследования.

4.1. Анализ конкурентных технических решений

Для реализации в данной разработке захвата движения пальцев рук в трёх координатных осях был использован контроллер Leap Motion, который обладает эффективными показателями в работе.

Для оценки конкурентоспособности используем контроллер Leap Motion – Б_{К1}, контроллер Kinect motion – Б_{К2}, который также может быть использован при захвате движения для человеко-компьютерного взаимодействия.

Оценка производится по пятибалльной шкале, где 1 – очень плохо, 2 – плохо, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5- отлично. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 1).

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения контроллеров для захвата движения

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _{к1}	Б _{к2}	К _{к1}	К _{к2}
1. Производительность	0,2	4	3	0,8	0,6
2. Удобство эксплуатации	0,2	5	4	1	0,8
3. Универсальность (работе с ПО)	0,1	4	3	0,4	0,3
4. Цена	0,2	4	3	0,8	0,6
5. Чувствительность	0,2	3	3	0,6	0,6
6. Массогабаритные показатели	0,1	4	3	0,4	0,3
Итого	1			4	3.2

Для анализа конкурентных технических решений используем формулу:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Рассчитав конкурентоспособность двух контроллеров для захвата движения, можно сказать, что конкурентоспособность системы K1 составляет 4, а K2 – 3,2. Таким образом, система K1, более конкурентоспособна, чем система K2.

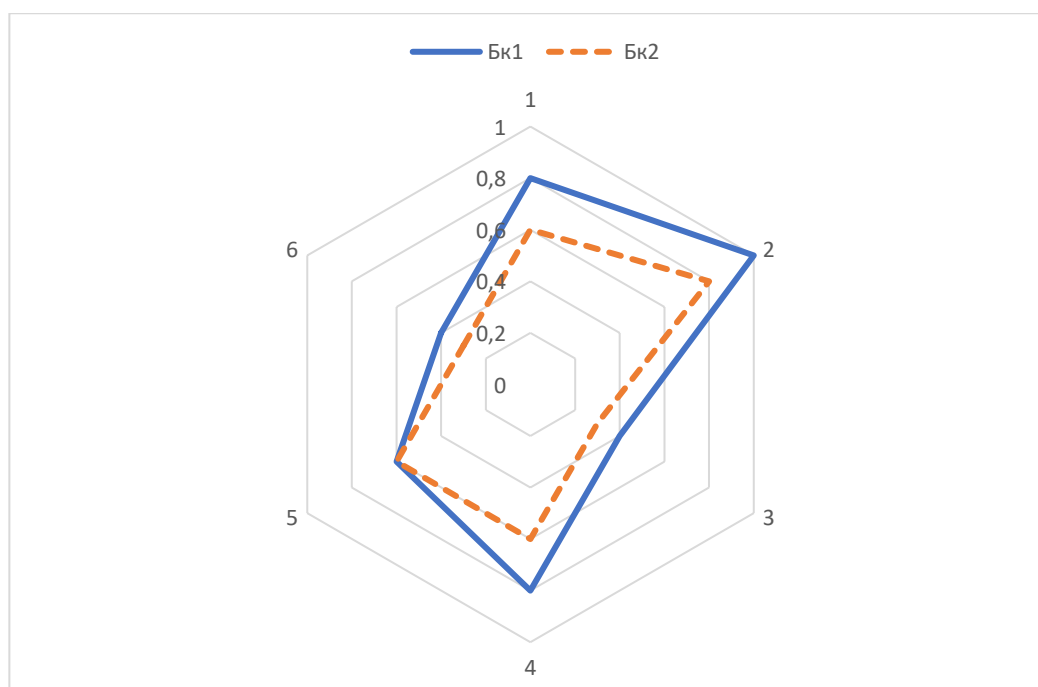


Рисунок 15 – Многоугольник конкурентоспособности

На рисунке 1 наглядно представлены преимущества и недостатки контроллера Leap Motion по сравнению с контроллером Kinect motion.

Видно, что Leap Motion имеет преимущество по таким показателям, как производительность, удобство эксплуатации, универсальность, стоимость, а также массогабаритные показатели. Kinect motion имеет примерно равную с Leap Motion чувствительность, но за счёт совокупности всех показателей, Kinect motion в целом уступает конкуренту.

4.2. SWOT-анализ

SWOT анализ – это метод оценки ситуации и будущих перспектив проекта, основная задача которого: определить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы со стороны внешней окружающей среды. На основании анализа делаются вывод: правильно развивается проект, какие риски нужно предусмотреть, что следует делать, каковы перспективы проекта.

Таблица 2 – Матрица SWOT программного приложения

	Сильные стороны: С1 Востребованность научного исследования. С2. Актуальность работы. С3. Применение технологии без использования доп. оборудования, которое крепится к человеку. С4. Мобильность системы. С5. Легкое в освоении ПО	Слабые стороны: Сл1. Относительная точность полученных данных. Сл2. Подёргивание и прокручивание конечностей. Сл3. Ограниченный диапазон возможных движений при захвате. Сл.4 Не использование дополнительного оборудования. Сл.5 Трудоемкое изучение и анализ графиков.
Возможности: В1. Использование современных технологий для количественной оценки тремора рук. В2. Привлечение врачей неврологов для проведения опытов. В3. Заинтересованность исследователей данной тематикой В4. Появление дополнительного спроса.	1. Безопасность метода и отсутствии требований к проведению диагностики позволят привлечь медицинских специалистов для проведения опытов и подтверждения эффективности данного метода; 2. Производительность, удобство эксплуатации, универсальность, а также низкая стоимость влияет на появление дополнительного спроса, который позволит получить необходимое финансирование от заинтересованных организаций.	1. Развитие технологий позволит усовершенствовать точность получения данных, увеличения диапазона возможных движений при захвате. 2. Бóльшее количество привлеченных аспирантов и преподавателей позволит более быстро обрабатывать полученные результаты, проводить исследования и совершенствовать разработку.
Угрозы: У1. Появление новых, более эффективных методов диагностики тремора рук У2. Развитая конкуренция технологий. У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства. У4. Отсутствие доверия к новому методу.	1. Данная разработка достаточно конкурентоспособна, так как имеет ряд преимуществ, таких, как экономичность, отсутствие строгих требований к обследованию, портативность. 2. Безопасность и безболезненность прибора может повлиять на доверие пациентов и медицинских работников к данному методу.	1. Появление более эффективных методов может негативно отразиться на продвижение данного прибора, так как имеются ряд недостатков: относительная точность получения данных, ограниченный диапазона возможных движений при захвате. 2. Отсутствие научной группы может тормозить время работы над

Продолжение таблицы 2

У5. Сложности в организации научно-исследовательской группы.		прибором, так как для исследования необходимо трудоемкое изучение и анализ графиков. 3. Отсутствие финансирования может привести к ограничению расширения возможностей прибора и использования дополнительного оборудования.
--	--	---

Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как низкая стоимость, мобильность и универсальность прибора и метода, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на улучшение технических параметров, привлечение дополнительного финансирования и создание научной группы.

В целом анализ показывает, проект перспективен и имеет большое количество сильных стороны и возможностей развития, все существующие угрозы устранимы. И при тщательном использовании возможностей и минимизации рисков данный проект поспособствует полной реализации на рынке.

4.3. Планирование научно-технического исследования

4.3.1. Структура работ в рамках научно-технического исследования

В данном разделе был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ (таблица 3).

Таблица 3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Выбор направления исследований	Толмачев И.В., Шеров Ш.Д.
	2	Составление и утверждение технического задания	Толмачев И.В.

Продолжение таблицы 3

	3	Календарное планирование работ по теме	Толмачев И.В.
	4	Подбор и изучение материалов по теме	Шеров Ш.Д.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Написание теоретической части	Шеров Ш.Д.
	6	Подбор оборудования и программного обеспечения для реализации	Толмачев И.В., Шеров Ш.Д.
	7	Разработка алгоритма получения экспериментальных данных	Шеров Ш.Д.
	8	Написание программного обеспечения	Шеров Ш.Д.
	9	Тестирование проекта	Толмачев И.В., Шеров Ш.Д.
	10	Оценка полученных экспериментальных данных	Толмачев И.В., Шеров Ш.Д.
Итоги и оценка результатов		Оформление итогового варианта ВКР	Шеров Ш.Д.
		Согласование и проверка работы с научным руководителем	Толмачев И.В., Шеров Ш.Д.

4.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого значения трудоемкости используем формулу:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.–дн.;

$t_{\text{мин}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.–дн.;

$t_{\text{макс}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.–дн.

После того, как рассчитали, рассчитывается продолжительность каждой работы в рабочих днях:

$$T_{\text{р}i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\text{Ч}_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.–дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

Построим наглядный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. График представлен на рисунке 16.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведем в календарные дни и занесем данные в таблицу 4.4. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Согласно производственному календарю (для 6-дневной рабочей недели) в 2019 году 365 календарных дней, 299 рабочих дней, 66 выходных/праздничных дней.

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22 \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Полученные данные, которые были рассчитаны вышеуказанными формулами, заносятся в таблицу 4.

Используя таблицу 4 можно построить календарный план-график выполнения работ.

Таблица 4 – Временные показатели проведения НТИ

Наименование работы	Исполнители работы	Трудоемкость работ, чел-дни			Длительность работ, дни	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	T _p	T _k
Выбор научного руководителя работы	Шеров Ш.Д.	2	3	2,4	1	2
Составление и утверждение темы работы	Шеров Ш.Д.	2	3	2,4	1	2
	Толмачев И.В.	2	3	2,4	1	2
Составление календарного плана-графика выполнения работы	Толмачев И.В.	2	3	2,4	1	2
Подбор и изучение литературы по теме работы	Шеров Ш.Д.	20	30	24	24	29
Изучение и выбор метода исследования	Шеров Ш.Д.	5	7	5,8	6	7
Написание теоретической части работы	Шеров Ш.Д.	15	20	17	17	21
Подбор оборудования и ПО для реализации среды ВР и видеозахвата	Шеров Ш.Д.	4	5	4,4	2	3
	Толмачев И.В.	2	3	2,4	1	2
Формулирование требований к выходным файлам данных и разработка алгоритма экспорта данных	Шеров Ш.Д.	20	30	24	24	29
Согласование выполненной работы с научным руководителем	Шеров Ш.Д.	2	3	2,4	1	2
	Толмачев И.В.	2	3	2,4	1	2
Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Шеров Ш.Д.	15	20	17	17	21
Подведение итогов, оформление работы	Шеров Ш.Д.	10	15	12	12	15

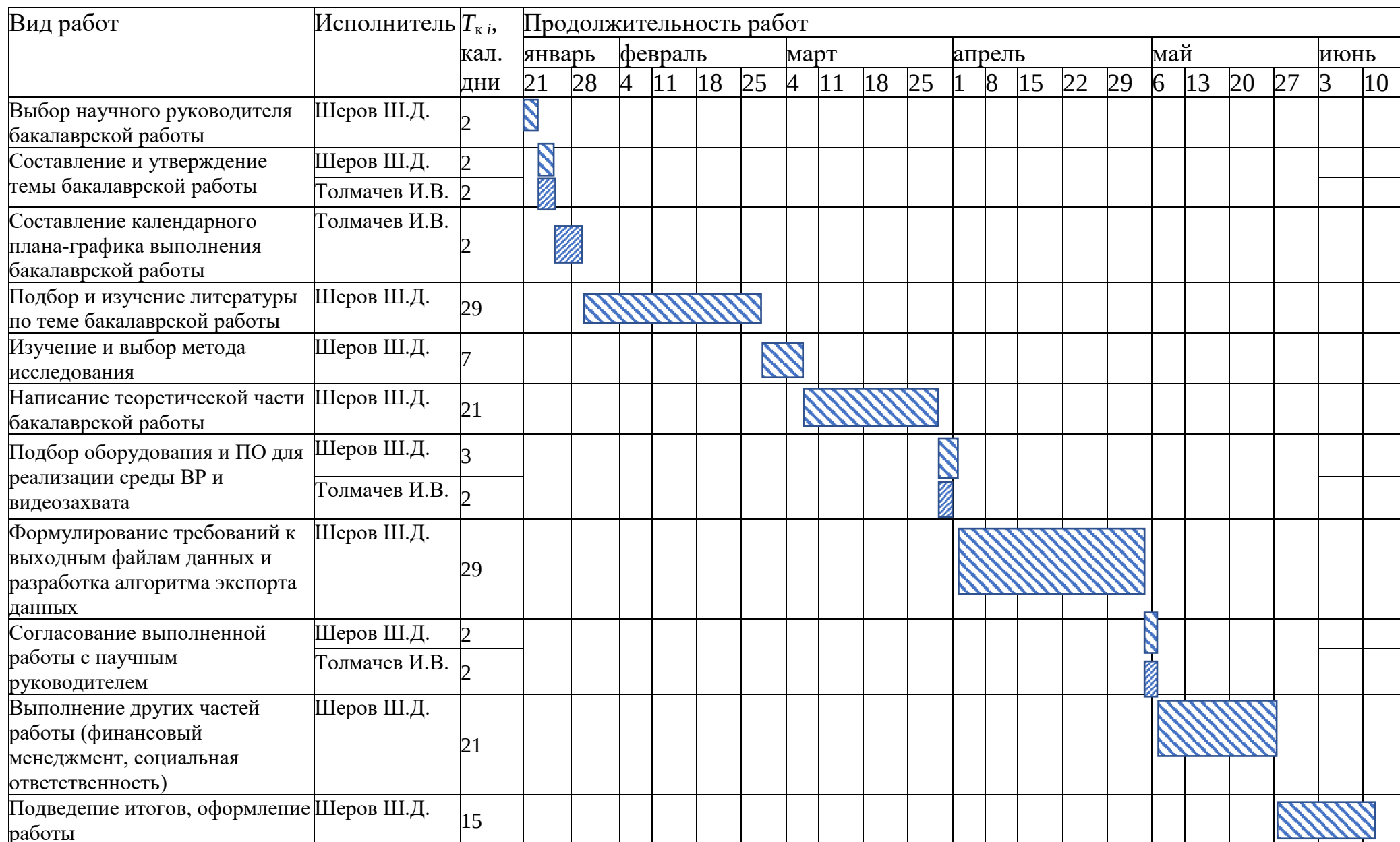


Рисунок 16 – Диаграмма Ганта

4.4. Бюджет научно–технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ обеспечиваем полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используем следующие группировки по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- амортизационные отчисления;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы;

4.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Таблица 5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З _м), руб.	
		НР	И	НР	И	НР	И
Ручка шариковая	Руб.	1	1	20	20	20	20
Упаковка бумаги (А4)	Руб.	0,5	0,5	350	350	175	175
Флеш – карта	Руб.	-	1	-	500	-	500
Итого				370	870	195	695

Итого по статье «материальные затраты» – 890 руб.

4.4.2. Амортизационные отчисления

Расчет амортизации ПК: первоначальная стоимость 40000 рублей; срок полезного использования для машин офисных код 330.28.23.23 составляет 2-3 года, берем 3 года; планируем использовать ПК для написания ВКР в течение 4 месяцев.

Норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} \times 100\% = \frac{1}{3} \times 100\% = 33,33\% \quad (6)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\Gamma} = 40000 \times 0,33 = 13\,200 \text{ рублей}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{м}} = \frac{13\,200}{12} = 1\,100 \text{ рублей}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1\,100 \times 5 = 5\,500 \text{ рублей}$$

4.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИТ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (7)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Оклад по данным ТПУ для доцента кафедры со степенью кандидат наук составляет 33664 рублей без районного коэффициента.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно–техническим работником, раб. дн;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{осн}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно–технического персонала, раб. дн.

Таблица 6 – Баланс рабочего дня

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	56
Действительный годовой фонд рабочего времени	243

Рассчитаем среднедневную заработную плату для студента и научного руководителя, данные внесем в таблицу

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{21760 \cdot 10,4}{243} = 931,29 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{33664 \cdot 10,4}{243} = 1440,76 \text{ руб.}$$

Таблица 7 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Здн, руб.	Кпр	Кд	Кр	Тр	Зосн
Инженер	931,29	0,05	0,05	1,3	105	139 833,2
Научный руководитель	1 440,76	0,05	0,05	1,3	4	8241,2
Итого						148 074,4

4.4.4. Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет производится по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}, \quad (10)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$З_{\text{доп}} (\text{руководитель}) = 0,12 * 14422 = 989 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп}} (\text{инженер}) = 0,12 * 137169,7 = 16\,780 \text{ руб.}$$

Итого по статье «дополнительная заработная плата» – 17 769 руб.

4.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (11)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

Таблица 8 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата,
Руководитель проекта	8241,2	989
Инженер	139 833,2	16 780
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	k _{внеб} = 0,30	
Итого		
Руководитель проекта	2 769,1 руб.	
Инженер	46 984 руб.	

Итого по статье «Отчисления во внебюджетные фонды» – 49 753,1 руб.

4.4.6. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов

исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} * (Z_{\text{мат}} + Z_{\text{амор}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Итог по статье «Накладные расходы» – 35513,04 руб.

4.4.7. Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции (таблица 9).

Таблица 9 – Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	860	0,33
2. Затраты на амортизацию	5 500	1,7
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	148 074,4	57,8
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17 769	7
5. Отчисления во внебюджетные фонды	49 753,1	19,4
6. Накладные расходы	35513,04	13,8
7. Бюджет затрат НТИ	257469,9	100

4.5. Определение потенциального эффекта

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – разработка программного приложения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата.

Данная разработка является конкурентноспособной благодаря своим преимуществам: низкой стоимости, безопасности, отсутствию особых требований к эксплуатации.

Анализ матрицы SWOT показал возможность развития проекта с использованием своих сильных сторон, перечисленных выше. Также перспективность и успешность разработки будет связана с улучшением точности метода, привлечением дополнительного финансирования и созданием научной группы.

В данном разделе было произведено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе и рассчитано время, необходимое для выполнения работы – это 139 календарных дней. Также был сформирован бюджет затрат НТИ, составляющий 257469,9 рублей. Большой процент затрат приходится на основную заработную плату исполнителей проекта.

По произведенному анализу видим, что данное приложение с использованием видеозахвата является эффективным методом для оценки тремора рук и способно занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижении и учете внешних и внутренних факторов, может составить сильную конкуренцию имеющимся методам.

ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра по теме «Разработка программного приложения для оценки тремора рук с использованием видеозахвата» осуществлялось в лаборатории кафедры медицинской и биологической кибернетики медико–биологического факультета СГМУ. Данная лаборатория оборудована приборами, позволяющими проводить исследование движения пальцев рук для оценки тремора (Leap Motion), а также персональными компьютерами для управления и обработки информации. Для обеспечения безопасности работников и окружающей среды необходимо разработать комплекс мероприятий технического и организационного характера, которые минимизируют негативные последствия от деятельности по проектированию системы.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ имеет право на:

1. рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
2. обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
3. отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
4. обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

5. внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина – 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 – 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

5.2. Производственная безопасность

Разрабатываемое программное приложение для оценки тремора рук подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ) и контроллера для захвата движений пальцев (Leap Motion), с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке программного приложения или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

5.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [2]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 10 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного приложения

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка программного приложения для оценки тремора рук с использованием доп. оборудования (контроллер) 2) Работа с ЭВМ	1. Повышенный уровень электромагнитных полей [2, 17]; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [2,3, 17]; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17]; 4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17]; 5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля [2, 17].	1. Электрический ток	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011

5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При разработке программного приложения и использования контроллера для захвата движений в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является ЭВМ, возможность поражения электрическим током. Использование серверного оборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [4].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ [5], создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [5], представленных в таблице 11:

Таблица 11 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		60 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ, перечисленные в таблице 11 соответствуют нормам.

5.2.2.1. Электробезопасность

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [16]. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) надзор во время работы. Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение 603, лабораторного корпуса СибГМУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [16].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются: 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением; 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением; 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; 4) поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ [4].

Разработанные мероприятия и расчеты обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ.

5.2.2.2. Освещение

В аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк [6]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [6].

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [6]. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Нормируемые показатели освещения помещений [6]

По ме ще ние	Рабочая поверхность и плоскость нормирован ия КЕО и освещенност и и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещен ность рабочих поверхн остей, лк	Показа тель диском форт М, не более	Коэффиц иент пульсаци и K_p , %, не более
		При верхнем или комбиниро ванном освещении	При боково м освещ ении	При верхнем или комбиниро ванном освещении	При боково м освещ ении			
Ка би нет ы	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	≤5%(рабо та с ЭВМ) ≤20%(при работе с документ ацией)

Согласно [17] освещение в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ соответствует допустимым нормам.

5.2.2.3. Шум

При работе с ЭВМ в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 13 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [8]

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно [17] уровень шума в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

5.2.2.4. Микроклимат

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ независимо от наружных условий оптимальных

значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Аудитория 603, лабораторного корпуса СибГМУ является помещением I б категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения представлены в таблице 14 и 15 (материалов, изделий и др.) [7].

Таблица 14 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 15 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно [17] микроклимат аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ соответствует допустимым нормам.

5.3. Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Программное приложение для оценки тремора рук – является программным алгоритмом и не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние серверного оборудования при его утилизации.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [44]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.
2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.
3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.
4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах [9].

5.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка программного приложения для оценки тремора рук. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);

4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя программное приложение, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.

Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 603, лабораторного корпуса СибГМУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

1) Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

1. обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);

2. пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

3. обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 603, лабораторного корпуса СибГМУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.). Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а. Категории помещений по пожарной опасности приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В аудитории 603, лабораторного корпуса СибГМУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При работе с экспертами были подобраны неврологические пробы для реализации в условиях видеозахвата движений. Используется тест Горбова-Шульте. Зарегистрированы характеристики мелкой моторики: скорость выполнения теста, количество ошибок теста, координаты ладоней и пальцев рук относительно сенсора. Разработано виртуальное окружение для системы дополненной реальности, реализующее тест Горбова-Шульте. Реализовано взаимодействие пользователя с объектами дополненной реальности при помощи устройства видеозахвата, в процессе взаимодействия данные движений регистрируются в отдельный файл.

Разработанная структура в будущем будет весьма удобна для экспорта данных в сторонние приложения (Matlab), что даст возможность применения современных алгоритмов обработки данных. При помощи этих алгоритмов есть вероятность нахождения дополнительных критериев для оценки тремора. В перспективе приложение можно будет использовать для оценки и реабилитации пациентов с двигательными нарушениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Все о МОСАР — Компьютерная графика и анимация — Render.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.render.ru/books/show_book.php?book_id=531
2. Клинические варианты тремора и методы его коррекции | Пропедевтика внутренних болезней [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.plaintest.com/neurology/tremor>
3. Методика исследования координаторной системы | Медицинская литература, книги по медицине, учебники, медицинские статьи и лекции, видео [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://medobook.com/2317-metodika-issledovaniya-koordinatornoj-sistemy-video.html>
4. МКБ 10 - Другие экстрапирамидные и двигательные нарушения (G25) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mkb-10.com/index.php?pid=5086>
5. Технология Leap Moton и её применение в образовательных процессах [Журнал] / авт. Попов Д. И. Демидов Д. Г., Алиатова М. В. // Вестник МГУП имени Ивана Фёдорова. - Москва : Сетевое издание, 2015 г.. - 5. - стр. 91-92.
6. Тремор - виды и классификация, лечение, симптомы, профилактика, причины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fitfan.ru/health/bolezni/7715-tremor.html>
7. Тремор - лечение болезни. Симптомы и профилактика заболевания Тремор [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.likar.info/bolezni/Tremor/>
8. Тремор: патогенез, особенности клинической картины и лечение [Журнал] / авт. Иванова Е. О. Иванова-Смоленская И. А., Иллариошкин С. Н. // Неврологический журнал. - Москва : Издательство "Медицина", 2013 г.. - 5. - стр. 4-5.
9. Тремор: симптомы, причины, диагностика и лечение тремора [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lookmedbook.ru/disease/tremor>

10. Мелкая моторика — Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мелкая_моторика
11. Хижникова А. Е., Ключков А.С., КотовСмоленский А. М., Супонева Н. А., Черникова Л. А. Виртуальная реальность как метод восстановления двигательной функции руки // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2016. Т.10. С. 5-12
12. Черно-красная таблица Горбова - Шульте (оценка переключения внимания) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://psy-clinic.info/index.php/testy/51-chno-krasnaya-tablitsa-gorbova-shulte-otsenka-pereklyucheniya-vnimaniya>
13. Якшигулова Д. М. Мелкая моторика руки и ее значение для развития речи детей дошкольного возраста. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/dopolnitelnoe-obrazovanie/library/2013/02/07/melkaya-motorika-ruki-i-ee-znachenie-dlya>
14. Borzikov V.V. и др. Human Motion Video Analysis in Clinical Practice (Review) // Sovrem. Tehnol. v Med. 2015.
15. Butt A.H. и др. Leap motion evaluation for assessment of upper limb motor skills in Parkinson's disease // 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). : IEEE, 2017. С. 116–121.
16. Chen K.-H. и др. Development of method for quantifying essential tremor using a small optical device // J. Neurosci. Methods. 2016. Т. 266. С. 78–83.
17. Fast Facts - Unity [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://unity3d.com/ru/public-relations>
18. Garcia-Zapirain B., la Torre Díez I. de, López-Coronado M. Dual System for Enhancing Cognitive Abilities of Children with ADHD Using Leap Motion and eye-Tracking Technologies // J. Med. Syst. 2017. Т. 41. № 7. С. 111.
19. Iosa M. и др. Leap motion controlled videogame-based therapy for rehabilitation of elderly patients with subacute stroke: a feasibility pilot study // Top. Stroke Rehabil. 2015. Т. 22. № 4. С. 306–316.

20. Leap Motion SDK [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://developer.leapmotion.com>
21. de Oliveira J.M. и др. Novel Virtual Environment for Alternative Treatment of Children with Cerebral Palsy // *Comput. Intell. Neurosci.* 2016. Т. 2016. С. 1–10.
22. Placidi G. и др. Measurements by A LEAP-Based Virtual Glove for the Hand Rehabilitation // *Sensors*. 2018. Т. 18. № 3. С. 834.
23. Unity 3D. Курс обучения. Тема 2: Интерфейс программы (Сайт GamesIsArt.ru) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://gamesisart.ru/game_dev_unity_2.html
24. Vamsikrishna K.M., Dogra D.P., Desarkar M.S. Computer-Vision-Assisted Palm Rehabilitation With Supervised Learning // *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 2016. Т. 63. № 5. С. 991–1001.
25. Vanbellinghen T. и др. Usability of Videogame-Based Dexterity Training in the Early Rehabilitation Phase of Stroke Patients: A Pilot Study // *Front. Neurol.* 2017. Т. 8. С. 654.
26. Wang Z. и др. Leap Motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients // *Neural Regen. Res.* 2017. Т. 12. № 11. С. 1823.
27. Yu N. и др. Fusion of Haptic and Gesture Sensors for Rehabilitation of Bimanual Coordination and Dexterous Manipulation // *Sensors*. 2016. Т. 16. № 3. С. 395.
28. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019
29. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс] URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, Дата обращения: 10.03.2019

30. Системы противопожарной защиты УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ, 2009

31. НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003

32. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)

33. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание, 2002

34. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.