МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

«Разработка аппаратно-программного комплекса адаптивного управления коленным суставом протеза на основе алгоритмов машинного обучения»

Подготовил: студент гр. М24-302
Доронин М.В.

Москва – 2026

Актуальность проблемы

Кто сталкивается с проблемой?

- Пациенты с ампутациями (последствия травм, заболеваний, военных действий);
- Медицинские учреждения (нехватка современных реабилитационных решений);
- Государство (высокие затраты на импортные протезы).

- 70% рынка занимают импортные протезы;
- Отечественные аналоги уступают в функциональности (нет интеллектуального управления, ограниченная подвижность);
- Долгая адаптация пациентов к существующим протезам.

- Бюджетные потери >1 млрд руб. ежегодно на закупку импорта;
- Снижение качества жизни пациентов из-за несовершенных решений;
- Технологическая зависимость от иностранных производителей.

Общая схема системы

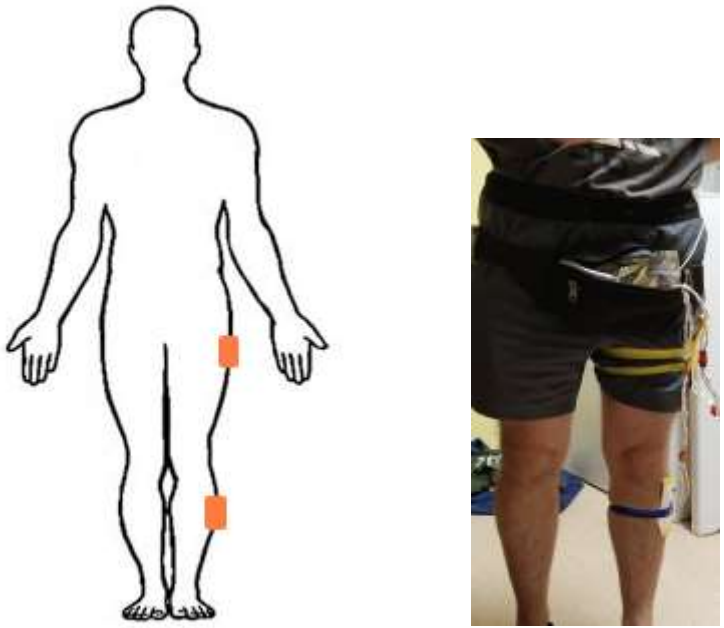
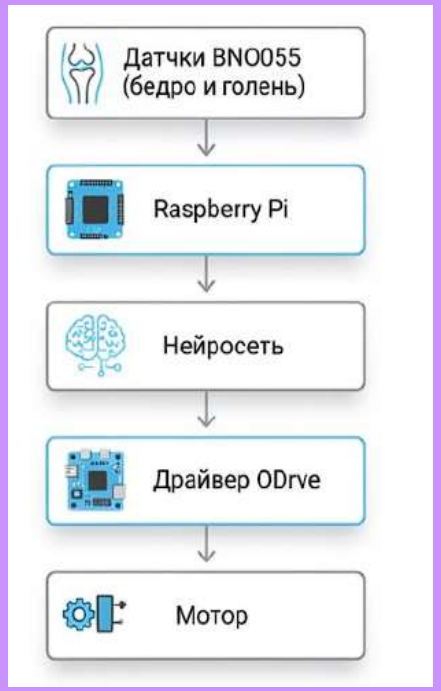


Рисунок 1 - Точки крепления датчиков



Аппаратная часть комплекса

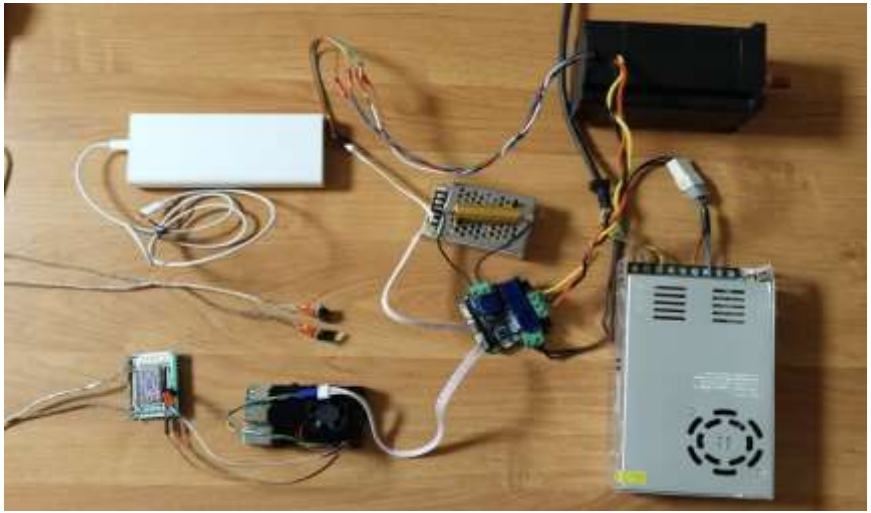


Рисунок 2 – Схема подключения периферии к RPI4

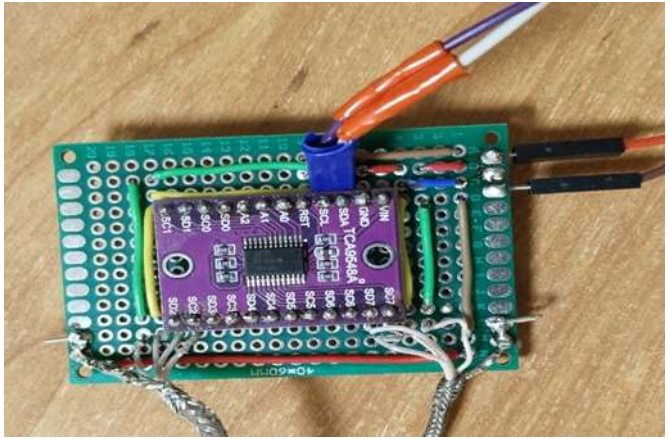
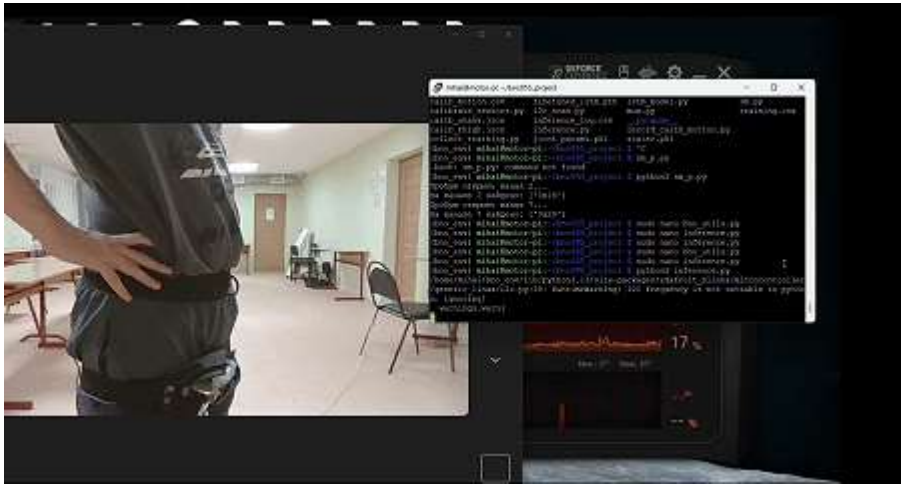


Рисунок 3 – Прототип модуля коммутации

Аппаратная часть состоит из следующих компонентов:

- Блок питания двигателя
- Двигатель
- Драйвер двигателя
- Мультиплексор
- Датчик IMU (2x)

Демонстрация работы



Синхронизация позволила получить качественный эталон, модель успешно отслеживает тренд движения

Значимость проекта для страны

Социальная важность:

- Помощь 10 000+ пациентам ежегодно (включая ветеранов и детей);
- Значительное сокращение сроков реабилитации благодаря ИИ-адаптации.

Технологические преимущества:

- Повышение точности движений и естественной походки за счет нейросетевых алгоритмов.

Экономический эффект:

- Цена в 2,3 раза ниже импортных решений (950 тыс. руб. vs 2,5 млн руб.);
- Потенциал импортозамещения — 500+ протезов в год;
- Экспортные возможности в страны ЕАЭС и Ближнего Востока.

ДОЛЯ ИМПОРТА НА РЫНКЕ ПРОТЕЗОВ В РОССИИ (В ДЕНЕЖНОМ СООТНОШЕНИИ)

Масштаб и динамика рынка

Рынок медоборудования РФ: 850 млрд руб. Сегмент реабилитации растет опережающими темпами

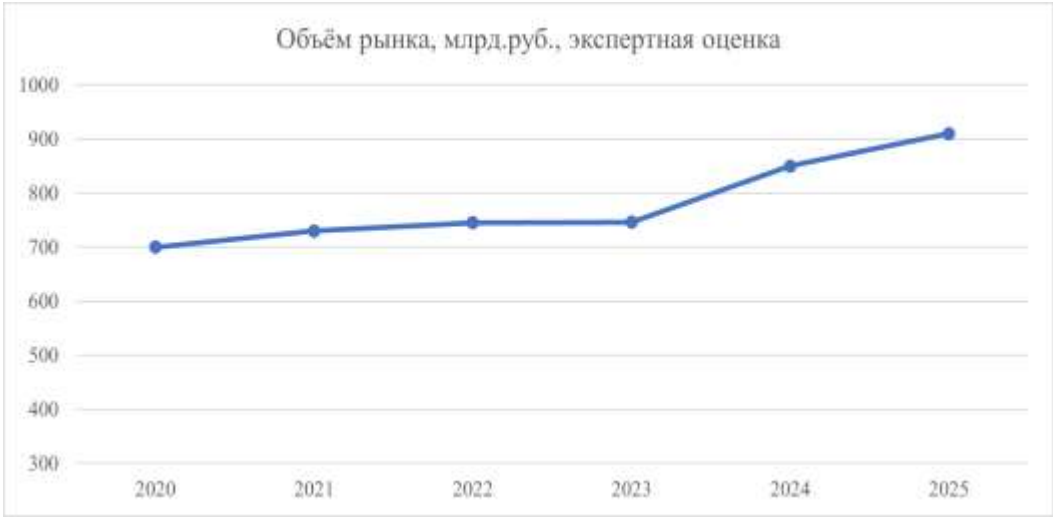
Общий рынок медизделий

850 млрд руб.

+14% г/г

Ортопедия и реабилитация

121 млрд руб. (2024г)



Эксперты оценивают рост рынка протезов в РФ с 70,1 млрд руб. в 2025-м до 157,2 млрд руб. в 2029 году.

Источники: Аналитический отчет, Минпромторг, Технологии доверия

Бизнес-модель

B2B-партнерство: Мы даем инструмент, аккредитованные центры получают маржу и довольного пациента с сертификатом

62%

рынка медоборудования

Госзакупки составляют 62% рынка. Мы не работаем с тендерами в одиночку — мы снабжаем тех, кто уже в этой системе.

Источник: Данные по 44-ФЗ

СРАВНЕНИЕ С АНАЛОГАМИ

Ключевые конкуренты на рынке

Критерий	Наша разработка	Össur Power Knee	Steplife B7	Метиз 6H91CU
Использование технологий ИИ	ДА	ДА	ДА	НЕТ
Активная помощь при ходьбе	ДА	ДА	НЕТ	НЕТ
Автоматическая персонализация без врача	ДА	НЕТ	НЕТ	НЕТ
Непрерывный расчет шаг	ДА	НЕТ	НЕТ	НЕТ

Рынок и потребность

1. Объем рынка:

- Ежегодная потребность: 50 000 протезов (Социальный фонд);
- Текущие пользователи: 150 000 человек;

2. Структура рынка:

- Импортные решения: 50% по количеству, 60-70% по стоимости (Forbes);
- Локализованные: преимущественно механические протезы.

3. Государственная поддержка:

- Минобороны: полное финансирование протезирования для участников СВО.

Финансовые показатели

1. Целевые группы:

- Ветераны СВО (приоритет Минобороны);
- Дети-инвалиды (Фонд "Круг добра");
- Гражданские пациенты (Социальный фонд).

2. Расчеты:

Параметр	Значение
Себестоимость	300 тыс. руб.
Госцена	800 тыс. руб. (ниже рыночной на 20%)
Частный рынок	950 тыс. руб.
Годовой спрос	50 000 ед. (Соцфонд)
Целевая доля	1% (500 ед./год)

3. Окупаемость:

Производство 500 ед.: 500 × (800 000 - 300 000) = 250 млн руб. прибыли.

При стартовых затратах: 120 млн руб. (НИОКР + сертификация).

Срок окупаемости: 6-8 месяцев при госзаказе 500 ед.

Ключевые этапы дальнейшего развития

Квартал	Задачи
Q2 2026	Доработка ПО для обработки IMU-сигналов; Доработка модели устройства.
Q4 2026	Интеграция FSR-датчиков; Оптимизация энергопотребления; Тесты точности управления.
Q1 2027	Клинические испытания; Модульная сборка прототипов; Подача заявки в Роспатент.
Q2 2027 – Q3 2028	Подготовка производства.

КВАЛИФИКАЦИЯ ЗАЯВИТЕЛЯ

1. Образование и опыт

Научный руководитель: Богданов Александр Александрович кандидат физ.-мат. наук
Заявитель: Магистр (специальность: Биотехнические системы и технологии).
Ключевой опыт:

Разработка аппаратно-программного комплекса офтальмоадапметрии (дипломный проект);
Навыки: программирование (Python/C++), работа с микроконтроллерами, 3D-моделирование.

2. Команда проекта

Доронин Михаил (заявитель).

Глухов Дмитрий (программист):
Навыки: программирование (Python/C++).

Скотников Даниил (программист):
Навыки: программирование (Python/C++).

3. Интеллектуальная собственность

Прав на РИД пока нет;
Планируемая подача заявок на патенты в 2027 году (по итогам проекта).

Спасибо за внимание!