



Разработка и анализ функционального протеза руки с нейрофизиологической системой управления

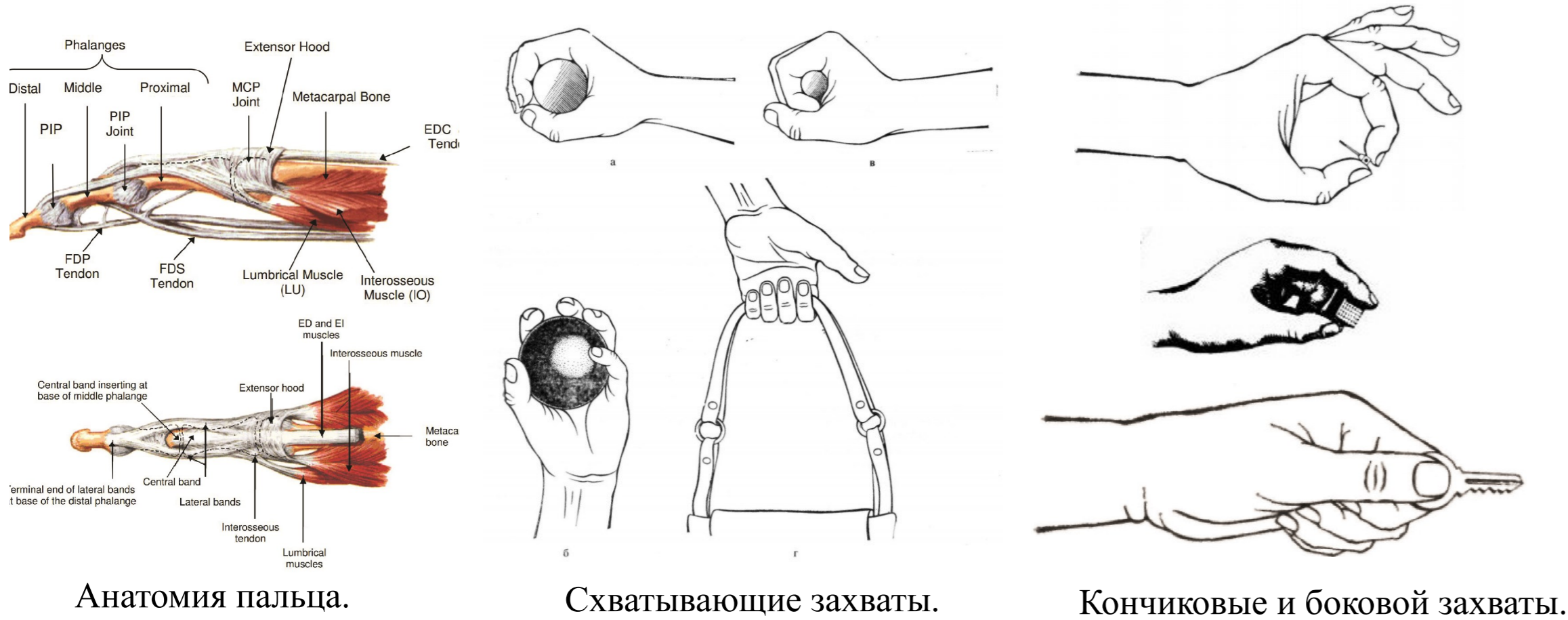
О. О. Ковалев, выпуск 2016 года
научный руководитель
д. ф.-м. н., зав. каф. ТМ А. М. Кривцов

Целью данной работы является разработка и анализ функционального протеза руки, максимально схожего с человеческой рукой и обладающего адаптивной нейрофизиологической системой управления.

- Проведен анализ анатомии и принципов работы человеческой руки. Определены основные параметры, которым должен удовлетворять протез. Определены основные виды жестов, которые протез должен воспроизводить.
- Разработана и собрана модель функционального протеза руки на нитевых тягах. Для изготовления применена технология 3D прототипирования. Разработана и собрана модель модульного протеза руки.
- Проведен анализ кинематики модульного протеза руки. Получены уравнения траекторий фаланг и кончика пальца.
- Проведен анализ динамики модульного протеза руки. Получено выражение для усилий, развиваемых на кончике пальца.
- Проведено конечноэлементное моделирование модуля палец.
- Разработана система регистрации мышечной активности на основе датчиков электрического потенциала с сухим контактом с кожей.
- Проведены клинические испытания на пациенте подросткового возраста с врожденным пороком развития (аплазией) верхней конечности на уровне верхней трети предплечья.

• **Актуальность.** Утрата руки для любого человека становится большой трагедией в жизни и меняет ее переломным образом. При современном развитии науки и техники, а также медицины, наиболее возможным вариантом является создание функциональных протезов.

Анатомия руки

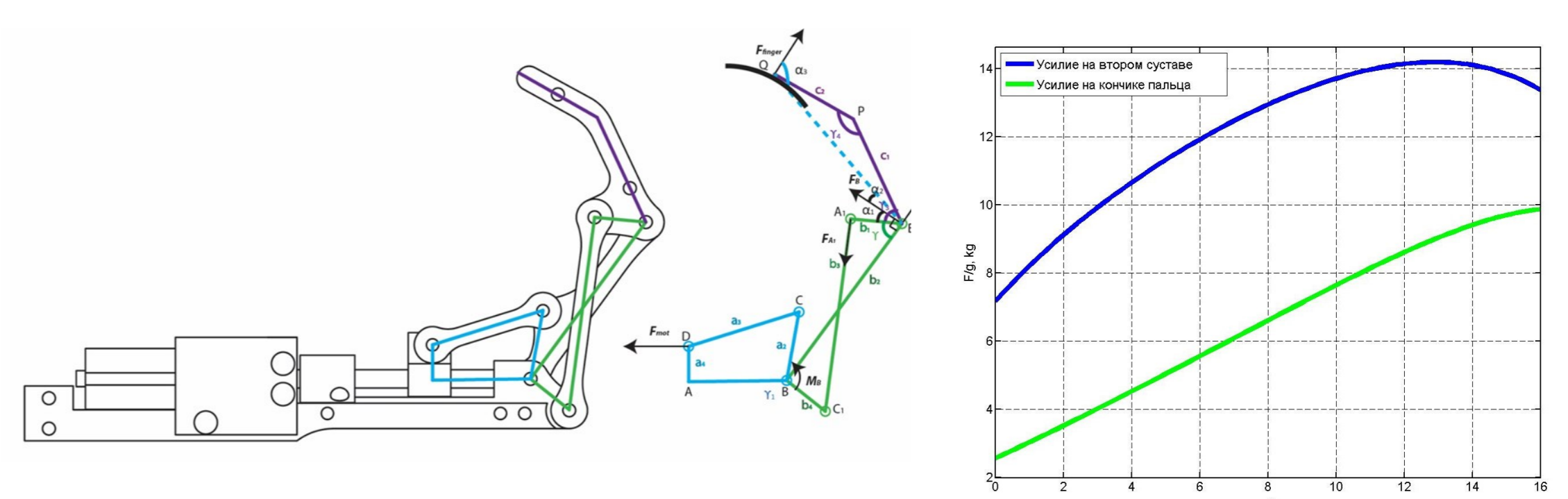


Анатомия пальца.

Схватывающие захваты.

Кончиковые и боковой захваты.

Динамика модульного протеза



$$M_B = F_{mot} a_1 \sin(\alpha + \angle ACD - \pi/2) \cos(\angle ACD - \frac{\pi}{2}), \quad F_B = \frac{M_B}{b_2},$$

$$F_{finger} = \frac{F_B b_1 \sin \angle C_1 A_1 B_1}{c_1 \cos(\angle C_1 A_1 B_1 - \alpha_1) \sin \alpha_3 + \cos(\alpha_3 - \alpha_2) b_1 \sin(\angle C_1 A_1 B_1)}$$

Модель руки на нитевых тягах



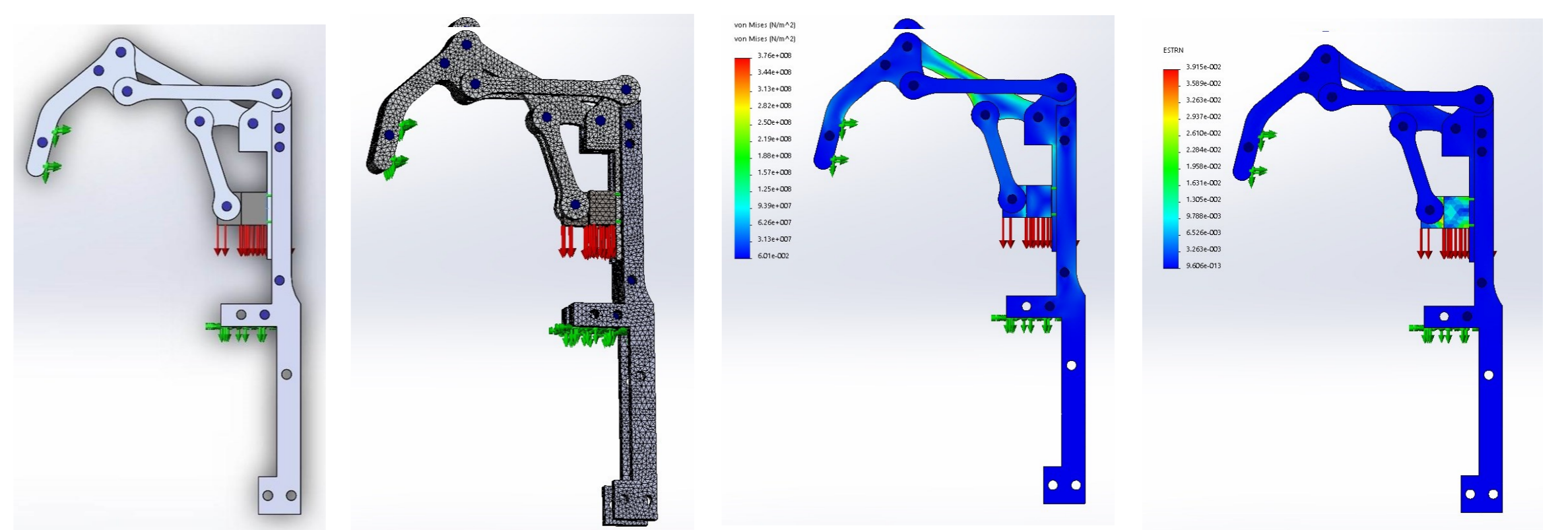
Плюсы:

- Низкая цена
- Простота изготовления
- Быстрая подстройка под пациента

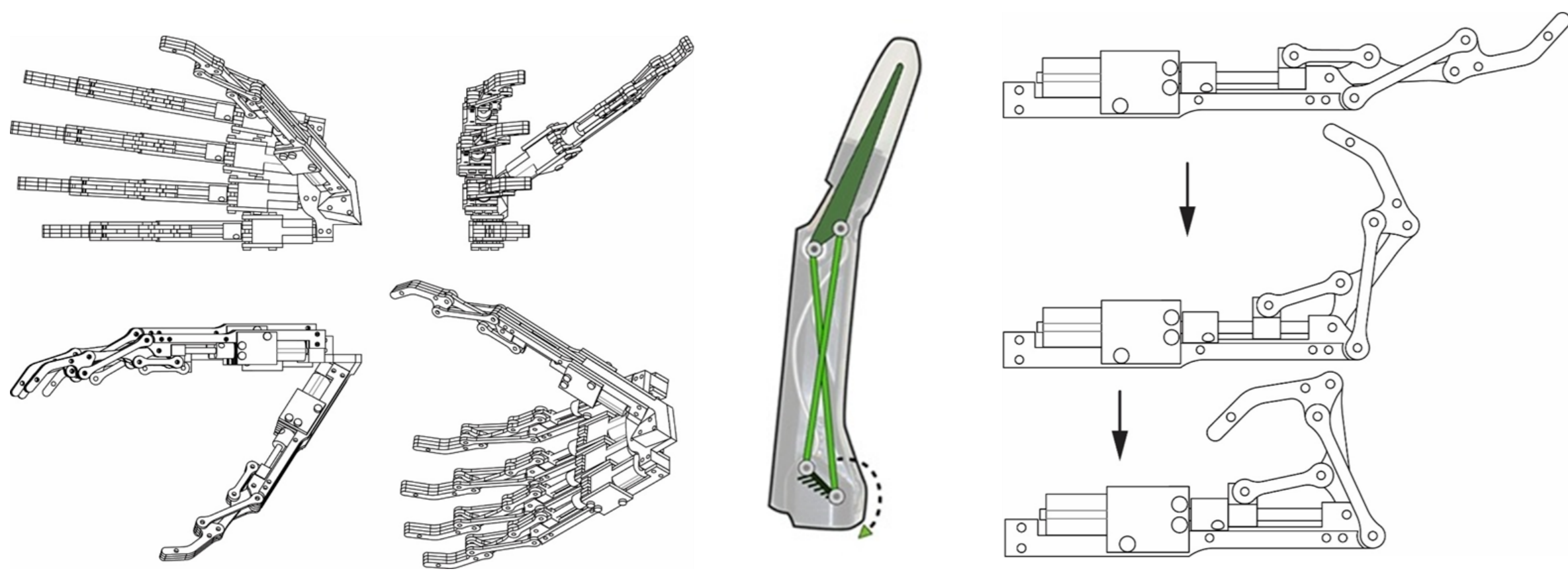
Минусы:

- Надежность
- Габариты
- Время работы

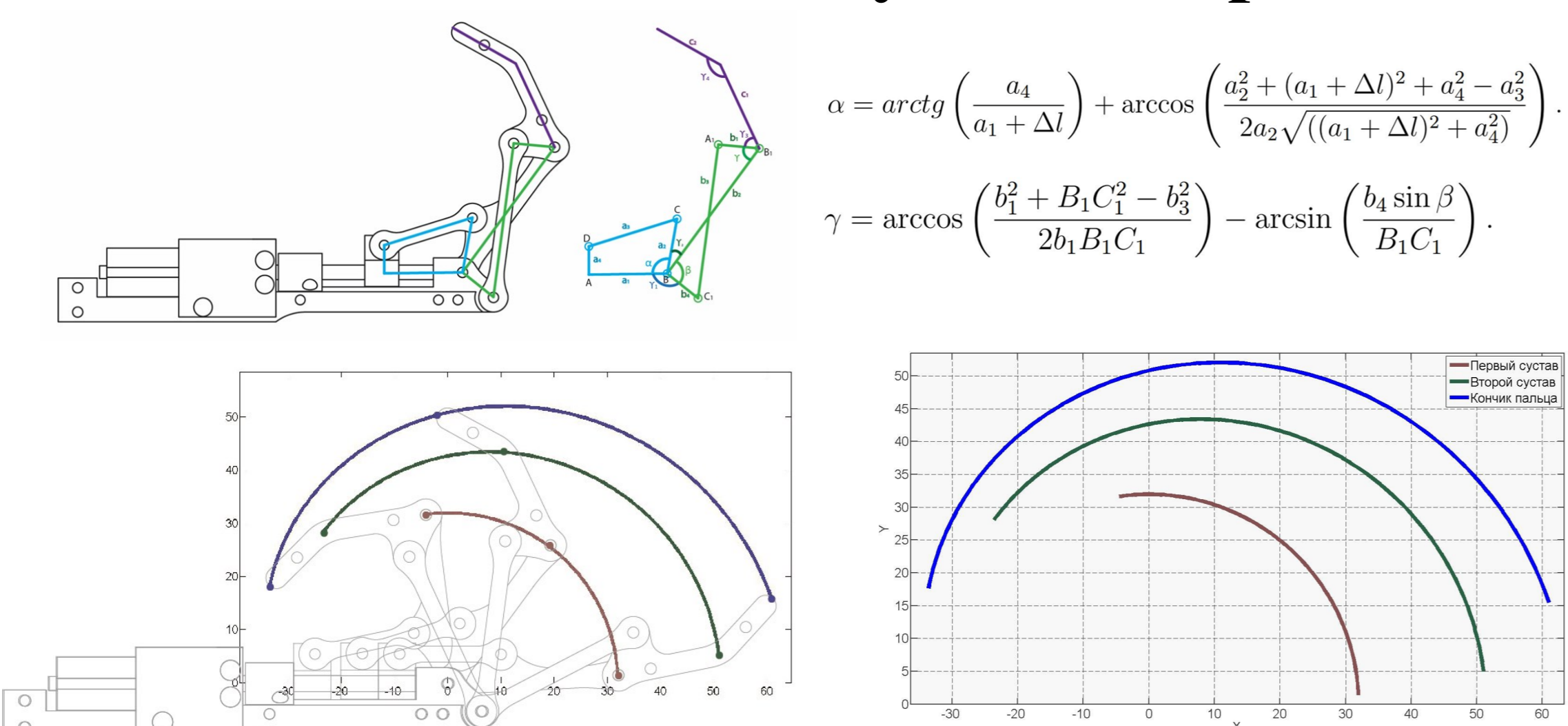
Анализ прочности протеза



Модульный протез руки



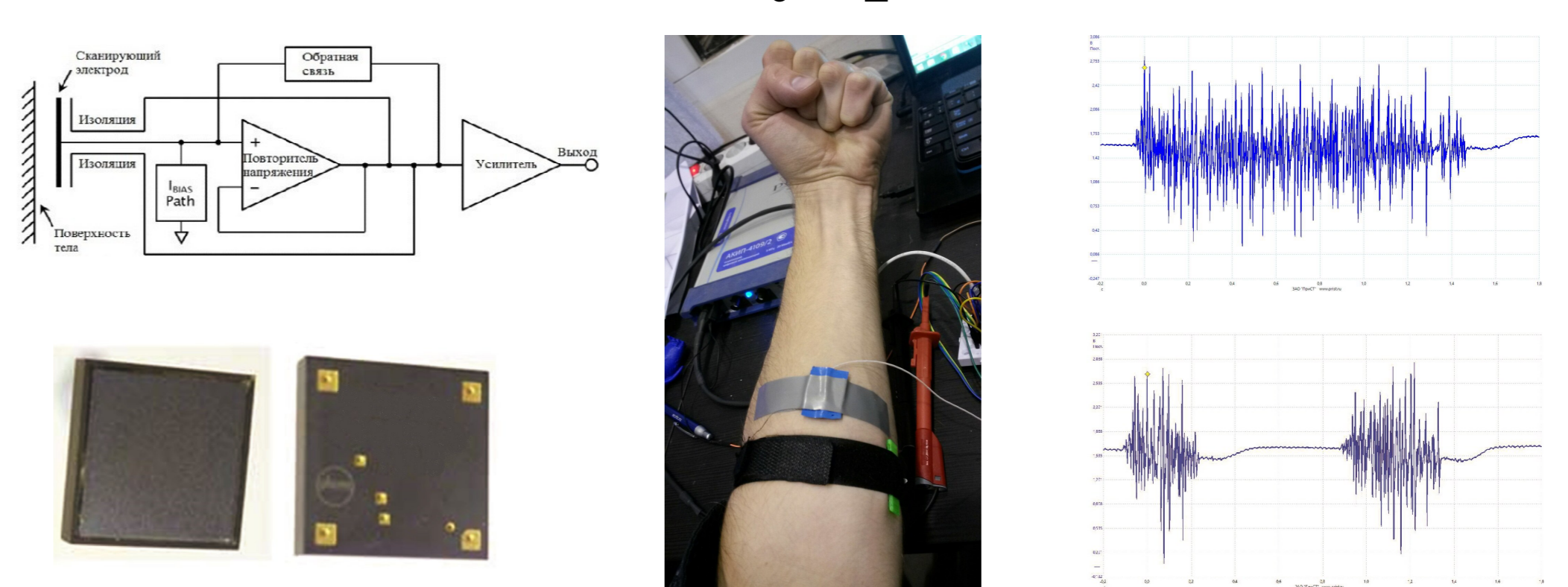
Кинематика модульного протеза



$$\alpha = \arctg\left(\frac{a_4}{a_1 + \Delta l}\right) + \arccos\left(\frac{a_2^2 + (a_1 + \Delta l)^2 + a_4^2 - a_3^2}{2a_2 \sqrt{(a_1 + \Delta l)^2 + a_4^2}}\right)$$

$$\gamma = \arccos\left(\frac{b_1^2 + B_1 C_1^2 - b_3^2}{2b_1 B_1 C_1}\right) - \arcsin\left(\frac{b_4 \sin \beta}{B_1 C_1}\right)$$

Система управления



Клинические испытания

