

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПРОТЕЗ ПРЕДПЛЕЧЬЯ С БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ



г. Рыбинск, Ярославская область, 2023 г.

ПОРЯДОК ВЫДАЧИ ПРОТЕЗА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Порядок обеспечения средствами реабилитации для таких категорий граждан регламентируется в соответствии с действующим законодательством РФ и Приказами Минтруда России № 106н от 05.03.2021 г. и № 107н от 05.03.2021 г.

Последовательность назначения протезов верхней конечности инвалидам в РФ представлена в виде схемы:



КОСМЕТИЧЕСКИЙ ПРОТЕЗ

психологическое принятие отсутствия конечности

да наличие биоэлектрического потенциала остаточных мышц верхней конечности **нет**

БИОНИЧЕСКИЙ ПРОТЕЗ

первичная тренировка мышечной активности

ТЯГОВЫЙ ПРОТЕЗ

перестроение стереотипа «сжатие-разжатие»

освоение базового набора схватов

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ БИОНИЧЕСКИЙ ПРОТЕЗ

максимальное восстановление функционала верхней конечности

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Планируется разработка и реализация протезно-ортопедического изделия:

Протез предплечья с биоэлектрическим управлением с базовым функциональным набором схватов и регистрацией мышечного сигнала методом поверхностной ЭМГ

Высокотехнологичный протез предплечья с биоэлектрическим управлением на базе нейронной сети и регистрацией мышечного сигнала методом поверхностной ЭМГ

ПЛАНИРУЕМЫЙ СРОК НАЧАЛА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКТА

2-е полугодие 2025 г.

ОСНОВНОЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ



АО «Московское ПрОП»
106 филиалов в 67 регионах РФ



Министерство обороны РФ



ОСНОВНОЕ КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО

повышение эффективности тренировки остаточной мышечной активности с целью сокращения времени перехода на пользование высокотехнологичным бионическим протезом верхней конечности

КОМАНДА ПРОЕКТА

* в рамках гранта РФФ



РГАТУ им. П.А. Соловьева



*** БЕЗЪЯЗЫЧНЫЙ
Вячеслав**
Руководитель проекта
д-р техн. наук, проф.



**ЕЛИСЕИЧЕВ
Евгений**
Ведущий научный сотрудник,
доц.



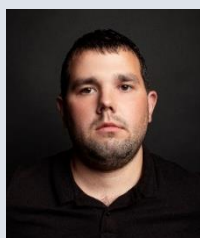
**МИХАЙЛОВ
Владимир**
Старший научный сотрудник,
канд. техн. наук



**ТЯПТИН
Артем**
Врач функциональной
диагностики, врач-невролог,
канд. мед. наук



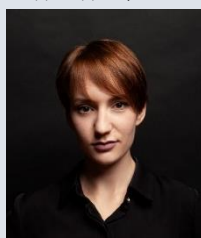
*** ЮДИН
Алексей**
Главный научный сотрудник
д-р техн. наук, доц.



**ИСТРАТОВ
Владимир**
Старший научный сотрудник



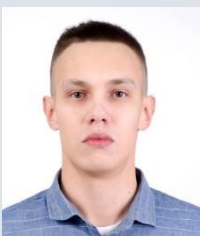
**ЖИЛИН
Руслан**
Старший научный сотрудник



**СЕНАТОРОВА
Екатерина**
Старший научный сотрудник



*** ГУСЕВ
Олег**
Ведущий научный сотрудник
канд. ф.-м. наук, доц.



**СМИРНОВ
Михаил**
Старший научный сотрудник



**ВОРОБЬЕВ
Павел**
Младший научный сотрудник



**БЛИНОВ
Илья**
Младший научный сотрудник

ЯГМУ Минздрава РФ

Ведущие специалисты с кафедр «Травматология и ортопедия» и «Реабилитация и спортивная медицина»

АО «Московское ПрОП»

Практикующие врачи-протезисты

Специалисты по изготовлению и установке культеприемной гильзы

КОНКУРСЫ

на получение государственной поддержки в форме грантов



ЗАВЕРШЕН

Программа «УМНИК-2019» по теме «Разработка высокотехнологичного бионического протеза кисти человеческой руки»
(Договор № 14924ГУ/2019 от 20.12.2019 г.)

4 исполнителя
500 тыс. рублей
финансирования

2019 - 2021 - период реализации
проекта

В РАБОТЕ

Программа «Старт-СОПР-1/4. Социальное предпринимательство» по теме
«Разработка антропоморфной бионической кисти»
(Договор № 0086362)

8 исполнителей
4 млн. рублей
финансирования

2023 - 2024 - период реализации
проекта

В РАБОТЕ

Грант РФФ по теме «Управление траекторией кинематического движения пальцев антропоморфного биопротеза кисти руки на основе нейронной сети»
(Соглашение № 22-19-20095 от 23 марта 2022 г.)

10 исполнителей
21 млн рублей
финансирования

2022 - 2024 - период реализации
проекта
50/50 доленое
соотношение РФФ и
ДИПивЭД ЯО

КОНКУРЕНТЫ



BeBionic
«Ottobock», Германия
2 115 790 руб.



INDY
«Моторика», Россия
1 975 833 руб.

ПЛАНИРУЕМАЯ СТОИМОСТЬ ПРОДУКТА **2 600 000 рублей**



Vincent
«Vincent Systems», Германия
~ 7 000 000 руб.



i-Limb
«Össur», Исландия
2 159 073 – 5 123 828 руб.
не поставляется в РФ

БИОНИЧЕСКИЙ ПРОТЕЗ

наружный протез верхней конечности с внешним источником энергии, с биоэлектрическим управлением, используемый для замещения полностью или частично отсутствующего или неполноценного сегмента верхней конечности



СТРУКТУРА

СИСТЕМА МЕХАНИКИ

предназначена для управления механическими действиями пальцев кисти

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ

предназначена для управления микроприводами, которые служат для перемещения пальцев кисти

СИСТЕМА СЕНСОРИКИ

предназначена для определения силы сжатия предмета и оповещения пользователя

ЭМГ-СИСТЕМА

предназначена для регистрации мышечной активности ампутированной конечности посредством электрокимографических датчиков и блока обработки данных

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ПРИКЛАДНОГО ИИ

предназначена для распознавания данных ЭМГ-системы и активации систем механики и электромеханики в соответствии с заложенными на этапе обучения алгоритмами



КОНСТРУКЦИЯ

предназначена для захвата и удерживания предметов, выполнения жестов

представляет быстросъемное соединение, предназначенное для конструктивного и электрического сочленения кисти с культеприемной гильзой

предназначена для установки бионической кисти на культю. Конструкция гильзы приближена к форме человеческого предплечья. Гильза изготавливается с учетом индивидуальных особенностей пациента

используются несъемные литий-ионные аккумуляторные батареи, расположенные в культеприемной гильзе

ЭМГ-датчики устанавливаются в культеприемной гильзе в местах расположения мышц-сгибателей и мышц-разгибателей и предназначены для регистрации мышечной активности

КИСТЬ

ЛУЧЕЗАПЯСТНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

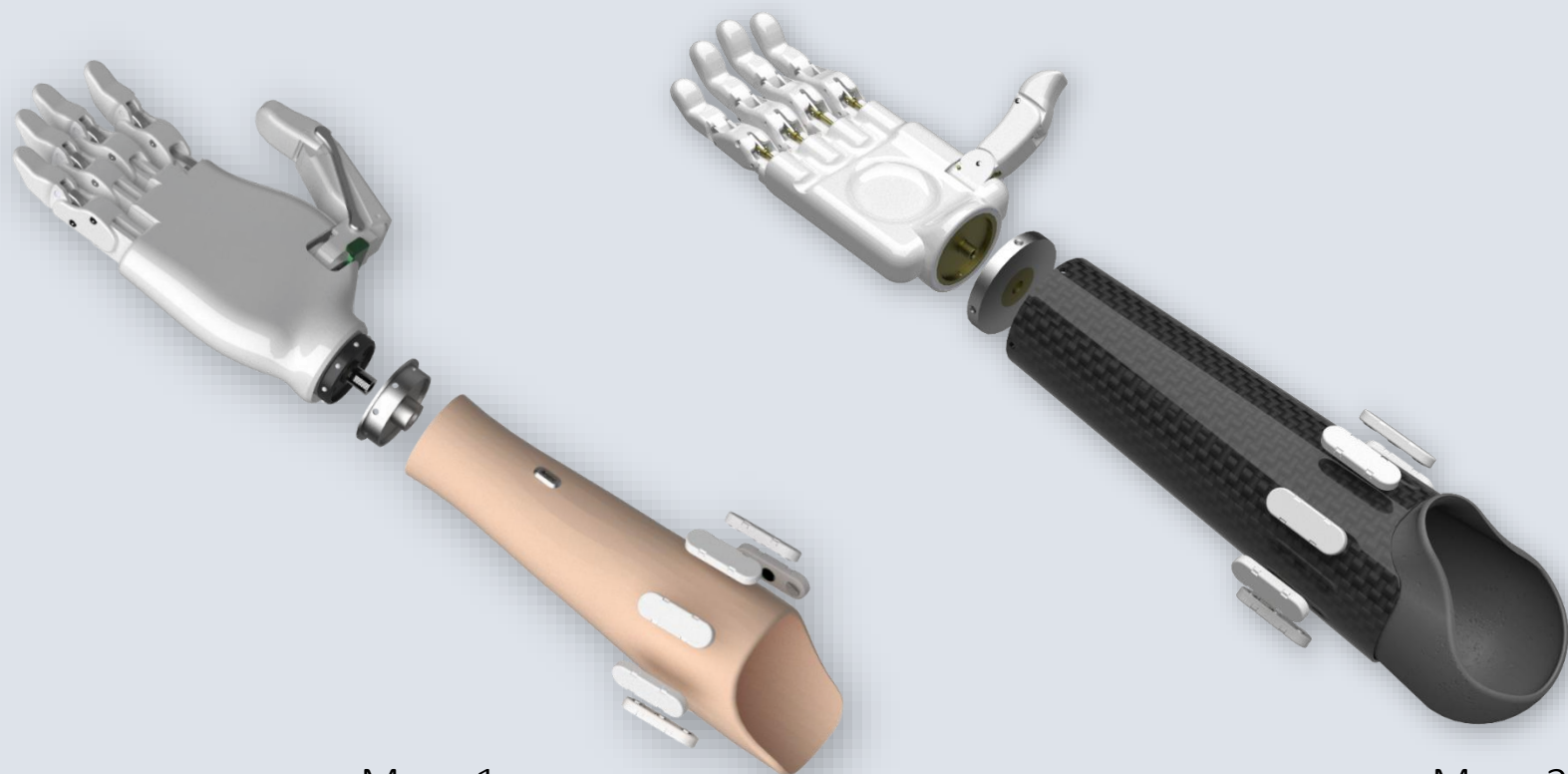
КУЛЬТЕПРИЕМНАЯ ГИЛЬЗА

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

КОМПЛЕКТ ЭМГ-ДАТЧИКОВ

РАЗРАБОТАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

протеза предплечья с биоэлектрическим управлением



Мод. 1

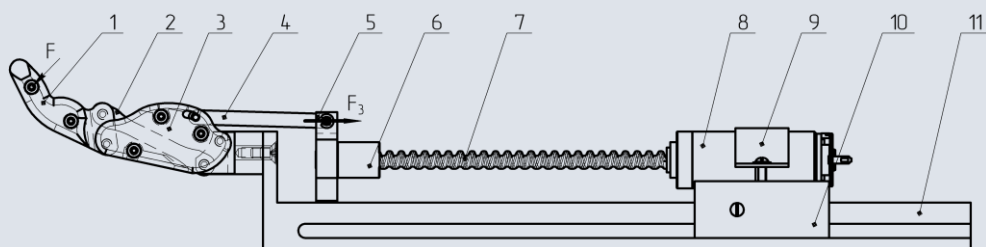
Мод. 2

Мод. 1 – большой палец построен на базе вращательного механизма на оси с фиксацией методом подпружинивания

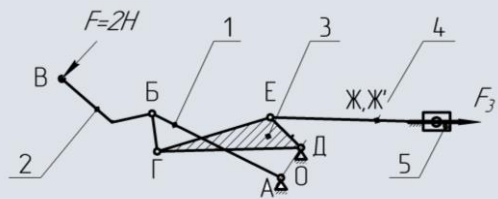
Мод. 2 – большой палец построен на базе червячного механизма с фиксацией методом подпружинивания

СИСТЕМА МЕХАНИКИ

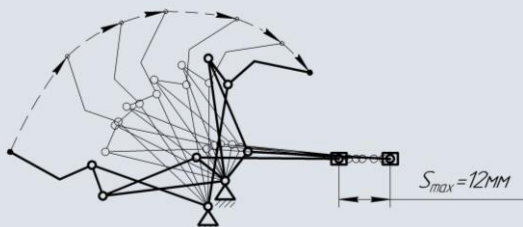
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКТ С ДВУМЯ ПОДВИЖНЫМИ ФАЛАНГАМИ



Внешний вид технологического комплекта с двумя подвижными флангами, где
 1 – концевая и средняя фланга в одной связке; 6,7 – шарико-винтовая пара (ШВП) MAXON MOTOR GP16S;
 2 – шатун; 8 – микропривод Maxon Motor RE16;
 3 – проксимальная фланга; 9 – хомут;
 4 – шатун; 10 – салазка;
 5 – ползун (толкатель); 11 – технологическое основание.

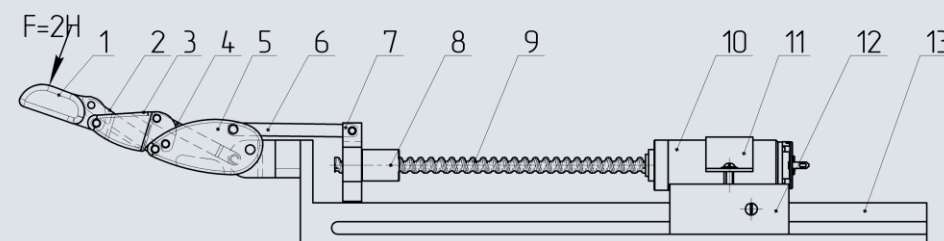


Структурная схема механизма

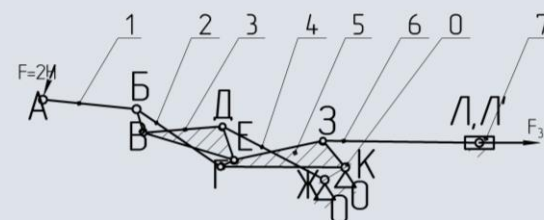


План положения механизма

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКТ С ТРЕМЯ ПОДВИЖНЫМИ ФАЛАНГАМИ



Внешний вид технологического комплекта с тремя подвижными флангами, где
 1 – концевая фланга; 8,9 – шарико-винтовая пара (ШВП) MAXON MOTOR GP16S;
 2,3 – шатун; 10 – микропривод Maxon Motor RE16;
 4 – средняя фланга; 11 – хомут;
 5 – проксимальная фланга; 12 – салазка;
 6 – шатун; 13 – технологическое основание.
 7 – ползун (толкатель);



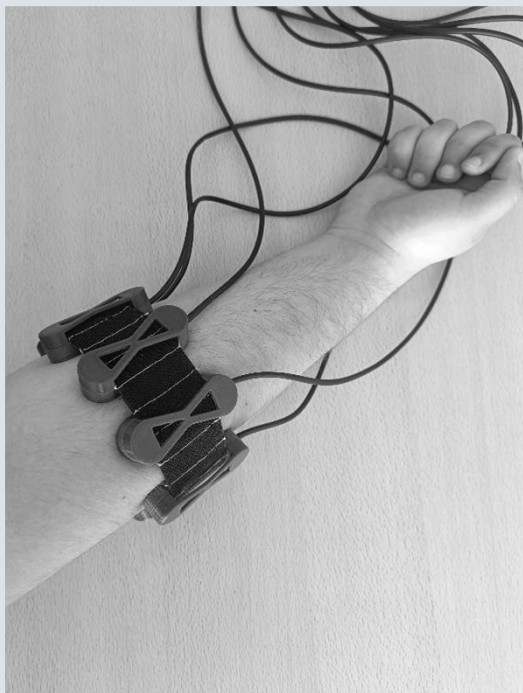
Структурная схема механизма



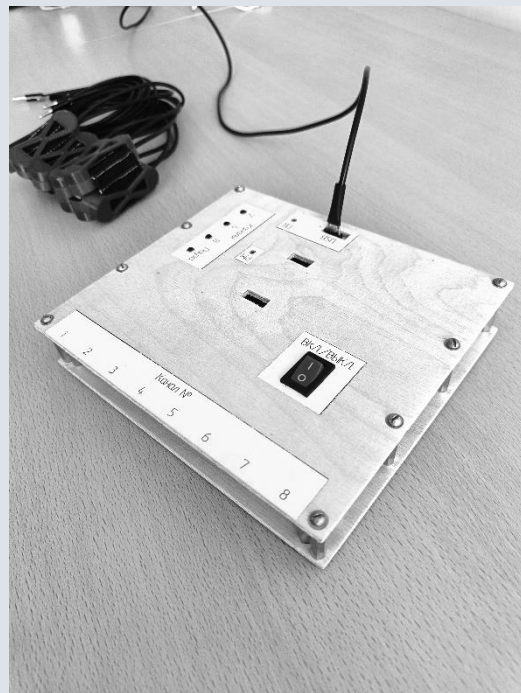
План положения механизма

ЭМГ-СИСТЕМА

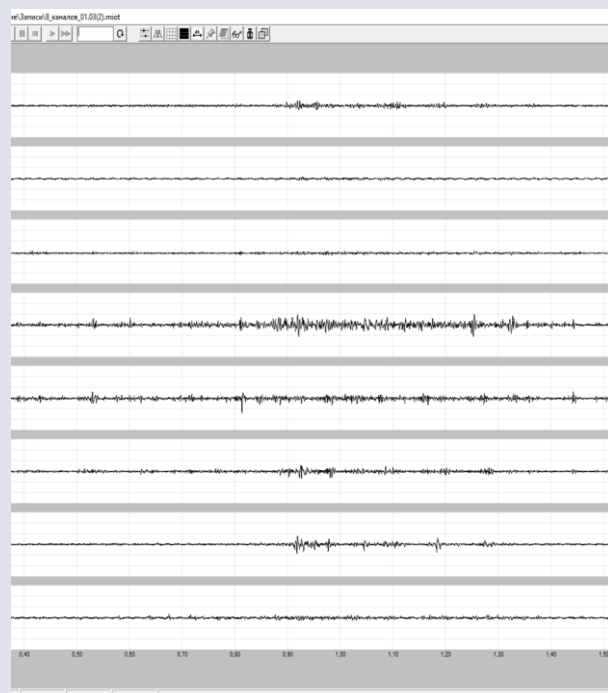
ЭМГ-система представляет собой комплект ЭМГ-датчиков, которые регистрируют мышечную активность верхней конечности, и блок обработки получаемых данных. ЭМГ-датчики располагаются в зонах мышц-сгибателей и мышц-разгибателей.



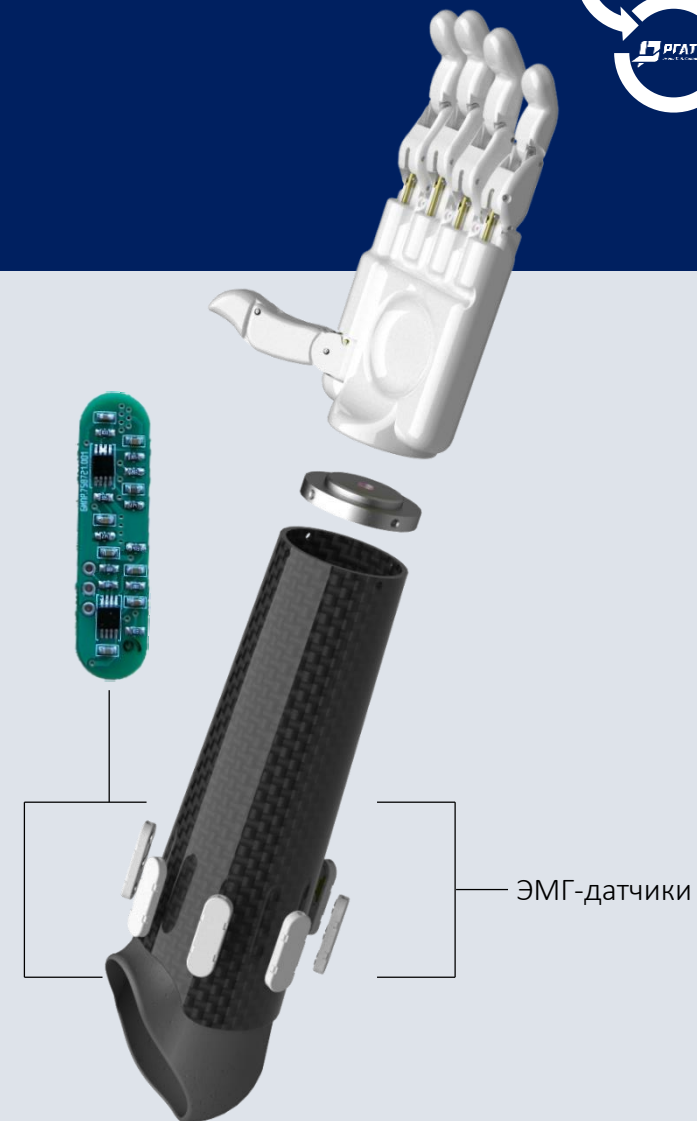
Массив ЭМГ-датчиков (8 шт.) на кольцевой манжете



8-канальный БОД



Рабочая область ПО MioTest (собственная разработка)



СИСТЕМА ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ

Система электромеханики предназначена для преобразования электрического сигнала управления пальцами в механическое движение пальцев. Для этого в бионической кисти планируется использовать три микропривода. В настоящее время определены требуемые параметры микроприводов и ведутся работы по их подбору.

ПАРАМЕТР	ОБОЗНАЧЕНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ
Диаметр	\varnothing	не более 12 мм
Длина	L	не более 60 мм
Масса	m	не более 50 г
Номинальный крутящий момент	Mн	не менее 5 мН·м
Скорость вращения	ω	30-400 об/мин
Создаваемый шум		не более 55 дБ



Ведущими производителями микроприводов для робототехнических систем являются **Faulhaber** (Германия) и **Maxon Motor** (Швейцария). Однако в связи с текущей геополитической ситуацией приобретение микроприводов от данных компаний усложнилось.

Активно исследуется продукция азиатских компаний, в частности микропривода от **Vishan, Zhaowei, Constar, Langiy**.



Микроприводы Maxon Motor



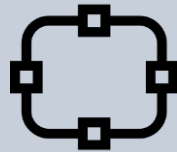
Микроприводы Faulhaber



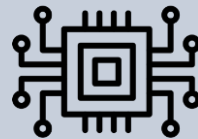
БИПРО.600.010 Стенд проверки

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ПРИКЛАДНОГО ИИ

Система предназначена для интерпретации данных мышечной активности, регистрируемых и обрабатываемых ЭМГ-системой, в управляющие сигналы для системы электромеханики, которая отвечает за движение пальцев бионической кисти. В основе системы управления лежит нейронная сеть. Ее обучение производится на основе захватов предметов из оптимального набора. По комбинации мышечных сигналов нейронная сеть определяет схват для бионической кисти и передает управляющий сигнал на исполнительные механизмы



Массив ЭМГ-датчиков (8 шт.)
считывание остаточной мышечной активности



8-канальный БОД
преобразование и классификация сигналов, передача в центр управления



Нейронная сеть
распознавание сигналов и передача управляющих сигналов на исполнительные механизмы

ПЛАНИРУЕМЫЕ РАБОТЫ




Изготовление двух экспериментальных образцов антропоморфной бионической кисти

 **2023 г.**
сентябрь

 **РГАТУ** им. П.А. Соловьева


Изготовление и испытания экспериментального образца протеза предплечья с биоэлектрическим управлением на пациентах (добровольцах)

 **2023 г.**
ноябрь-декабрь

 **РГАТУ** им. П.А. Соловьева
ЯГМУ Минздрава России
АО «Московское **ПрОП**»

Создание ЦБИИ. Конструкторско-технологическая подготовка к серийному выпуску бионической кисти на базе РГАТУ им. П.А. Соловьева

 **2023-2024 г.**

 **РГАТУ** им. П.А. Соловьева
ЯГМУ Минздрава России
АО «Московское **ПрОП**»





ЦЕНТР БИОМЕХАНИКИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Заключены соглашения с АО «Московское ПрОП» (Соглашение № 04/23-01 от 21 апреля 2023 г.) и ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России (Соглашение № 04/23-02 от 21 апреля 2023 г.) о совместной реализации программ кооперированного образования, участия в совместных НИР, ОКР, НИОКТР и практических работах



2023 - 2026

период реализации



2,6

млрд ₽



18

основных исполнителей

планируется для реализации проекта

100 млн ₽

планируемый объем НИОКТР в год

30 человек

студентов/аспирантов, участвующих в НИОКТР в год

6 проектов

реализуемых в год

СЕТЕВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ*

12.03.04 Биотехнические системы и технологии (бакалавриат)

12.04.04 Биотехнические системы и технологии (магистратура)

*будут реализовываться совместно с ЯГМУ Минздрава России

СТРУКТУРА ЦБНИИ



ЛАБОРАТОРИИ

КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

ПРОИЗВОДСТВО

РЕАЛИЗАЦИЯ



МЕХАНИКИ



ЭЛЕКТРОНИКИ



ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ



РЕАБИЛИТАЦИИ