

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника»

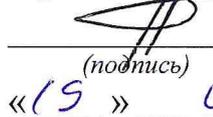
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

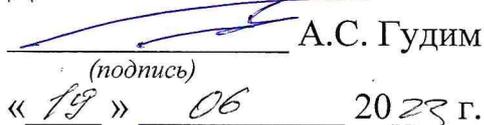

(подпись) Е.М. Димитриади
« 19 » 06 20 23 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук, профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 19 » 06 20 23 г.

Декан ФЭУ


(подпись) А.С. Гудим
« 19 » 06 20 23 г.

«Разработка антропоморфного манипулятора телеприсутствия
повышенной точности с функцией обратной тактильной связи»

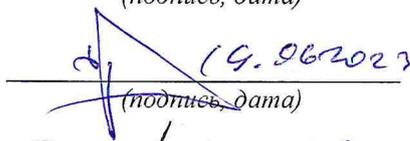
Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ


(подпись, дата)

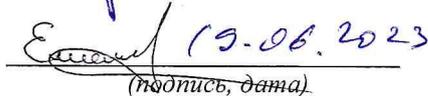
С.И. Сухоруков

Руководитель проекта


(подпись, дата)

Д.О. Савельев

Наставник проекта


(подпись, дата)

К.А. Емельянов

Комсомольск-на-Амуре 2023

Карточка проекта

Название	Разработка антропоморфного манипулятора телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи
Тип проекта	Инициативный
Исполнители	Школьник _____ А.А. Иванеев – Лицей КнАГУ Школьник _____ А.Е. Ердяков – Лицей КнАГУ
Срок реализации	10.2022 – 05.2023

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Отладочная плата STM-32 nucleo F746ZGT6	1
Серводвигатель S-3003	8
Серводвигатель TS90D	5
Модуль GY-91	2
Датчик давления A94 FSR402	5
Резистор изгиба 008/20	5
Упаковка фотополимера 1кг	2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ЗАДАНИЕ
на разработку

Название проекта: Разработка антропоморфного манипулятора телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи.

Назначение: Выполнение высокоточных перемещений и манипуляций с объектами. Контроль и распознавание прилагаемой к объекту силы. Тактильная отдача на стороне оператора, позволяющая контролировать силу и понимать форму объекта.

Область использования: Данный проект может найти применение как в медицине, например, в качестве помощника при уходе за больным, так и на промышленности, например, при работе на участках первичной или конечной сборки.

Функциональное описание проекта: Пользователь управляет манипулятором с помощью экзо-перчатки. Во время работы пользователь получает тактильную связь, с помощью которой может контролировать прилагаемый к объекту момент и осязать его форму.

Техническое описание устройства: Манипулятор, копирующий руку человека. Движения пальцев осуществляется с помощью серводвигателей. Измерение момента реализуется с помощью резистивных датчиков давления. Экзо-перчатка, осуществляет сопротивление движению пальцев человека (тактильная обратная связь) с помощью сервомоторов. Положение пальцев изменяется с помощью резистивных датчиков изгиба.

Требования: Устройство должно соответствовать нормам безопасности при работе и обеспечивать работу с заявленными характеристиками (при соблюдении требований к применению).

План работ:

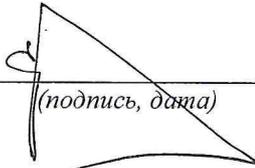
Наименование работ	Срок
Сбор и анализ информации; Подбор компонентов.	11.2022
Проектирование структуры устройства; Закупка материалов	12.2022
Разработка механической составляющей проекта	01.2023
Разработка электронной составляющей проекта	02.2023
Разработка ПО	03.2023
Изготовление и сборка прототипа.	04.2023
Проведение тестирования прототипа.	05.2023
Написание ККД	05.2023

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема;
2. Чертежи изделия (или трехмерные модели изделия);
3. Внешний вид изделия;
4. Блок-схема алгоритмов (при наличии управляющих программ);

Руководитель проекта


(подпись, дата)

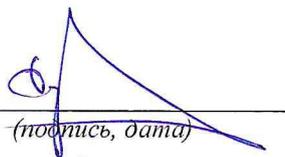
Д.О. Савельев

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ПАСПОРТ

**«Разработка антропоморфного манипулятора телеприсутствия
повышенной точности с функцией обратной тактильной связи»**

Руководитель проекта



(подпись, дата)

Д.О. Савельев

Наставник проекта



(подпись, дата)

К.А. Емельянов

Исполнители проекта

(подпись, дата)

А.А. Иванеев

(подпись, дата)

А.Е. Ердяков

Комсомольск-на-Амуре 2023

Содержание

1	Общие положения.....	7
1.1	Наименование изделия.....	7
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия	7
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке изделия.....	7
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах.....	8
2	Назначение и принцип действия.....	9
2.1	Назначение изделия.....	9
2.2	Области использования изделия	9
2.3	Принцип действия изделия.....	9
3	Состав изделия и комплектность	10
4	Технические характеристики	11
4.1	Основные технические характеристики блока <i>название блока</i>	11
4.2	Основные технические характеристики <i>название блока</i>	11
5	Устройство и описание работы изделия	12
5.1	Устройство изделия.....	12
5.2	Описание работы изделия.....	13
6	Условия эксплуатации	15
6.1	Правила и особенности размещения изделия.....	15
6.2	Меры безопасности	15
6.3	Правила хранения и транспортирования	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	7
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	7

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
						6
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Антропоморфный манипулятор телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование изделия – «Антропоморфный манипулятор телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи».

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирование «Антропоморфного манипулятора телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта «Антропоморфный манипулятор телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		7

университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителями проекта «Антропоморфный манипулятор телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи» являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро «Электроника и робототехника» (далее СКБ), Емельянов Кирилл Андреевич, школьник А.А. Иванеев (Лицей КнАГУ), школьник А.Е. Ердяков (Лицей КнАГУ).

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		8

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Антропоморфный манипулятор телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи – предназначен для выполнения высокоточных перемещений и манипуляций с объектами, контроля и распознавания прилагаемой к объекту силы, осуществления тактильной отдачи на стороне оператора, позволяющей контролировать силу и понимать форму объекта.

В состав изделия входят: Манипулятор, экзо-перчатка.

2.2 Области использования изделия

Изделие может применяться как в медицине, например, в качестве помощника при уходе за больным, так и на промышленности, например, при работе на участках первичной или конечной сборки.

2.3 Принцип действия изделия

Пользователь управляет манипулятором с помощью экзо-перчатки. Во время работы пользователь получает тактильную связь, с помощью которой может контролировать прилагаемый к объекту момент и осязать его форму. Движения пальцев осуществляется с помощью серводвигателей. Измерение момента реализуется с помощью резистивных датчиков давления. Экзо-перчатка, осуществляет сопротивление движению пальцев человека (тактильная обратная связь) с помощью сервомоторов. Положение пальцев измеряется с помощью резистивных датчиков изгиба.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		9

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Манипулятор
- Экзо-перчатка
- Паспорт.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		10

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики блока «Манипулятор»

Основные технические характеристики блока «Манипулятор» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока «Манипулятор»

Наименование параметра	Значение
Материал	Пластик
Количество осей	6
Момент одной оси, км/см	0.4
Интерфейсы	USB 2.0
Питание, В	5
Габариты, мм	250x120x80
Масса нетто, кг	1.4

4.2 Основные технические характеристики «Экзо-перчатка»

Основные технические характеристики блока «Экзо-перчатка» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики блока «Экзо-перчатка»

Наименование параметра	Значение
Материал	Пластик
Количество осей	6
Количество степеней свободы считывания положения руки	10
Интерфейсы	USB 2.0
Питание, В	5
Габариты, мм	180x110x70
Масса нетто, кг	0.7

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Изделие состоит из двух устройств. Манипулятор, копирующий руку человека. Движения пальцев осуществляется с помощью серводвигателей. Измерение момента реализуется с помощью резистивных датчиков давления. Экзо-перчатка, осуществляет сопротивление движению пальцев человека (тактильная обратная связь) с помощью сервомоторов. Положение пальцев измеряется с помощью резистивных датчиков изгиба.

Устройство состоит из следующих основных элементов:

1. Серводвигатели - используются для управления движением пальцев, кисти и руки. Данные серводвигатели управляются микроконтроллером и определяют положение пальцев и кисти.

2. Резистивные датчики давления - используются для измерения момента, создаваемого рукоятью манипулятора. Они расположены на каждом из пальцев и перенаправляют информацию на микроконтроллер.

3. Экзо-перчатка - используется для осуществления тактильной обратной связи. Сервомоторы управляют небольшими каблуками, которые создают сопротивление движению пальцев и обратную связь с человеком. Резистивные датчики изгиба на экзо-перчатке измеряют положение пальцев.

4. Микроконтроллер - используется для управления движением манипулятора и получения информации с датчиков. Также он обрабатывает данные и стабилизирует движения манипулятора в целом.

5. Беспроводной интерфейс - позволяет передавать информацию от микроконтроллера и обратно. Через беспроводной интерфейс можно управлять манипулятором с помощью компьютера или другого устройства.

6. Питание - устройство работает от аккумулятора или батареи, которые обеспечивают электроэнергию для серводвигателей и других компонентов.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
						12
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

Все вышеперечисленные элементы объединяются в единую систему, которая позволяет манипулятору точно копировать движения руки человека.

Электрическая принципиальная схема манипулятора представлена на рисунке 1.

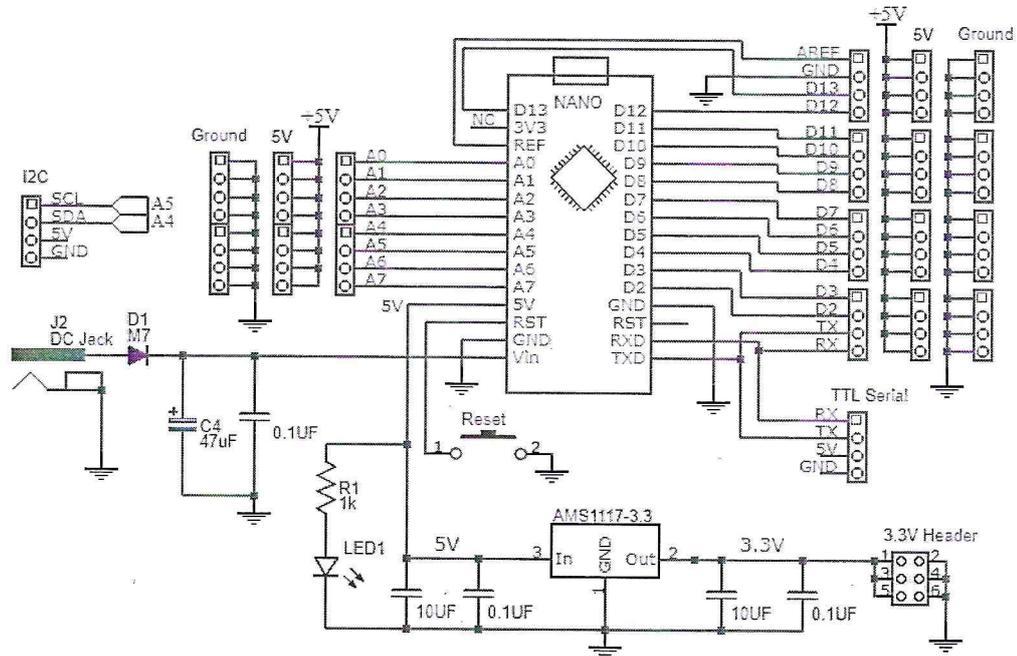


Рисунок 1 – Электрическая принципиальная схема изделия

5.2 Описание работы изделия

Инструкция по установке, настройке и эксплуатации изделия:

1. Установка:

- Распакуйте устройство и проверьте наличие всех деталей и компонентов;
- Соберите манипулятор и экзо-перчатку в соответствии с инструкцией по сборке;
- Подключите манипулятор к вашему компьютеру через USB-порт, используя приложенный кабель;
- Подключите экзо-перчатку к манипулятору, используя штекер.

2. Настройка:

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		13

- Включите компьютер и запустите программное обеспечение;
- Следуйте инструкциям программы для калибровки системы;
- Перед началом работы убедитесь, что все датчики и сервомоторы правильно настроены и работают корректно;
- Протестируйте устройство, чтобы убедиться в его работоспособности.

3. Эксплуатация:

- Наденьте экзо-перчатку и закрепите ее на своей руке, соблюдая инструкции по применению;
- Включите манипулятор и запустите программное обеспечение;
- Используйте устройство, следуя инструкциям программы;
- После каждого использования, отключайте устройство и храните его в безопасном месте.

Примечание: перед началом эксплуатации, внимательно изучите инструкции к изделию, соблюдайте меры безопасности и не наступайте на кабель трансляции.

Блок-схема работы управляющих программ приведена в Приложении А.

Изображение манипулятора приведено в в Приложении Б.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		14

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения.

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

6.1 Правила и особенности размещения изделия

Изделие должно быть расположено на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;
- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		15

внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;

не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		16

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

(фрагмент)

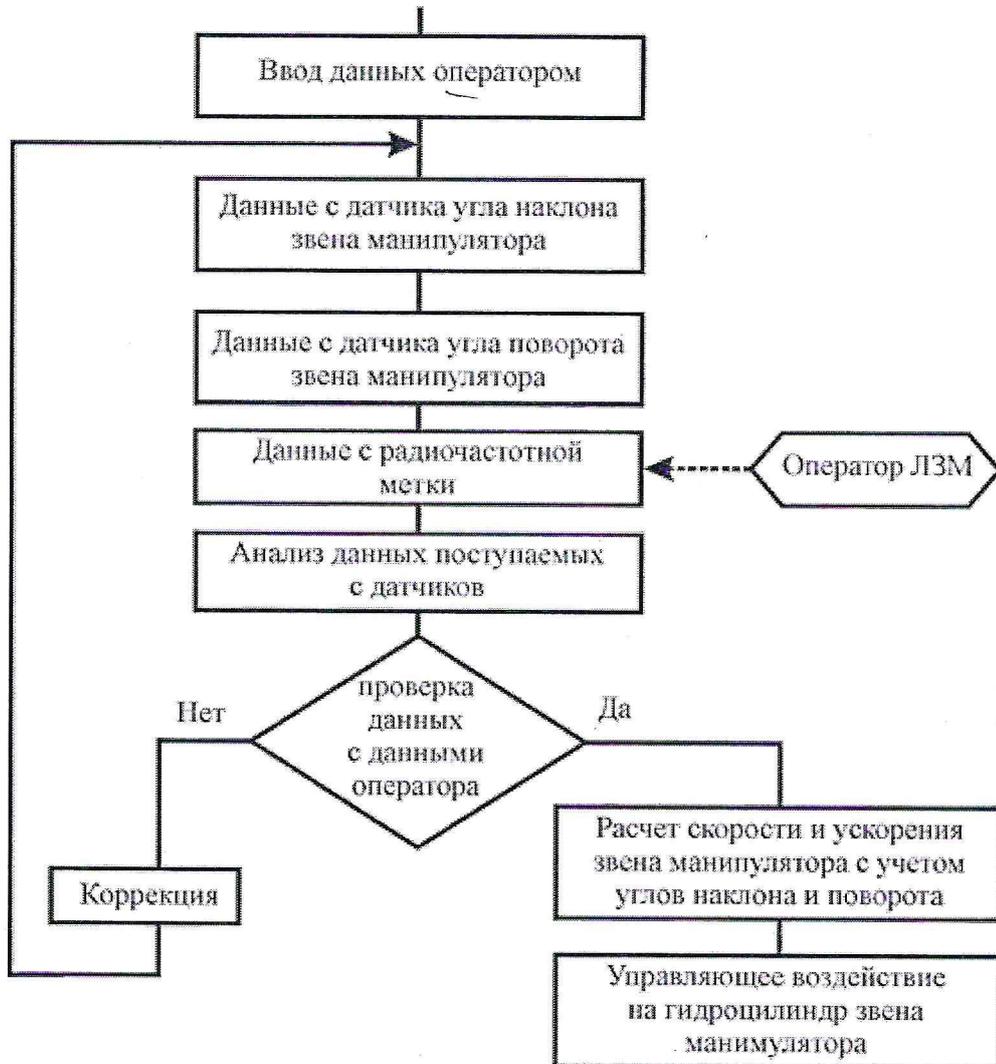


Рисунок 2 – Блок-схема работы управляющих программ

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.1.ИП.01000000

Лист

17

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

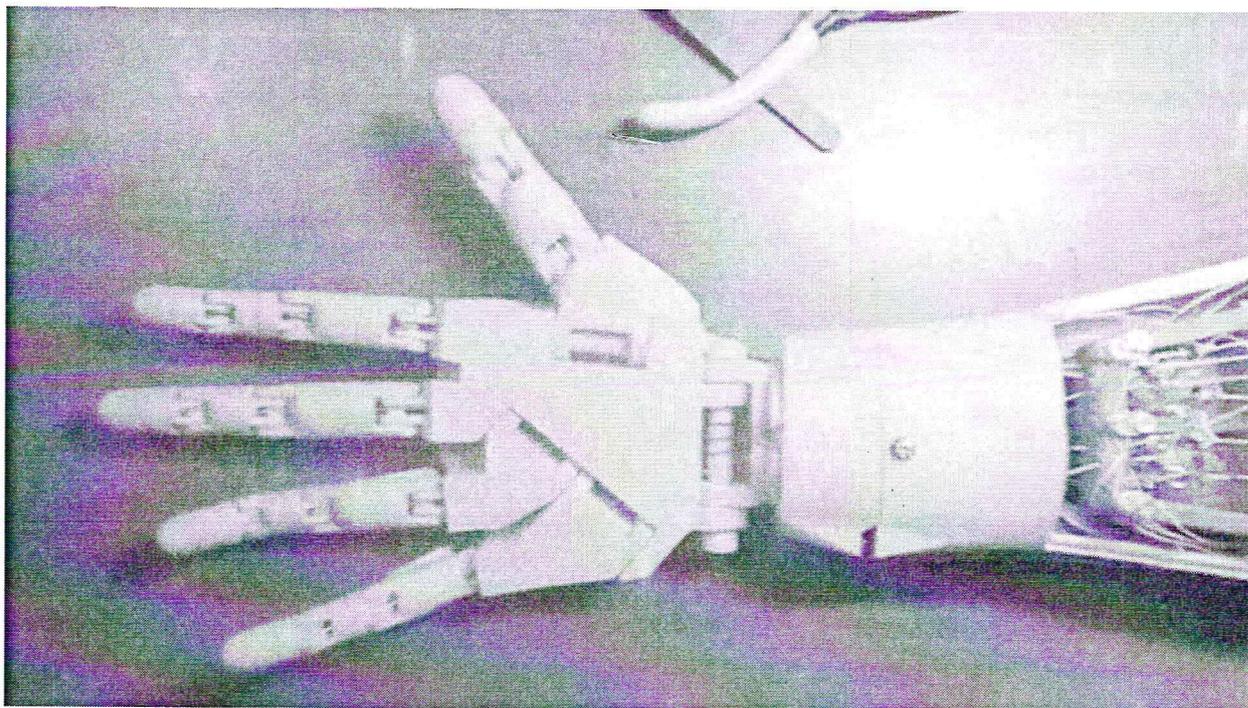


Рисунок 3 – Изображение манипулятора

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
						18
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

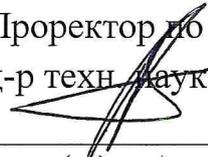
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

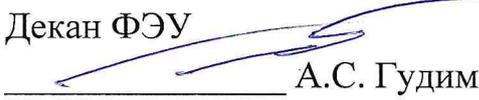

(подпись) Е.М. Димитриади
« 18 » 06 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук, профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 19 » 06 2023 г.

Декан ФЭУ


(подпись) А.С. Гудим
« 19 » 06 2023 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта
«Разработка антропоморфного манипулятора телеприсутствия повышенной
точности с функцией обратной тактильной связи»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 19 » 06 2023 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя

- Д.О. Савельев – руководителя проекта,
- К.А. Емельянов – наставник проекта,
- А.А. Иванеев – Лицей КНАГУ,
- А.Е. Ердяков – Лицей КНАГУ

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Разработка антропоморфного манипулятора телеприсутствия повышенной точности с функцией обратной тактильной связи», в составе:

1. Манипулятор
2. Экзо-перчатка
3. Паспорт

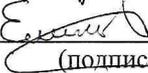
Руководитель проекта



(подпись, дата)

Д.О. Савельев

Наставник проекта



(подпись, дата)

К.А. Емельянов

Исполнители проекта

(подпись, дата)

А.А. Иванеев

(подпись, дата)

А.Е. Ердяков