


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


Работа выполнена в СКБ «Электроника и робототехника»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС


  
(подпись) Е.М. Димитриади  
« 14 » 06 20 24 г.

Декан ФЭУ

  
(подпись) А.С. Гудим  
« 14 » 06 20 24 г.

УТВЕРЖДАЮ

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

  
(подпись) А.В. Космынин  
« 14 » 06 20 24 г.

«Система управления роботизированным манипулятором для выполнения  
опасных работ с возможностью захвата движений»


Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ

  
(подпись, дата) 14.06.24


В.В. Солецкий

Руководитель проекта

  
(подпись, дата) 28.05.24

Д.О. Савельев


Исполнитель проекта

  
(подпись, дата) 28.05.24

А.Н. Клопов

Комсомольск-на-Амуре 2024

### Карточка проекта

Название	Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений	
Тип проекта	Техническое творчество (инициативный)	
Исполнитель	Студент	 А.Н. Клопов – ОПЭБ-1
Срок реализации	10.2023-05.2024	

### Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.	
WEB-Камера 1080p	2	
Raspberry pi 4	1	
Шаговый двигатель NEMA-17	3	
Драйвер TB6600	3	
Блок питания 24V DC	1	
Ramps 1.4	1	
Arduino Mega2560	1	
PLA пластик 1кг	3	

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ЗАДАНИЕ  
на разработку

Название проекта: Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата ний

Назначение: Управление промышленным манипулятором при помощи жестов

Область использования: Крупные промышленный заводы, нефтяная промышленность, химическая промышленность

Функциональное описание проекта: Оператор входит в зону работы камер фиксации положения и принимает исходную позу (руки в стороны) для сброса и калибровки координат манипулятора. Как только произошла калибровка, управление манипулятором передается оператору, который при помощи движений руки в реальном времени управляет и ром

Техническое описание устройства: Устройство должно состоять из нескольких видеокамер для точного позиционирования движений. Блока обработки данных, устройство преобразования данных движения рук в управляющие команды для манипулятора.

План работ:

Наименование работ	Срок
Сборка информации и поиск материалов	11.2023
Закупка материала	12.2023
Разработка программной части	01.2024
Разработка электронной части	02.2024
Сборка электронной части	03.2024
Сборка конструкции	04.2024
Тестирование готового изделия	05.2024
Написание ККД	05.2024

Комментарии:

---

---

---

---

---

Перечень графического материала:

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


---

---

---

---

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

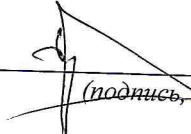
Д.О. Савельев

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

## ПАСПОРТ

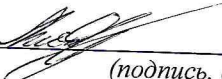
«Система управления роботизированным манипулятором для  
выполнения опасных работ с возможностью захвата движений»

Руководитель проекта

  
28.05.24  
(подпись, дата)

Д.О. Савельев

Исполнитель проекта

  
28.05.24  
(подпись, дата)

А.Н. Клопов

Комсомольск-на-Амуре 2024

## 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 захвата движений .....	11
4.2	Основные технические характеристики блока двигателей .....	11
5	Устройство и описание работы изделия .....	12
5.1	Устройство изделия .....	12
6	Условия эксплуатации .....	13
6.1	Правила и особенности размещения изделия .....	13
6.2	Меры безопасности.....	13
6.3	Правила хранения и транспортирования.....	14
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	15

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		6

## **1 Общие положения**

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений» (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 – «Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений».

### **1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия**

Проектирование «Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

### **1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия**

Заказчиком проекта «Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по

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

адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителями проекта «Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений» являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро «Электроника и робототехника» (далее СКБ), студент группы ОПЭБ-1, Клопов А.Н.

#### **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.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		8



## **2 Назначение и принцип действия**

### **2.1 Назначение изделия**

Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений – это система предназначенная для захвата движений рук человека и передачи их на исполняющее устройство (манипулятор)

### **2.2 Области использования изделия**

Система может применяться на предприятиях где недопустим прямой контакт оператора с рабочей средой.

### **2.3 Принцип действия изделия**

Система в режиме реального времени делает покадровую съемку окружения, определяет на снимках человека и при помощи специальных алгоритмов находит руку и разбивает ее на скелет с суставами. Математические алгоритмы рассчитывают углы между костями скелета и преобразуют их в координаты в пространстве. Полученные координаты адаптируются под систему координат манипулятора и преобразовываются в управляющих сигнал, который в последствии отвечает за корректное перемещение манипулятора.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		9

### 3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Камеры захвата движений
- Блок обработки
- Инструкция для пользователя
- Паспорт.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		10

## 4 Технические характеристики

### 4.1 Основные технические характеристики блока захвата движений

Основные технические характеристики блока захвата движений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока захвата движений

Наименование параметра	Значение
Разрешение камер, p	1080
Минимальное количество камер, шт	2
Максимальное количество камер, шт	6
Минимально требуемое освещение, люмен/м <sup>2</sup>	250
Максимально допустимое освещение, люмен/м <sup>2</sup>	600
Интерфейсы	USB
Питание, В	5
Габариты, мм	100x100
Масса нетто, кг	1

### 4.2 Основные технические характеристики блока двигателей

Основные технические характеристики блока двигателей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики блока двигателей

Наименование параметра	Значение
Максимальная грузоподъемность, кг	5
Питание, В	220
Габариты, мм	200x200
Масса нетто, кг	4

## 5 Устройство и описание работы изделия

### 5.1 Устройство изделия

Изделие состоит из видеокамер, микрокомпьютера, микроконтроллера и шаговых двигателей.

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

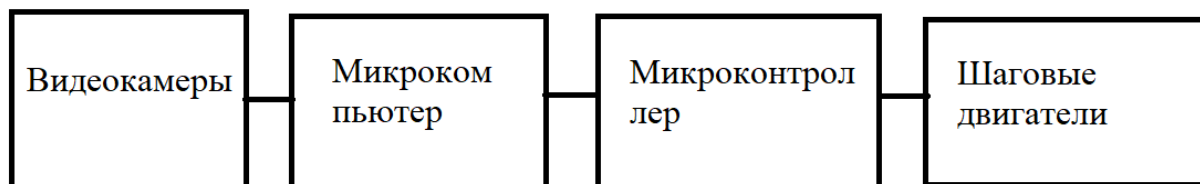


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

### 5.2 Описание работы изделия

Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений – это система, предназначенная для захвата движений человека и последующем управлении манипулятором. Для начала использования системы необходимо включить ее, подав питание на блок обработки и блок управления. После включение оператору необходимо встать между всеми камерами и развести руки в сторону для калибровки. После калибровки устройство готово к работе. Для управления необходимо перемещать правую руку в необходимое положения, для осуществления сжатия и разжатия захвата, необходимо сжимать и разжимать кулак руки. Все перемещения манипулятора выполняются, пока левая рука находится параллельно полу, как только рука отходит от этого положения, включаются электротормоза в приводах манипулятора, которые не позволяют перемещать его. При необходимости более точной подстройки положения манипулятора или егозахвата можно использовать джойстик независимо от положения рук.

Работа системы захвата приведена в Приложении А.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		12

## 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;

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		13

- 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  $20 \pm 5$  °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.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		14

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

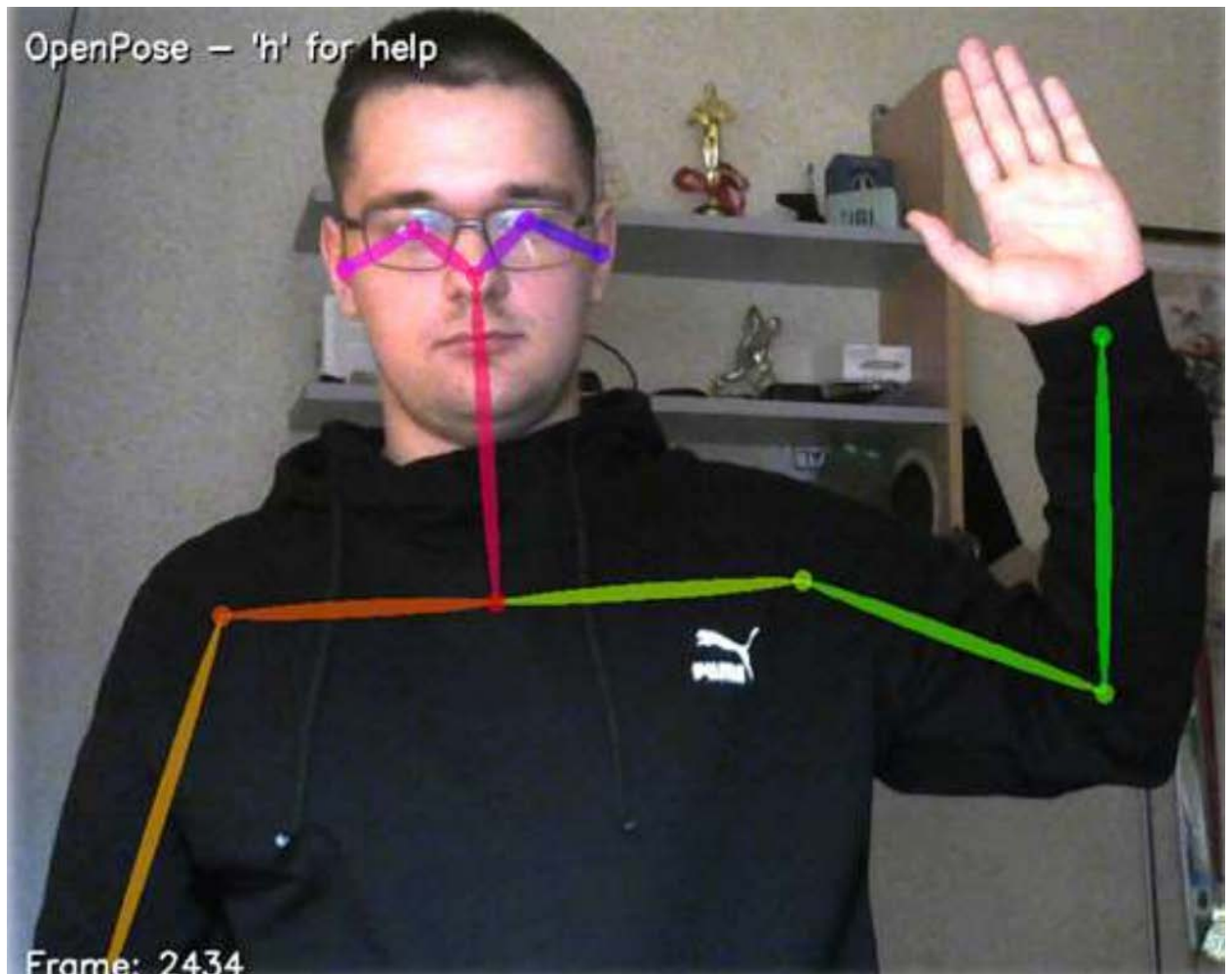


Рисунок А1 – Разбиение фотографии человека на скелет с суставами

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



Рисунок А2 – Построение скелета человека в реальном времени.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		16




Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

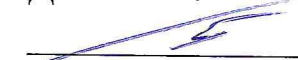
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНИПКРС

  
(подпись) Е.М. Димитриади

« 14 » 06 20 24 г.

Декан ФЭУ

  
(подпись) А.С. Гудим

« 14 » 06 20 24 г.

УТВЕРЖДАЮ

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

  
(подпись) А.В. Космынин

« 14 » 06 20 24 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта  
«Система управления роботизированным манипулятором для выполнения  
опасных работ с возможностью захвата движений»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 28 » 07 20 24 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- В.В. Солецкий – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

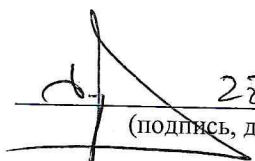
со стороны исполнителя

- Д.О. Савельев – руководителя проекта,
- А.Н. Клопов ОПЭБ-1 – исполнитель проекта,

«Исполнитель» передает проект «Система управления роботизированным манипулятором для выполнения опасных работ с возможностью захвата движений», в составе:

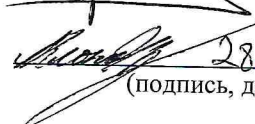
1. видеочамеры;
2. блок обработки движений;
3. исполняющее устройство;
4. паспорт.

Руководитель проекта

  
28.05.24  
(подпись, дата)

Д.О. Савельев

Исполнитель проекта

  
28.05.24  
(подпись, дата)

А.Н. Клопов