

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭТФ

_____ А.С. Гудим

«___» _____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ПЭ

_____ Д.А. Киба

«___» _____ 2019 г.

Аппаратно-программный комплекс

«4-х осевой манипулятор»

Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ

Подпись/дата

Ю.С. Иванов

Ответственный исполнитель

Подпись/дата

А.О. Недоедко

Комсомольск-на-Амуре 2019

Карточка проекта

Название	Аппаратно-программный комплекс «4-х осевой манипулятор»
Тип проекта	<u>В рамках конкурса</u> (инициативный, по заказу, в рамках конкурса, учебная работа, другое)
Исполнители	<u>Недоедко А.О. – 7ПЭб-1</u> ответственный исполнитель <u>Суханова А.Н. – 8ПЭб-1</u>
Срок реализации	<u>02.2019-03.2019</u> Месяц, год

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт
Arduino Uno	2
Передатчик MX-05V	1
Приемник XD-RF-5V	1
Резистор 10 кОм	3
Серводвигатель MG996R	5
Ртутный датчик наклона	1
Датчик изгиба	4
Блок питания 5V	1
Крона	2
Camera Wi-Fi	1
Резистивный датчик давления	2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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



ЗАДАНИЕ на разработку

Выдано студентам:

Недоедко А.О. – 7ПЭб-1, Суханова А.Н. – 8ПЭб-1_____

Название проекта:

Аппаратно-программный комплекс «4-х осевой манипулятор»_____

Назначение: устройство, предназначенное для работы с химическими веществами на удалённом расстоянии_____

Область использования:

Изделие может применяться в химических лабораториях_____

Функциональное описание устройства:

Работник управляет изделием, находясь на безопасном расстоянии или в соседнем помещении, при помощи манипуляции специальной перчатки. Манипулятор может смешивать химические вещества, а так же передвигать предметы на небольшие расстояния._____

Техническое описание устройства: _____

Два отдельных блока каждым из которых управляет МК типа Arduino. Блок манипулятора: 5 сервоприводов, которые поворачивают металлические крепления заставляя изделие двигаться. Блок перчатки: питается от батарейки типа крона, на перчатке установлены датчики изгиба и датчик наклона, при сгибании датчиков изгиба или при изменении положения датчика наклона по радиоканалу передаются данные на манипулятор заставляя его двигаться. Чтобы колба не разбилась от сжатия на изделия имеются резистивные датчики давления, закреплённые на оси захвата, при получении сигнала от которых сжатие останавливается. Все перемещения манипулятора снимает Wi-Fi камера и передает изображение на монитор. Монитор может находиться в другом помещении, откуда оператор будет наблюдать за действиями манипулятора. _____

Требования:

4-х осевой манипулятор должен быть безопасным, надежным, мобильным, иметь высокую точность перемещения. _____

План работ:

Наименование работ	Срок
Разработать структурную схему	02.2019
Определить список комплектующих	02.2019
Собрать прототип на макетной плате	02.2019
Составить блок-схемы и написать программы	02.2019
Разработать плату расширения	02.2019
Собрать опытный образец	03.2019
Составить паспорт	03.2019
Провести испытания и демонстрацию готового изделия	03.2019

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема перчатки _____
2. Принципиальная схема блока манипулятора _____
3. Блок-схемы работы изделия _____
4. Чертежи изделия _____
5. Внешний вид изделия _____

Руководитель проекта

Ю.С. Иванов

Подпись/дата

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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



ПАСПОРТ

Аппаратно-программный комплекс

«4-х осевой манипулятор»

Руководитель СКБ

Ю.С. Иванов

Подпись/дата

Ответственный исполнитель

А.О. Недоедко

Подпись/дата

Комсомольск-на-Амуре 2019

Содержание

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

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						2
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 «4-х осевой манипулятор» (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 системы – аппаратно-программный комплекс «4-х осевой манипулятор» (АПК ОМ).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

Создание АПК ОМ осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания АПК ОМ является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 27.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						3
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		

Исполнителями работ по созданию АПК ОМ являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро электротехнического факультета (далее СКБ ЭТФ), студент группы 7ПЭБ-1, Недоедко Александр Олегович и студентка группы 8ПЭБ-1, Суханова Алина Николаевна.

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.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		4

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

4-х осевой манипулятор – устройство, предназначенное для работы с химическими веществами.

В состав изделия входят: перчатка, манипулятор, Wi-Fi камера, блок питания.

2.2 Области использования изделия

Изделие может применяться в химических лабораториях.

2.3 Принцип действия

Работник находясь на безопасном расстоянии или в соседнем помещении при помощи манипуляций специальной перчаткой управляет изделием. Для наблюдения за установкой используется Wi-Fi камера, передающая изображение на монитор, через который работник следит за движениям манипулятора.

Манипулятор может смешивать химические вещества, а так же передвигать предметы на небольшое расстояние.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						5
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Стационарный блок манипулятора.
- Специальная перчатка.
- Блок питания.
- Wi-Fi камера.
- Паспорт.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						6
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики блока манипулятора

Основные технические характеристики блока манипулятора приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики манипулятора

Наименование параметра	Значение
Интерфейсы	USB A-B
Питание, В	5
Частота радиопередачи, МГц	433
Диаметр области считывания, мм	15
Кнопка выключения	есть
Длина шнура питания, м	1,5
Габариты, мм	200*110*400
Масса нетто, кг	1,5

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		7

4.2 Основные технические характеристики специальной перчатки

Основные технические характеристики специальной перчатки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики специальной перчатки

Наименование параметра	Значение
Частота радиопередачи, Мгц	433
Питание, В	5
Кнопка выключения	есть
Габариты, мм	200*100*30
Масса нетто, кг	0,2

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Изделие состоит из двух независимых блоков: блока перчатки и блока манипулятора. Блок перчатки - это перчатка, с прикреплёнными к ней датчиками изгиба и датчиком наклона, данные передаются по радиосвязи на блок манипулятора. Блок манипулятора – это металлическое изделие с двумя резистивными датчиками давления и пятью сервоприводами, которые изменяют положение металлической конструкции. Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

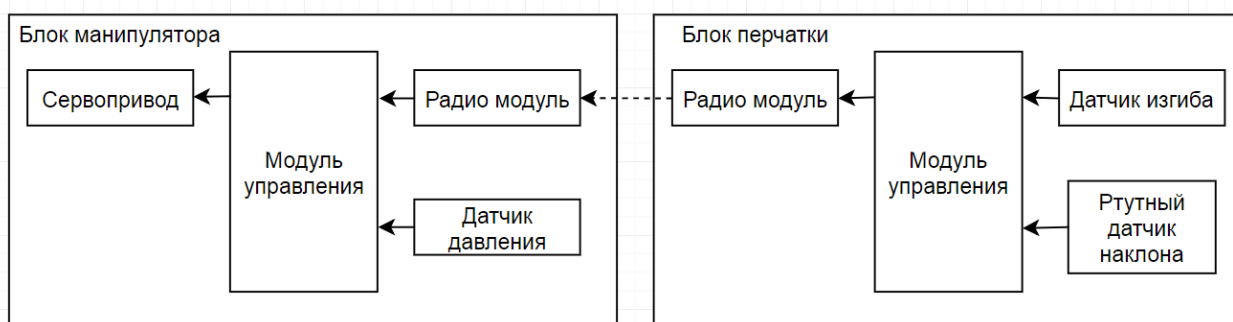


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

Управление перчаткой выполняется микроконтролером Arduino UNO. Перчатка имеет кнопку включения. Так же на ней закреплены датчики изгиба и датчик наклона. Передача данных осуществляется по радиоканалу на частоте 433 МГц. Напряжение питания 9 В от батарейки типа «Крона». Принципиальная схема перчатки представлена в Приложении А.

Управление блоком руки выполняется микроконтролером Arduino UNO. Блок имеет сервоприводы MG996R, которые поворачиваясь изменяют положение металлических креплений таким образом, чтобы манипулятор мог захватить химическую колбу или небольшой предмет. Чтобы колба не разбилась, на оси захвата закреплены резистивные датчики давления.

5.2 Описание работы изделия

Перед началом использования изделия необходимо установить блок манипулятора на ровную устойчивую поверхность. Надеть на руку специальную перчатку.

Подать напряжение на Arduino UNO нажав кнопку питания. Отдельно подать напряжение на сервоприводы через блок питания при включении они должны принять исходное положение. Установить батарейку типа «Крона» в перчатку. Включить перчатку кнопкой включения.

Сотрудник сгибает один из пальцев, тем самым сгибая один из датчиков изгиба, по радиоканалу, на частоте 433 МГц, передаётся команда на Arduino UNO которая находится на манипуляторе. Arduino считывает полученную команду и поворачивает серву привязанную к определённому датчику изгиба, так же при повороте кисти руки срабатывает ртутный датчик наклона и изделие выполняет похожую операцию поворачивая ось захвата. Wi-Fi камера снимает движения манипулятора и передаёт на монитор находящийся в другом помещении, откуда оператор следит за действиями манипулятора. Блок-схемы работы управляющих программ приведены в Приложении А.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						10
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

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

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;

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						11
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;
- 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 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80%.

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

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						12
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

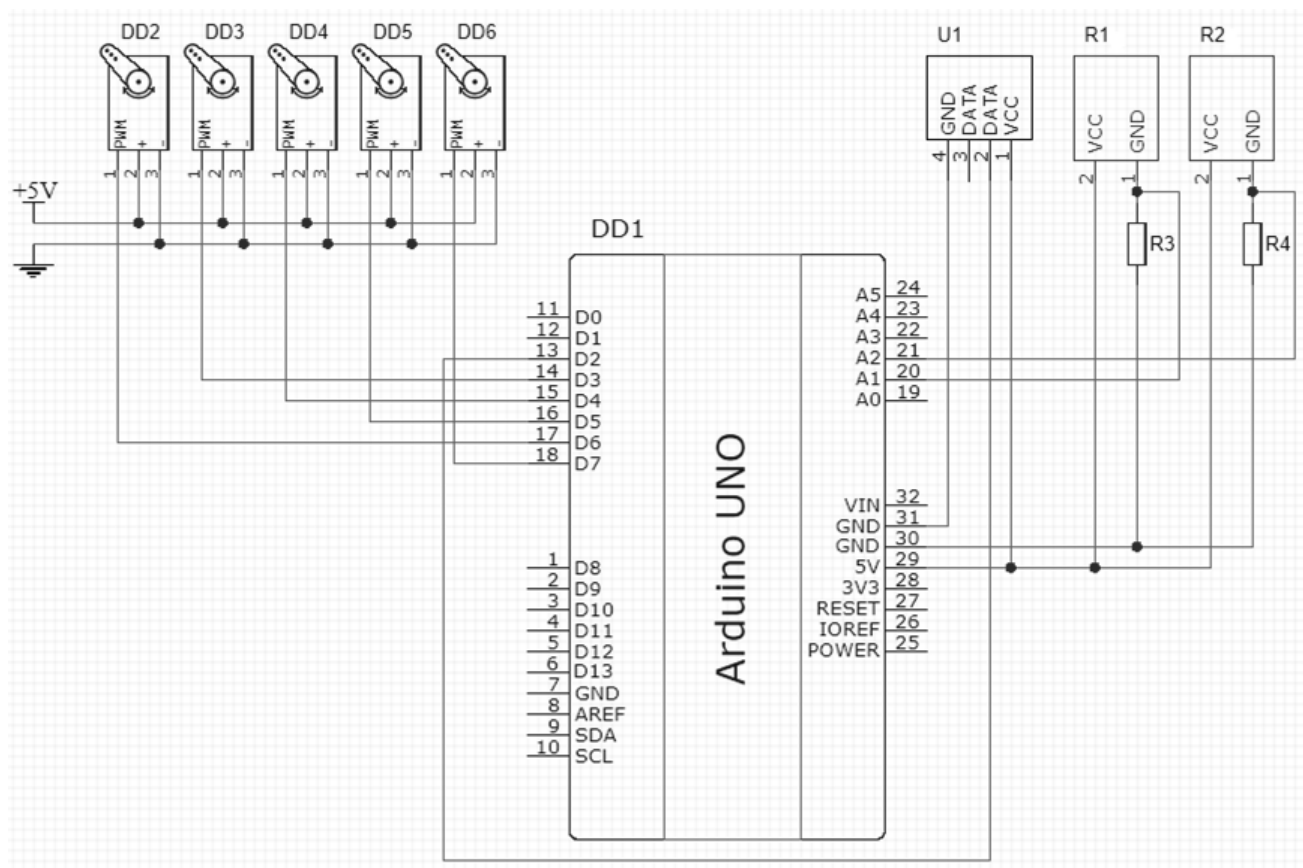


Рисунок А1 – Принципиальная схема блока манипулятора

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхемы</u>		
DD1	Arduino UNO	1	
DD2-DD6	Серводвигатель MG996R	5	
	<u>Источники питания</u>		
GB1	Блок питания 5 Вольт, 2 А	1	
	<u>Устройства связи</u>		
U1	Приемник МХ-05V	1	
	<u>Датчики</u>		
R1, R2	Резистивный датчик давления	2	
	<u>Резисторы</u>		
R3, R4	0,25 Вт, 5%, 10 кОм \pm 10 %	2	

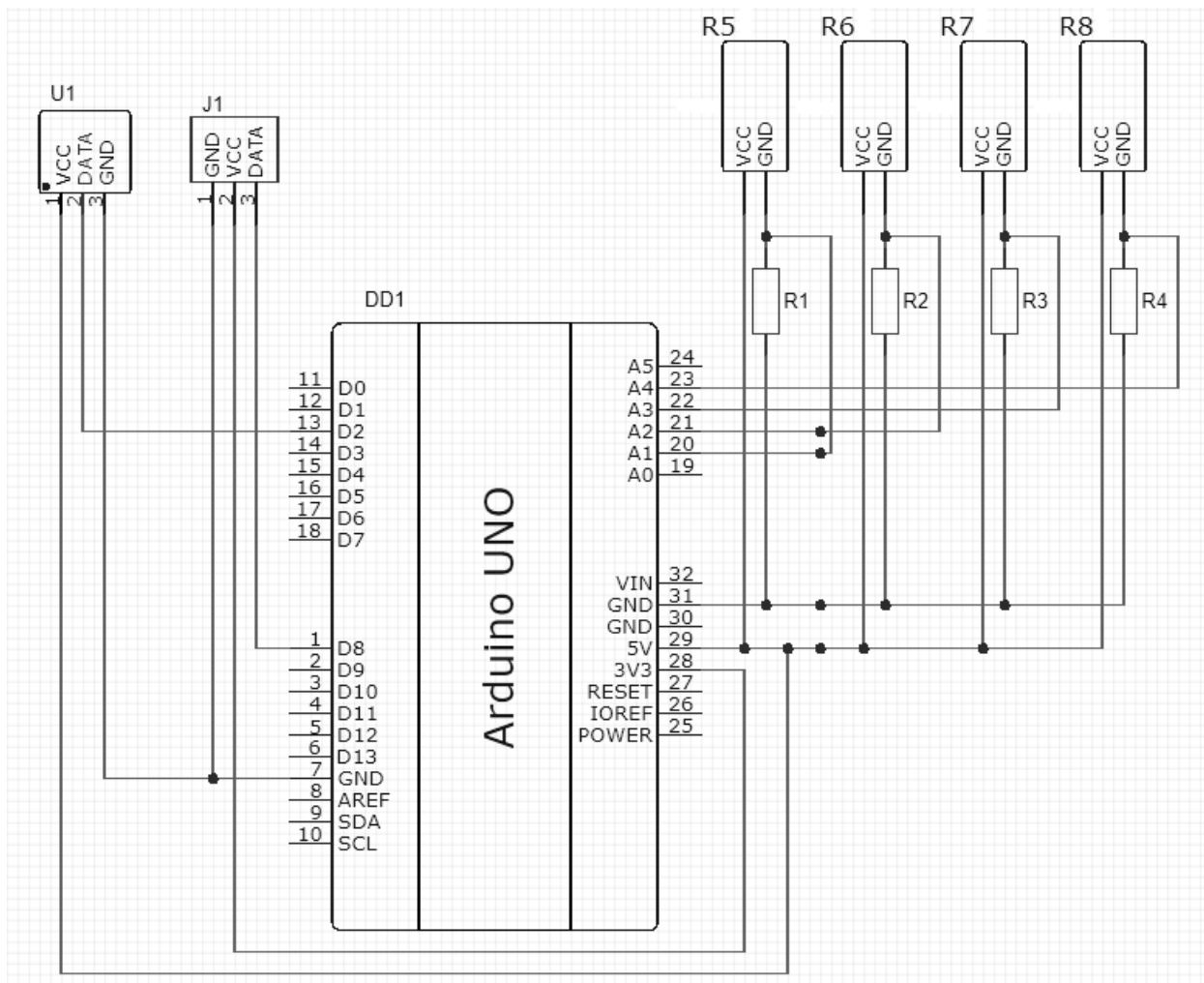


Рисунок А2 – Принципиальная схема блока перчатки



Рисунок А3 – Распайка блока перчатки

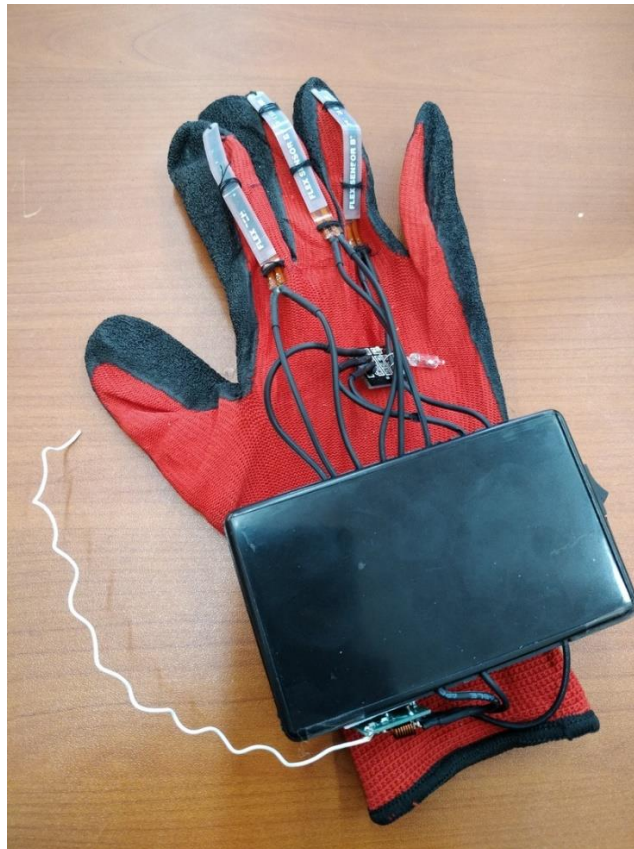


Рисунок А4 – Внешний вид блока перчатки

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		17

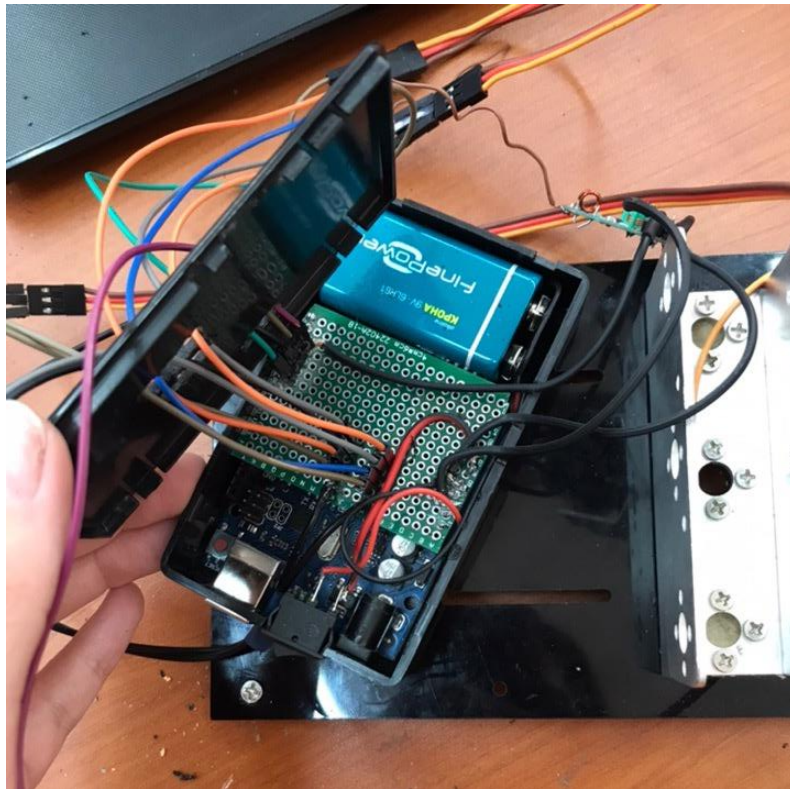


Рисунок А5 – Внешний вид блока манипулятора



Рисунок А6 – Внешний вид блока манипулятора

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		18

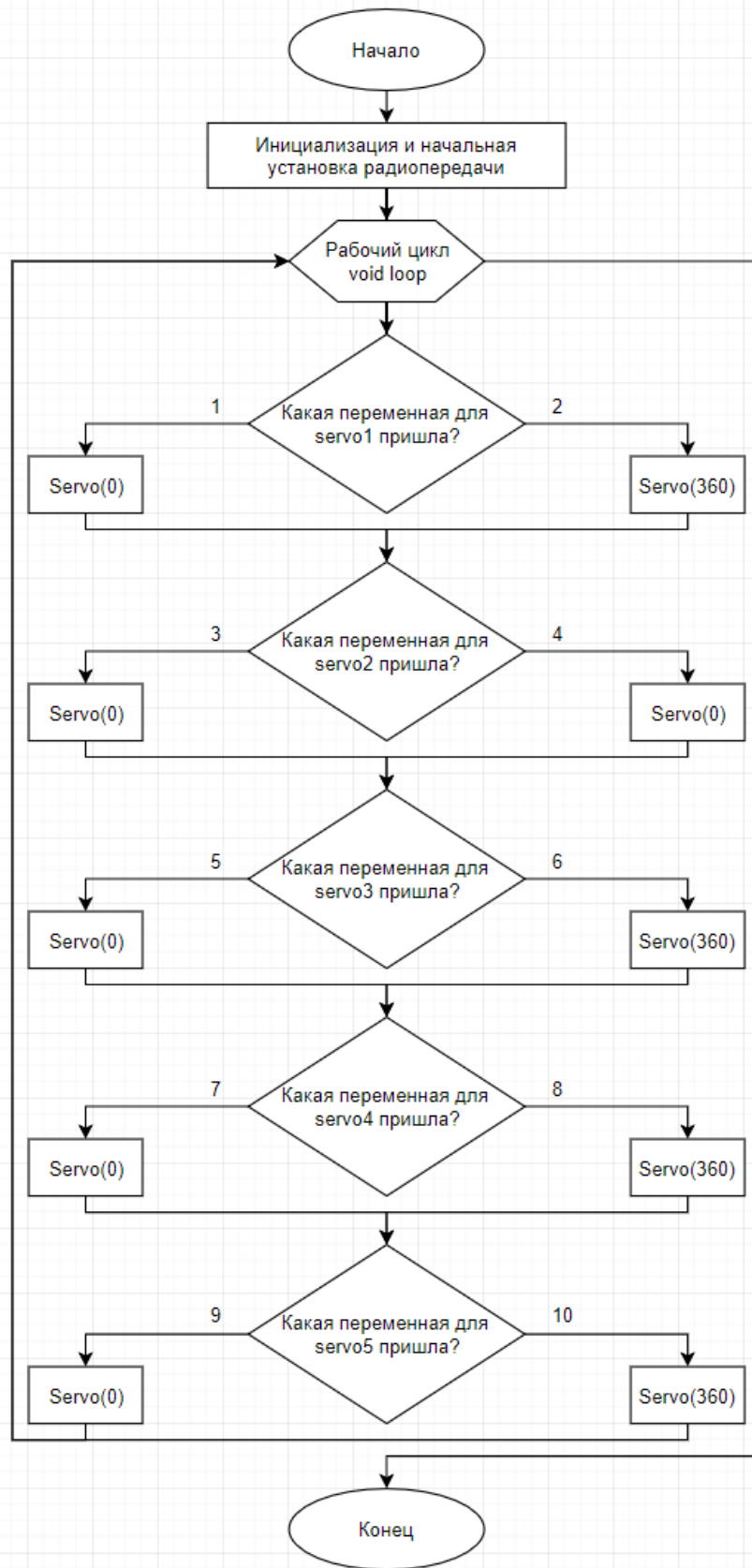


Рисунок А8 – Блок-схема управляющей программы блока манипулятора

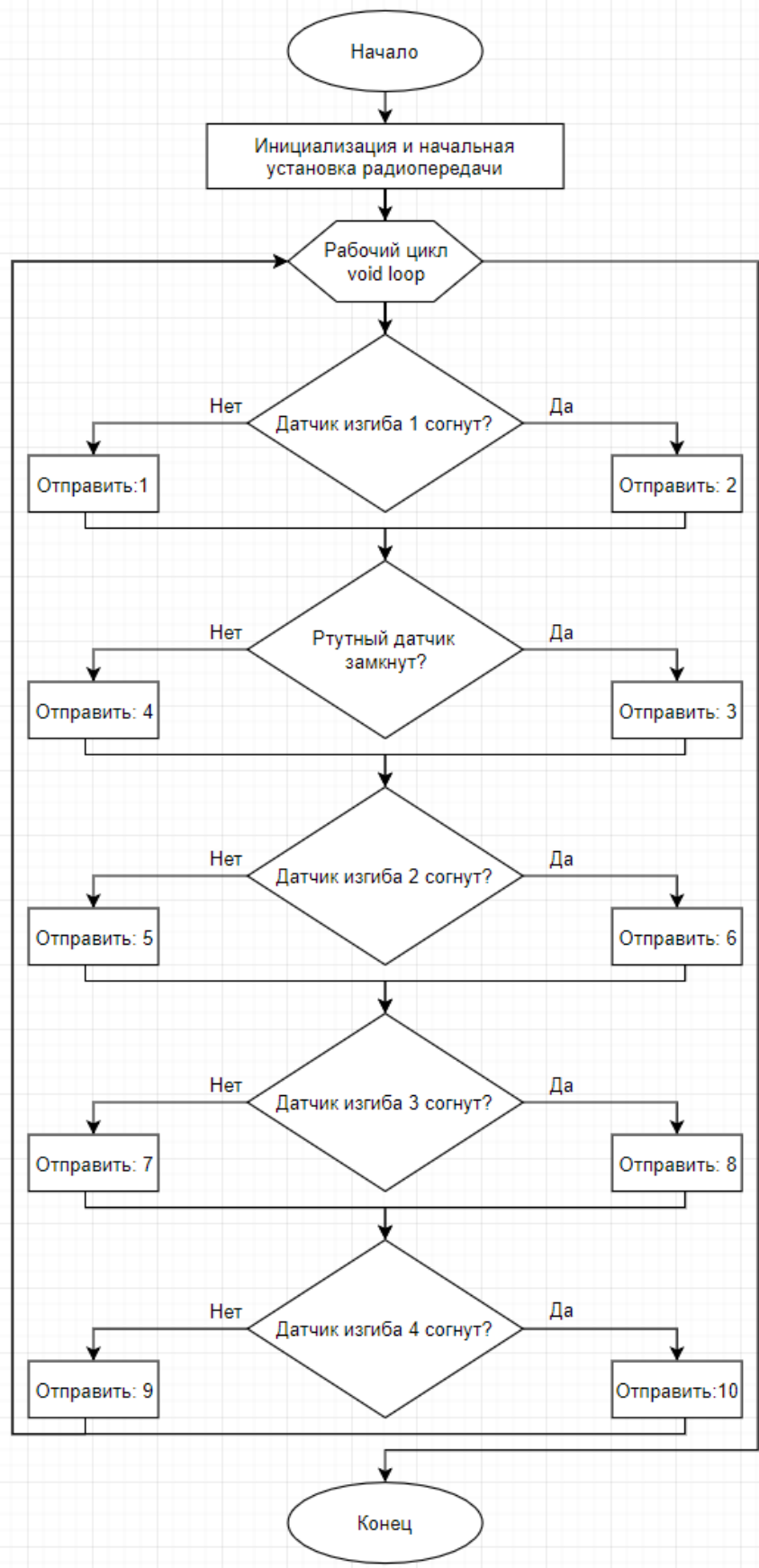


Рисунок А9 – Блок-схема управляющей программы блока перчатки

Листинг управляющей программы блока манипулятора

```
#include <RCSwitch.h> //подключаем библиотеку для работы с радиомодулем
#include <Servo.h> //используем библиотеку для работы с сервоприводом

RCSwitch mySwitch = RCSwitch(); //объявляем переменную, которая принимает данные

Servo servo1; //объявляем первый сервопривод
Servo servo2; //объявляем второй сервопривод
Servo servo3; //объявляем третий сервопривод
Servo servo4; //объявляем четвертый сервопривод
Servo servo5; //объявляем пятый сервопривод

void setup() {
  Serial.begin(9600); //скорость передачи данных в монитор порта
  servo1.attach(6); //определяем пин для первой сервы
  servo2.attach(3); //определяем пин для второй сервы
  servo3.attach(4); //определяем пин для третьей сервы
  servo4.attach(5); //определяем пин для четвертой сервы
  servo5.attach(7); //определяем пин для пятой сервы
  mySwitch.enableReceive(0);
}

void loop() {
  if( mySwitch.available() ){ //возвращает истину, если передатчик принял хоть какие-то данные
    int value = mySwitch.getReceivedValue(); //присваиваем полученное число переменной value
    Serial.println(value); //выводим полученные данные в монитор порта
    { //если приходит 1, первый сервопривод поворачивается на 0 градусов
      if( value == 1 ){
        servo1.write(0);
      } //если приходит 2, первый сервопривод поворачивается на 360 градусов
      if( value == 2 ){
        servo1.write(360);
      }
      delay(50); //задержка
    }

    { //если приходит 3, второй сервопривод поворачивается на 0 градусов
      if( value == 3 ){
        servo2.write(0);
      } //если приходит 4, второй сервопривод поворачивается на 360 градусов
      if( value == 4 ){
```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		21

```

servo2.write(360);
}
delay(50); //задержка
}

{ //если приходит 5, третий сервопривод поворачивается на 0 градусов
  if( value == 5 ){
    servo3.write(0);
  } //если приходит 6, третий сервопривод поворачивается на 360 градусов
  if( value == 6 ){
    servo3.write(360);
  }
  delay(50); //задержка
}

{ //если приходит 7, четвертый сервопривод поворачивается на 0 градусов
  if( value == 7 ){
    servo4.write(0);
  } //если приходит 8, четвертый сервопривод поворачивается на 360 градусов
  if( value == 8 ){
    servo4.write(360);
  }
  delay(50); //задержка
}

{ //если приходит 9, пятый сервопривод поворачивается на 0 градусов
  if( value == 9 ){
    servo5.write(0);
  } //если приходит 10, пятый сервопривод поворачивается на 360 градусов
  if( value == 10 ){
    servo5.write(360);
  }
  delay(50); //задержка
}

mySwitch.resetAvailable();
}
}

```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		22

Листинг управляющей программы блока перчатки

```
#include <RCSwitch.h> //подключаем библиотеку для работы с радиомодулем
RCSwitch mySwitch = RCSwitch(); //объявляем переменную, которая передает данные

unsigned int f1; //объявляем первый датчик изгиба
unsigned int f2; //объявляем второй датчик изгиба
unsigned int f3; //объявляем третий датчик изгиба
unsigned int f4; //объявляем четвертый датчик изгиба

void setup() {
  Serial.begin(9600); //скорость передачи данных в монитор порта
  pinMode(8, INPUT); //принимаем сигнал от ртутного датчика
  mySwitch.enableTransmit(2); //объявляем пин передатчика
}

void loop() {
  {
    f1=analogRead(1); //пин для работы с первым датчиком изгиба
    Serial.println(f1); //передаём показания датчика в монитор порта
    //если первый датчик изгиба разогнут, передаем 1
    if(f1<30)
    {
      mySwitch.send(1, 4);
    } //если первый датчик изгиба согнут, передаем 2
    if(f1>30)
    {
      mySwitch.send(2, 4);
    }
  }

  { //контакт ртутного датчика замкнут, передаем 3
    if (digitalRead(8) == 1)
    {
      mySwitch.send(3, 4);
    } //контакт ртутного датчика разомкнут, передаем 4
    if (digitalRead(8) == 0)
    {
      mySwitch.send(4, 4);
    }
  }
}
```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		23

```

{
    f2=analogRead(2); //пин для работы со вторым датчиком изгиба
    Serial.println(f2); //передаём показания датчика в монитор порта
    //если второй датчик изгиба разогнут, передаем 5
    if(f2>30)
    {
        mySwitch.send(5, 4);
    } //если второй датчик изгиба согнут, передаем 6
    if(f2<30)
    {
        mySwitch.send(6, 4);
    }
}

{
    f3=analogRead(3); //пин для работы с третим датчиком изгиба
    Serial.println(f3); //передаём показания датчика в монитор порта
    //если третий датчик изгиба разогнут, передаем 7
    if(f3>30)
    {
        mySwitch.send(7, 4);
    } //если третий датчик изгиба согнут, передаем 8
    if(f3<30)
    {
        mySwitch.send(8, 4);
    }
}

{
    f4=analogRead(4); //пин для работы с четвертым датчиком изгиба
    Serial.println(f4); //передаём показания датчика в монитор порта
    //если четвертый датчик изгиба разогнут, передаем 9
    if(f4>30)
    {
        mySwitch.send(9, 4);
    } //если четвертый датчик изгиба согнут, передаем 10
    if(f4<30)
    {
        mySwitch.send(10, 4);
    }
}
}

```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		24

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭТФ

_____ А.С. Гудим

« ____ » _____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ПЭ

_____ Д.А. Киба

« ____ » _____ 2019 г.

АКТ

**о приемке в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса
«4-х осевой манипулятор»**

г. Комсомольск-на-Амуре

« ____ » _____ 2019 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика Ю.С. Иванов – руководитель СКБ ЭТФ, Д.А. Киба – Заведующий кафедрой ПЭ,

исполнителя А.О. Недоедко – 7ПЭб-1, А.Н. Суханова – 8ПЭб-1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает аппаратно-программный комплекс «4-х осевой манипулятор», в составе:

Оборудование, в составе:

- Манипулятор;
- Специальная перчатка;
- Блок питания.

Программное обеспечение, в том числе:

- Рабочие программы управления изделием.

Эксплуатационная документация:

- Паспорт изделия

Аппаратно-программный комплекс «4-х осевой манипулятор» прошел опытную эксплуатацию с « » _____ по « » _____ 2019г. и признан годным к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель СКБ

Ответственный исполнитель

_____/ Ю.С. Иванов /

_____/ А.О. Недоедко/