

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

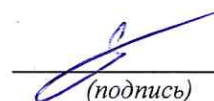
Декан ФЭУ

 А.С. Гудим

« 10 » 06 2022 г.

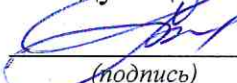
УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОНиПКРС

 В.В. Солецкий

« 10 » 06 20 22 г.

Заведующий кафедрой ЭТАПУ

 С.П. Черный

« 10 » 06 2022 г.

Система электропривода транспортного робота

Комплект конструкторской документации


Руководитель проекта

 10.06.2022

С.А. Васильченко

(подпись, дата)

Ответственный исполнитель

 10.06.2022

М.А. Лямин

(подпись, дата)

Карточка проекта

Название	Система электропривода транспортного робота
Тип проекта	Учебная работа
Исполнители	М.А. Лямин – 8МРБ-1
Срок реализации	02.2022 – 04.2022

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт
Микроконтроллер Arduino Uno	1
Драйвер двигателя A4988	2
Шаговый двигатель Nema 17	2
Аналоговый джойстик 5V Robotlinking	1
Макетная плата	1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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



ЗАДАНИЕ

на разработку

Выдано студентам: М.А. Лямин – 8МРБ-1

Название проекта: Система электропривода транспортного робота

Назначение: Изготовление системы электропривода для транспортного робота

Область использования: ВКР

Функциональное описание устройства:

Система двухдвигательного электропривода, обеспечивающего движение ма-кета транспортного робота по заданной траектории

Техническое описание устройства: _____

Два индивидуально управляемых электропривода на основе шаговых двигате-лей с типовыми силовыми драйверами и устройства программного управления на основе микроконтроллера.

Требования: Обеспечить движение макета транспортного робота по заданной траектории с ошибкой не более +5мм

План работ:


Наименование работ	Срок
Разработка принципиальной схемы электропривода	02.2022
Разработка управляющей программы для микроконтроллера	02.2022
Монтаж системы электропривода	03.2022
Оформление отчета	04.2022

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема
2. Функциональная схема
3. Блок-схема алгоритма управления
4. Чертежи изделия _____

Руководитель проекта

 10.06.2022

С.А. Васильченко

(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
«Система электропривода транспортного робота»

Руководитель проекта  10.06.2022 С.А. Васильченко
(подпись, дата)

Ответственный исполнитель  10.06.2022 М.А. Лямин
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2022

Содержание

1	Общие положения.....	8
1.1	Наименование изделия.....	8
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы.....	8
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке системы.....	8
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах.....	9
2	Назначение и принцип действия.....	10
2.1	Назначение изделия	10
2.2	Области использования изделия.....	10
2.3	Принцип действия	10
3	Состав изделия и комплектность	11
4	Технические характеристики	12
4.1	Основные технические характеристики блока мишеней.....	12
4.2	Основные технические характеристики лазерного оружия.....	13
5	Устройство и описание работы изделия	15
5.1	Устройство изделия.....	15
5.2	Описание работы изделия	17
6	Условия эксплуатации	18
6.1	Правила и особенности размещения изделия	18
6.2	Меры безопасности	19
6.3	Правила хранения и транспортирования	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	20

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Система электропривода транспортного робота» (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 «Система электропривода транспортного робота» (АПК СЭТР).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

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

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания АПК СЭТР 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. 17.

					СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		8

Исполнителем работ по созданию АПК СЭТР является Конструктор студенческого конструкторского бюро (далее СКБ), студент группы 8МРБ-1, М.А. Лямин.

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.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		9

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

АПК СЭТР – служит для изготовления системы электропривода для транспортного робота

В состав изделия входят:

Микроконтроллер Arduino Uno – 1 шт;

Драйвер двигателя А4988 – 2 шт;

Шаговый двигатель Nema 17 – 2 шт;

Аналоговый джойстик 5V Robotlinking – 1 шт;

Макетная плата – 1 шт.

2.2 Области использования изделия

Изделие будет применяться в рамках выполнения ВКР

2.3 Принцип действия

Разработанный АПК служит для тестирования ручного режима разрабатываемой в рамках дипломной работы системы управления транспортным роботом. При отклонении джойстика из нейтрального положения программа на микроконтроллере отслеживает значение отклонения и ось по которой оно происходит. Если джойстик отклонён по оси X, то транспортный робот начинает линейное движение в сторону отклонения джойстика. Если джойстик отклонён по оси Y транспортный робот совершает поворот в сторону отклонения джойстика.

					СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		10

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Микроконтроллер Arduino Uno – 1 шт;
- Драйвер двигателя A4988 – 2 шт;
- Шаговый двигатель Nema 17 – 2 шт;
- Аналоговый джойстик 5V Robotlinking – 1 шт;
- Макетная плата – 1 шт.
- Набор соединительных проводников
- Блоки питания с напряжением 5 В и 12 В
- Паспорт.

					СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		11

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики блока Arduino Uno

Основные технические характеристики микроконтроллера Arduino Uno приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики микроконтроллера Arduino Uno

Наименование параметра	Значение
Микроконтроллер	ATmega328
Рабочее напряжение	5 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12 В
Входное напряжение (предельное)	6-20 В
Цифровые Входы/Выходы	14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ)
Аналоговые входы	6
Постоянный ток через вход/выход	40 мА
Постоянный ток для вывода 3.3 В	50 мА
Флеш-память	32 Кб (ATmega328) из которых 0.5 Кб используются для загрузчика
ОЗУ	2 Кб (ATmega328)
EEPROM	1 Кб (ATmega328)
Тактовая частота	16 МГц

4.2 Основные технические характеристики двигателя Nema 17

Основные технические характеристики шагового двигателя Nema 17 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики шагового двигателя Nema 17

Наименование параметра	Значение
рабочее напряжение	12V DC (12 В постоянного тока)
угол за один шаг (Step Angle)	1.8 градуса
число фаз	4
длина двигателя	1.54 дюйма
диапазон рабочих температур	от -10 до 40 °С
удерживающий крутящий момент	22.2 oz-in

4.3 Основные технические характеристики драйвера A4988

Основные технические характеристики драйвера A4988 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики драйвера A4988

Наименование параметра	Значение
Напряжения питания	8-35 В
Режим микрошага	1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16
Напряжение логики	3-5.5 В
Максимальный ток на фазу	1 А без радиатора; - 2 А с радиатором
Размер	20 x 15 мм
Вес без радиатора	2 г

4.4 Основные технические характеристики аналогового джойстика 5V Robotlinking

Основные технические характеристики аналогового джойстика 5V Robotlinking приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики аналогового джойстика 5V Robotlinking

Наименование параметра	Значение
Напряжения питания	3.0...5,5 В
Выходной сигнал	цифровой (кнопка) и аналоговый (оси X и Y)
Размеры	26 мм x 40 мм x 22 мм

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Блок 1 – Источник питания на 12 V представляющий собой аккумуляторную сборку из трёх подключенных последовательно литий-ионных аккумуляторов LIR18650 на 3.7 V с заявленной ёмкостью 2600 мАч.

Блок 2 – Понижающий стабилизатор напряжения питания до 5V представляющий собой микросхему L7805CV-DG линейный стабилизатор напряжения серии L78.

Блок 3 – Микроконтроллер Arduino Uno - это устройство на основе микроконтроллера ATmega328. В его состав входит: 14 цифровых входов/выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса.

Блок 4 – Шаговый двигатель Nema 17 – двигатель постоянного тока, в котором перемещение ротора происходит небольшими дискретными шагами. Данный двигатель имеет 6 подводящих проводов и работает от напряжения 12V. В данном проекте двигатель работает в режиме 1/16 шага, в котором за 1 шаг ротор поворачивается на 0.1125°

Блок 5 – Модуль драйвера шагового двигателя A4988 предназначен для управления работой шагового двигателя Nema 17 и другими аналогичными биполярными (двухполюсными) шаговыми двигателями. Этот модуль имеет встроенный транслятор (преобразователь), что позволяет ему управлять и скоростью, и направлением вращения шаговых двигателей, используя для этого небольшое число контактов.

Блок 6 – Аналоговый джойстик 5V Robotlinking имеет пять выводов: GND, +5V, VRX, VRY, SW. Выводы GND и +5V - заземление и питание на 5В. Выводы VRX и VRY подключаются к аналоговым выводам микроконтроллера

					СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		15

и отвечают за координаты по оси X и Y в диапазоне от 0 до 1023. Вывод SW подключается к цифровому выводу микроконтроллера и позволяет определить нажатие кнопки джойстика.

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

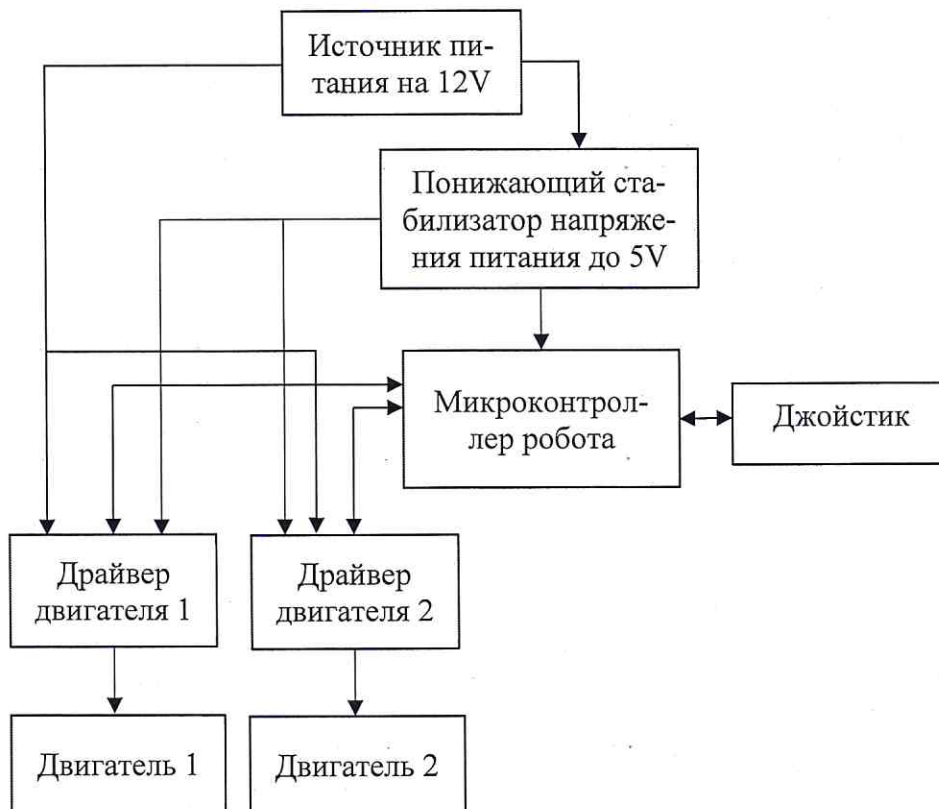


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

5.2 Описание работы изделия

Макет предназначен для тестирования системы управления транспортного робота.

Запуск производить на ровной поверхности без значительных перепадов высоты.

На траектории движения не должно быть препятствий.

Перед запуском необходимо удостовериться в правильности подключения логических и питающих коннекторов.

Запуск производится нажатием кнопки подачи питания.

Для изменения траектории движения необходимо:

- отключить питание
- отсоединить все коннекторы от микроконтроллера
- подключить микроконтроллер USB кабелем к ПК с установленной средой программирования Arduino IDE и загрузить отреактивированный код программы.

При эксплуатации не допускать механических перегрузок.

Блок-схемы работы управляющих программ приведены в Приложении А.

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

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.

					СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		18

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;
- 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.

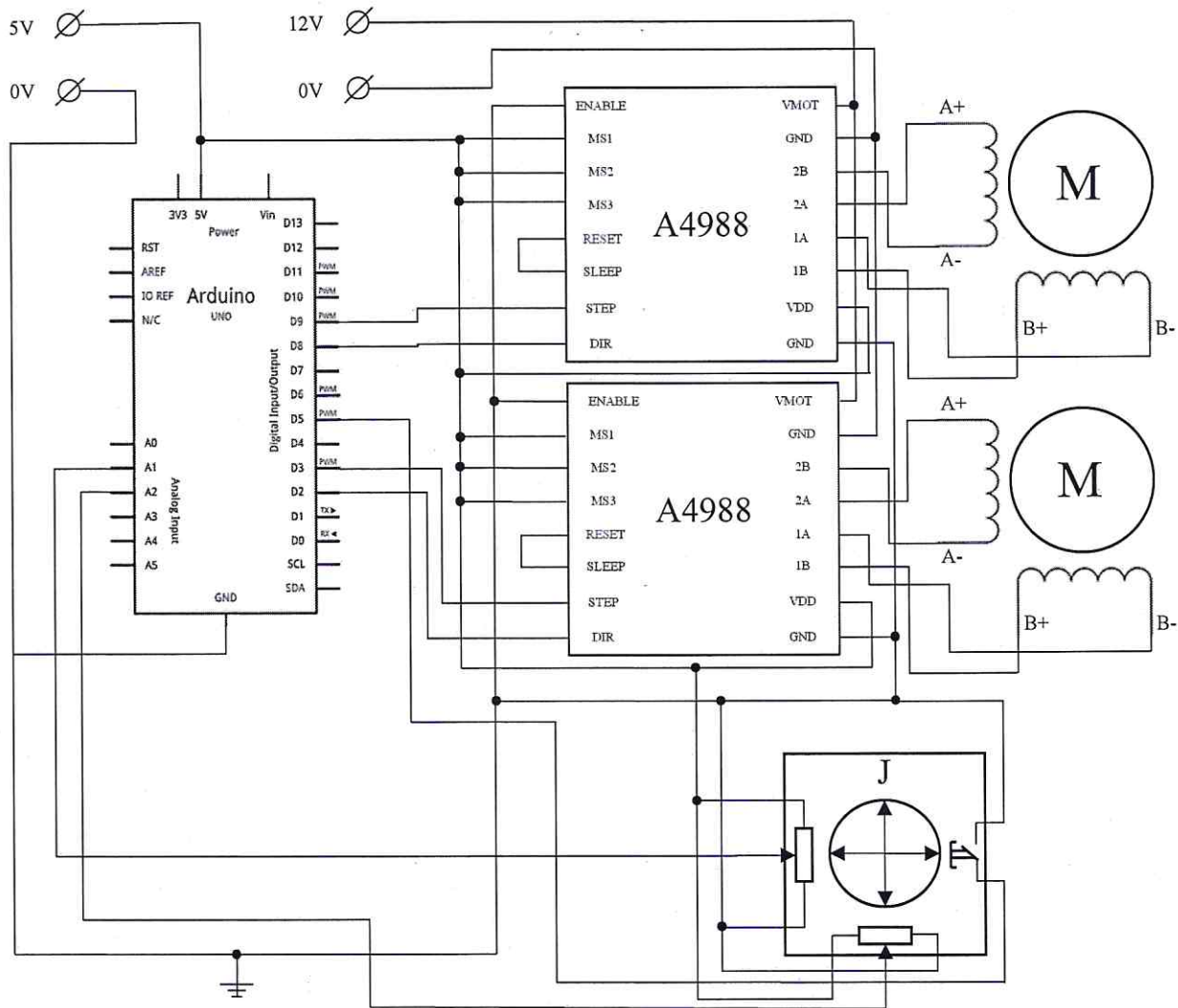
После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

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.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		19

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)



Принципиальная схема

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ

Лист

20

Чертежи

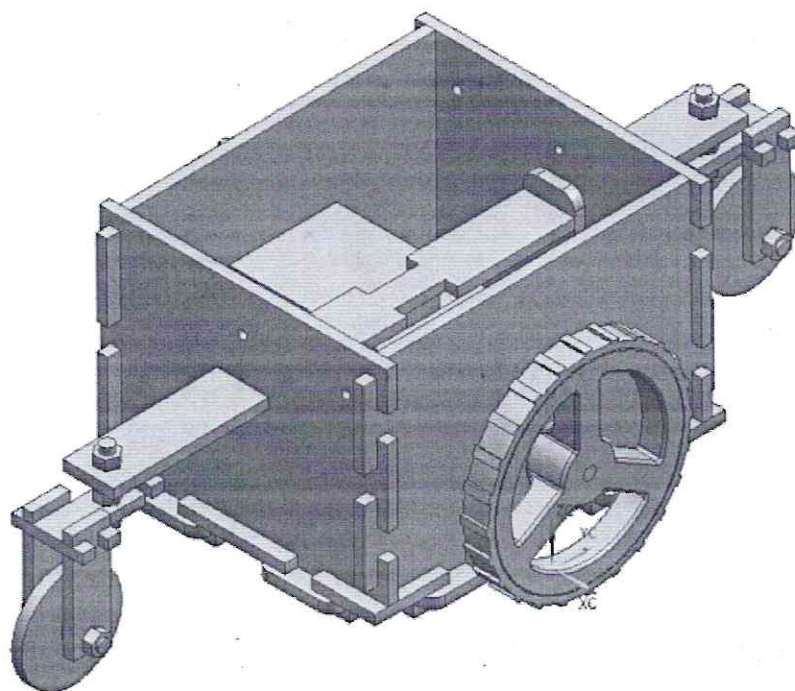


Рисунок А1 – Трехмерная модель изделия

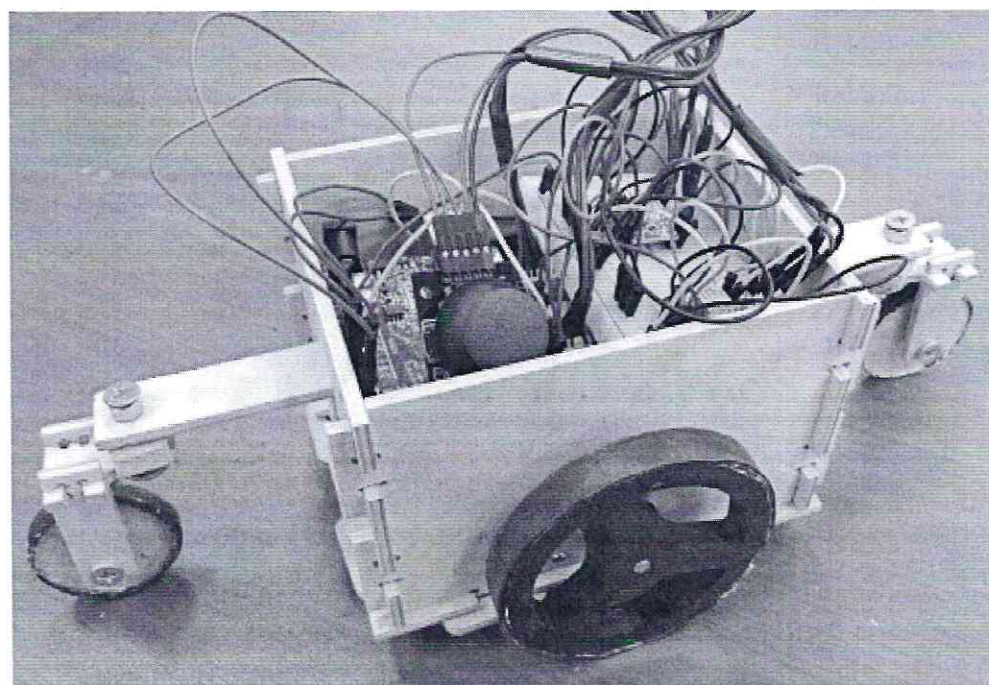


Рисунок А2 – Внешний вид изделия

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ

Лист

22

Пояснения к блок схеме, изображенной на рисунке А3

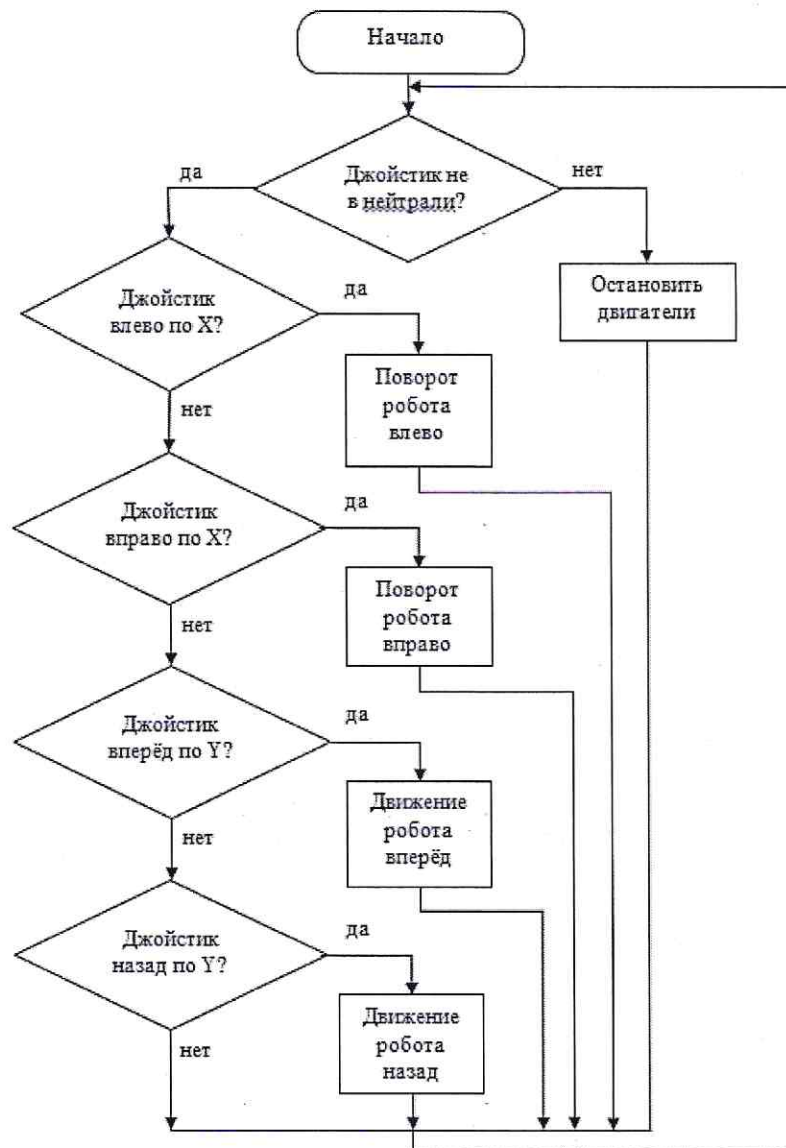


Рисунок А3 – Блок-схема управляющей программы

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.


```

    { Rotate(1, 100, Komanda); } // если команда НЕ содержит значение остановки, то двигаться в соответствии
с командой на первой скорости 100 шагов
else
    { Rotate(0, 0, Komanda); } // если команда содержит значение остановки, то остановиться
}

// функция вращения с входными переменными скорость, шаги, и направление
void Rotate (float Speed, long steps, String dir) {
    unsigned long StartTime;
    unsigned long CurTime;
    unsigned long StepSpeed = Speed*StepsPerRevolution; //steps per second
    unsigned long StepTime = 1000000/StepSpeed;
    unsigned long PulseTime = StepTime/2;
    if (dir != "NULL")
    {
        if ( dir == "left" ) {
            digitalWrite (DirPin1st, HIGH);
            digitalWrite (DirPin2nd, LOW);
        }
        if ( dir == "right" ) {
            digitalWrite (DirPin1st, LOW);
            digitalWrite (DirPin2nd, HIGH);
        }
        if ( dir == "forward" ) {
            digitalWrite (DirPin1st, LOW);
            digitalWrite (DirPin2nd, LOW);
        }
        if ( dir == "vzad" ) {
            digitalWrite (DirPin1st, HIGH);
            digitalWrite (DirPin2nd, HIGH);
        }
        steps=abs(steps);
        while (steps>0)
        {
            // pulse ON
            digitalWrite (StepPin1st, HIGH);
            digitalWrite (StepPin2nd, HIGH);
            StartTime = micros();
            CurTime = micros();
            while ((CurTime-StartTime)<PulseTime)
            { CurTime = micros(); }
            // pulse OFF
            digitalWrite (StepPin1st, LOW);

```

						СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.			25

```

digitalWrite (StepPin2nd, LOW);
StartTime = micros();
CurTime = micros();
while ((CurTime-StartTime)<PulseTime)
{   CurTime = micros();   }
steps=steps-1;
}
digitalWrite (DirPin1st, LOW);
digitalWrite (DirPin2nd, LOW);
}

}

```


					СКБФЭУ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		26

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

УТВЕРЖДАЮ

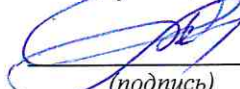
Декан ФЭУ



(подпись) А.С. Гудим
«10» 06 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ЭПАПУ



(подпись) С.П. Черный
«10» 06 2022 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса

«Система электропривода транспортного робота»

г. Комсомольск-на-Амуре

«10» 06 2022 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика

- С.А. Васильченко – руководитель проекта,
- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ,
- С.П. Черный – Заведующий кафедрой ЭПАПУ,
- А.С. Гудим – декана ФЭУ

исполнителя

- М.А. Лямин – 8МРБ-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает аппаратно-программный комплекс «Система электропривода транспортного робота», в составе:

Оборудование, в составе:

- Источник питания на 12 V
- Понижающий стабилизатор напряжения питания до 5V
- Микроконтроллер Arduino Uno
- Шаговые двигатели Nema 17
- Модули драйверов шагового двигателя A4988
- Аналоговый джойстик 5V Robotlinking

Программное обеспечение, в том числе:


- Рабочие программы управления изделием.

Эксплуатационная документация:


- Паспорт изделия

Аппаратно-программный комплекс «Система электропривода транспортного робота» прошел опытную эксплуатацию с «20» 04 по «20» 05 2022 г. и признан годным к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель СКБ


_____ / С.И. Сухоруков /

Ответственный исполнитель


_____ / М.А. Лямин /

Руководитель проекта


_____ / С.А. Васильченко /

