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 и электроника»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

_____ Е.М. Димитриади
(подпись)

«16» 06 2025 г.

Декан ФЭУ

_____ А.С. Гудим
(подпись)

«16» 06 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе,
д-р техн. наук, профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)

«16» 06 2025 г.

«Система автоматического создания смесей сыпучих материалов»

Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ _____ 11.06.2025 С.И. Сухоруков
(подпись, дата)

Руководитель проекта _____ 16.06.2025 Е.П. Иванкова
(подпись, дата)

Наставник проекта _____ 16.06.2025 Я.С. Иванюта
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2025

Карточка проекта

Название	Система автоматического создания смесей сыпучих материалов
Тип проекта	Техническое творчество
Исполнители	Студент Д.О Тимофеев – ЗПЭб-1 Участник Н.В Аганова – Школа №35 Участник М.Р Михайлов – Лицей при ФГБОУ ВО "КнАГУ"
Срок реализации	Ноябрь 2024 – Май 2025

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Arduino Nano	1
Тензодатчик HX711	1
Драйвер DRV8825	2
Шаговый двигатель	2
Провода	20

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 автоматического создания смесей сыпучих материалов.

Назначение: Создание смесей сыпучих материалов с ограниченным участием человека.

Область использования: Различные области применения: металлургия, химическая отрасль, промышленность.

Функциональное описание проекта: После ввода на ПК нужного количества материала из бункера 1 и бункера 2, материал ссыпается в общий бункер.

Техническое описание устройства: Происходит прокручивание шнека в бункере 1 и материал ссыпается в общий бункер, после чего начинается прокручивание шнека в бункере 2 и материал ссыпается в общий бункер.

Требования: Включение устройства происходит с использование ПК, через програмную среду Arduino IDE.

План работ:

Наименование работ	Срок
Поиск решения задач для реализации устройства	Ноябрь, 2024
Разработка полных 3D моделей устройства в среде Kompas 3D	Декабрь, 2024
Разработка полных 3D моделей устройства в среде Kompas 3D	Январь, 2024
Создание прототипов механической части устройства и их тестирование и отладка	Февраль, 2024
Аппаратная реализация устройства	Март, 2024
Создание кода работы устройства и программно-аппаратная реализация проекта на макетной плате и проверка корректности работы.	Апрель, 2024
Составление и оформление документации	Май, 2025

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема;
2. Скриншоты лицевой панели и блок-диаграммы виртуального прибора;
3. Фотографии с результатами работы

Руководитель проекта _____ Е.П. Иванкова

(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ПАСПОРТ

«Система автоматического создания смесей сыпучих материалов»

Руководитель проекта _____ 16.06.2025 Е.П. Иванкова
(подпись, дата)

Наставник проекта _____ 16.06.2025 Я.С. Иванюта
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2025

Содержание

1 Общие положения 8

1.1 Наименование изделия 8

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия 8

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия 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 изделия 10

3 Состав изделия и комплектность 11

4 Технические характеристики 12

4.1 Основные технические характеристики платформы Arduino Nano 12

4.2 Основные технические характеристики тензодатчика HX711 13

4.3 Основные технические характеристики шагового двигателя 13

Nema 17 13

4.4 Основные технические характеристики драйвера шагового двигателя DRV8825 14

5 Устройство и описание работы изделия 15

5.1 Устройство изделия 15

5.1.1 Платформа Arduino Nano 15

5.1.2Тензодатчик HX711 16

5.1.3Шаговой двигатель Nema 17 16

5.1.4Драйвер DRV8825 17

6 Условия эксплуатации 19

6.1 Правила и особенности размещения изделия 19

6.2 Меры безопасности 19

6.3 Правила хранения и транспортирования 20
ПРИЛОЖЕНИЕ А 21
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 22
ПРИЛОЖЕНИЕ В 24

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Система автоматического создания смесей сыпучих материалов» (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 автоматического создания смесей сыпучих материалов».

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирование «Система автоматического создания смесей сыпучих материалов» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта «Система автоматического создания смесей сыпучих материалов» 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.

Исполнителями проекта «Система автоматического создания смесей сыпучих материалов» являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро «Электроника и робототехника» (далее СКБ), студент группы ЗПЭб-1 Тимофеев Д.О., ученица МОУ СОШ № 35 Агапова Н.В, ученик лицея при ФГБОУ ВО "КнАГУ" Михайлов М.Р.

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.

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

«Система автоматического создания смесей сыпучих материалов» предназначен для создания смесей сыпучих материалов путём ссыпания материалов из бункеров 1 и 2 в единый бункер.

В состав изделия входят: Arduino Nano, тензодатчик, 2 шаговых двигателя, 2 бункера, общий бункер и корпус установки.

2.2 Области использования изделия

Изделие может быть использовано в промышленности, металургии, химической и пищивой отрасли.

2.3 Принцип действия изделия

После принятия управляющего сигнала из COM порта устройство начинает процесс наполнения основного бункера: приводится в движение шнек бункера первого модуля, при этом происходит взвешивание материала, попавшего в основной бункер, когда вес материала сровняется с заданным значением, начнётся процесс отмера материала из бункера второго модуля, при этом вес уже заложенного материала в бункере обнуляется.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит полность собраное изделие состоящие из:

- Платформа разработки Arduino Nano;
- Тензодатчик HX711
- Шаговый двигатель Nema 17
- Драйверы DRV8825
- Паспорт

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики платформы Arduino Nano

Платформа Arduino Nano, построенная на микроконтроллере ATmega328 и имеет небольшие размеры.

Таблица 1 - Технические характеристики платформа Arduino Nano

Микроконтроллер	ATmega328P
Рабочее напряжение	5 В
Тактовая частота	16 МГц
Flash-память	32 КБ
SRAM	2 КБ
EEPROM	1 КБ
Аналоговые входы	8 (A0–A7)
Цифровые пины	14 (из них 6 работают как ШИМ-выходы)
Интерфейсы	UART, I2C, SPI
Потребляемый ток	~19 мА в режиме работы
Напряжение питания	7–12 В (через Vin), 5 В
USB-интерфейс	Mini-USB или Micro-USB
Размеры платы	18 × 45 мм

4.2 Основные технические характеристики тензодатчика HX711

Основные технические характеристики устройства ввода приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики тензодатчика HX771

Наименование параметра	Значение
Тип микросхемы	24-битный АЦП для тензодатчиков
Напряжение питания	2.6–5.5 В
Ток потребления	<1.5 мА
Разрядность АЦП	24 бита
Частота выборки	80 Гц
Входное напряжение	±20 мВ
Коэффициент усиления	32, 64, 128
Интерфейс связи	SPI
Рабочая температура	-20°C до +85°C

4.3 Основные технические характеристики шагового двигателя Nema 17

Основные технические характеристики шагового двигателя Nema 17 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики шагового двигателя Nema 17

Наименование параметра	Значение
Тип двигателя	Биполярный / 4-проводной
Угол шага	1.8°
Напряжение питания	2.8–4.2 В
Ток на фазу	1.0–1.7 А
Сопротивление обмотки	2.8–3.2 Ом
Индуктивность	2.8–3.2 мГн
Крутящий момент	40–50 Н·см
Масса	280–350 г
Температура работы	-20°C до +85°C
Прямой ток, мА	20
Прямое напряжение	2,0 … 2,2
Количество цветов	2
Габариты, мм	50,7 * 50,7 * 9,3
Масса нетто, кг	0,078

4.4 Основные технические характеристики драйвера шагового двигателя DRV8825

Основные технические характеристики драйвера DRV8825 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики драйвера DRV8825

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания	8.2–45 В
Максимальный ток	До 2.5 А на фазу
Режимы микрошага	1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Логическое напряжение	3.3–5 В
Защита	Перегрев, короткое замыкание, пониженные напряжения
Интерфейс управления	Импульсный
КПД	>90%
Температура работы	-20°C до +85°C

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

5.1.1 Платформа Arduino Nano

Внешний вид устройства представлен на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

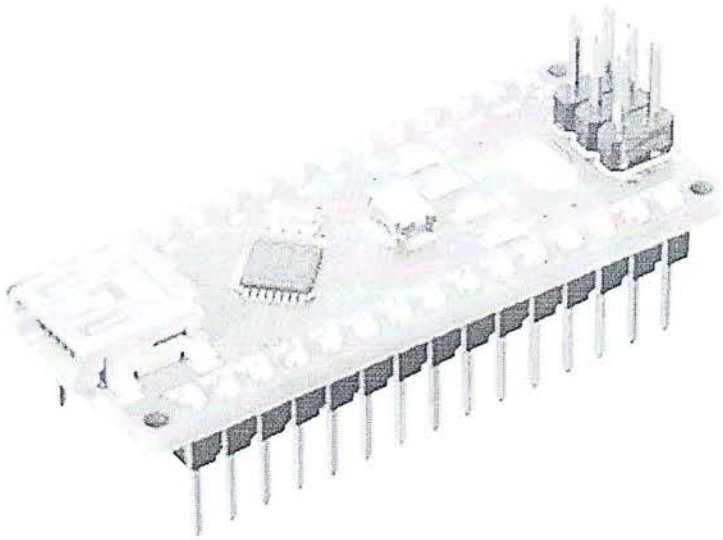

Рисунок 1 – Внешний вид платформы Arduino Nano

На рисунке 2 описаны контакты платформы Arduino Nano

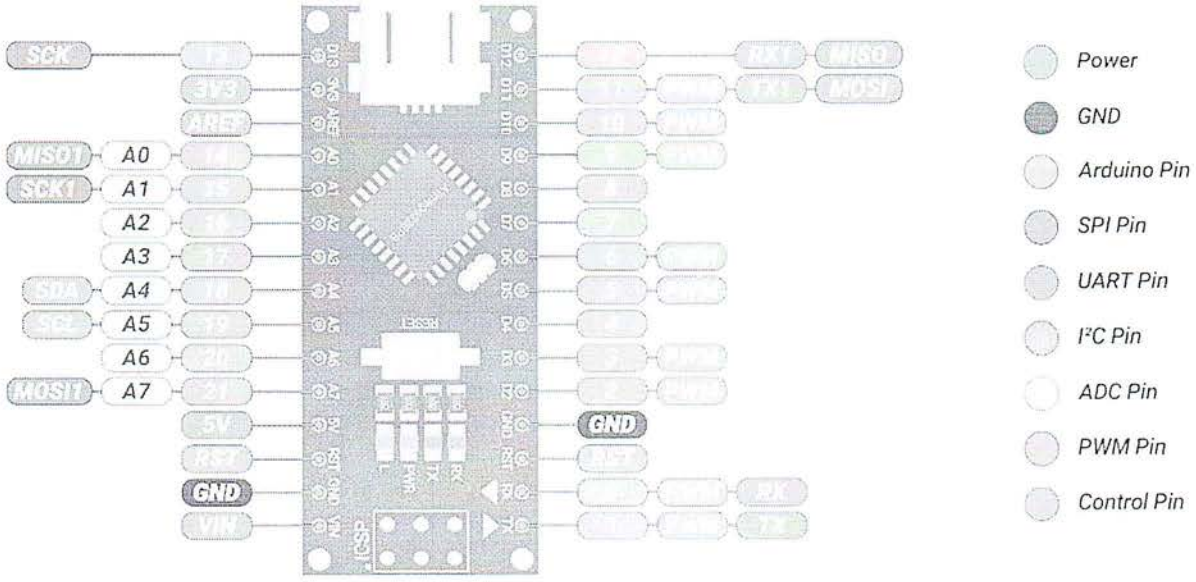

Рисунок 2 – Контакты платформы Arduino Nano

5.1.2 Тензодатчик HX711

Внешний вид устройства и название контактов представлены на рисунке 3.

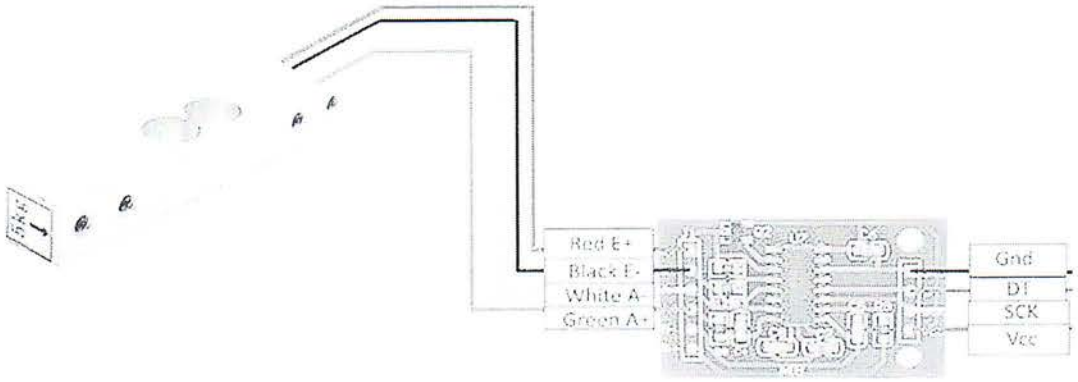

Рисунок 3 – Внешний вид устройства и название контактов тензодатчика HX711

5.1.3 Шаговой двигатель Nema 17

Внешний вид устройства представлен на рисунке 4.

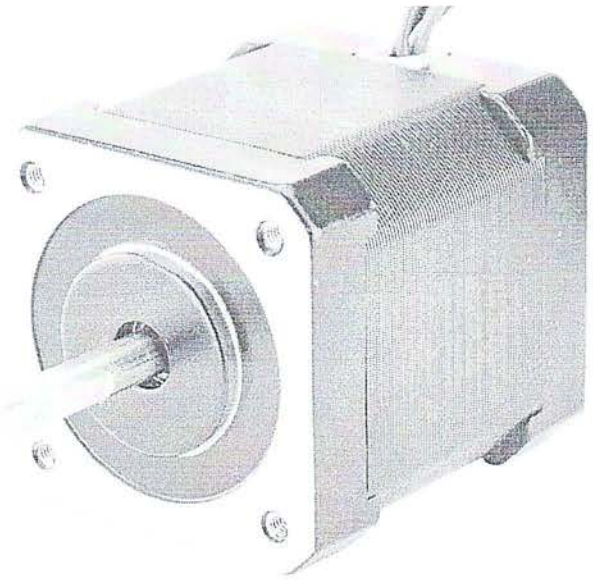

Рисунок 4 – Внешний вид устройства шагового двигателя Nema 17

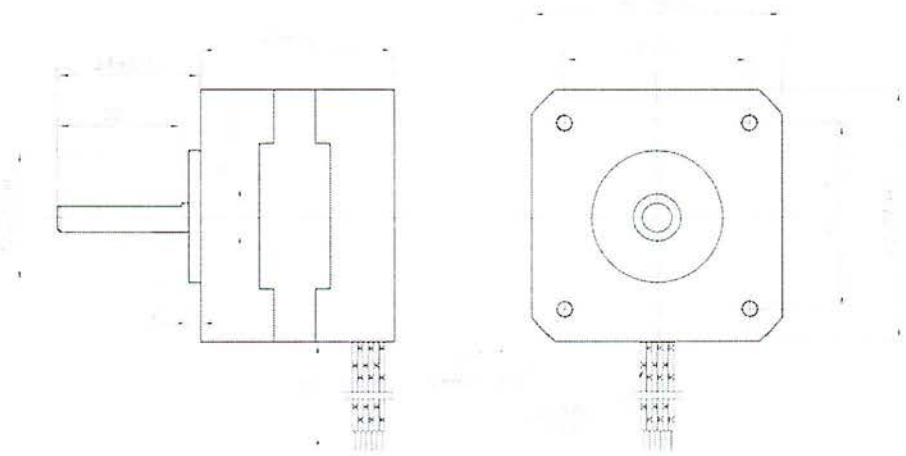

Рисунок 5 –Вид с приведёнными размерами устройства шагового двигателя Nema 17

5.1.4 Драйвер DRV8825

Внешний вид устройства представлен на рисунке 6.

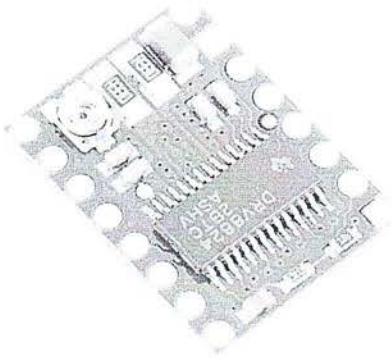

Рисунок 6 – Внешний вид драйвера DRV8825

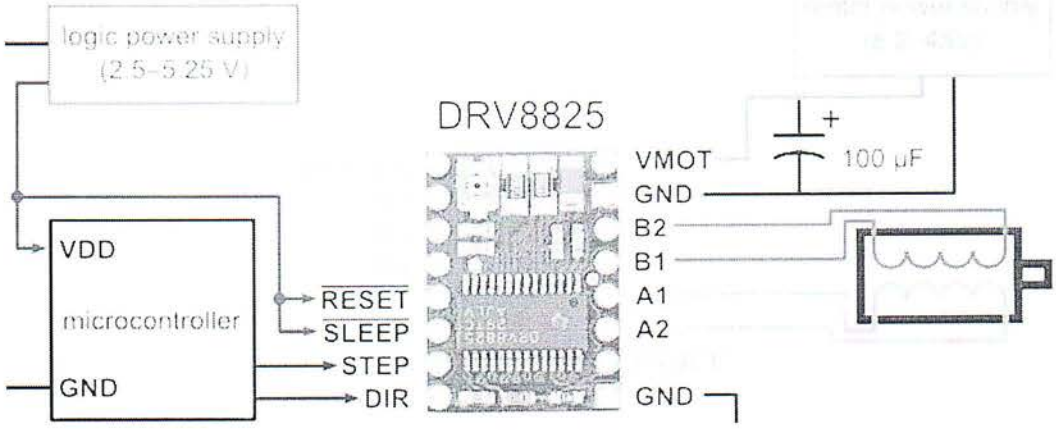

Рисунок 7 – Наименование контактов и подключение драйвера DRV8825

5.2 Описание работы изделия

1) Подключить блок питания к линии 12 В;

2) Подключить Arduino Nano к ПК USB-кабелем;

3) Запустить на компьютере COM порт, к которому подключен микроконтроллер

4) Ввести необходимое соотношение двух материалов

5) После воода соотношения начнется отвес матриала из первого бункера

6) После достижения необходимого веса материала из первого бункера, начнётся отвес материала из второго бункера

Принципиальная электрическая схема изделия приведена в Приложении А.

Часть программы работы изделия приведена в приложении Б.

Вид 3D моделей, напечатанных при помощи аддитивных технологий и использованных как корпус изделия приведены в приложении В.

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4 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;

- 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

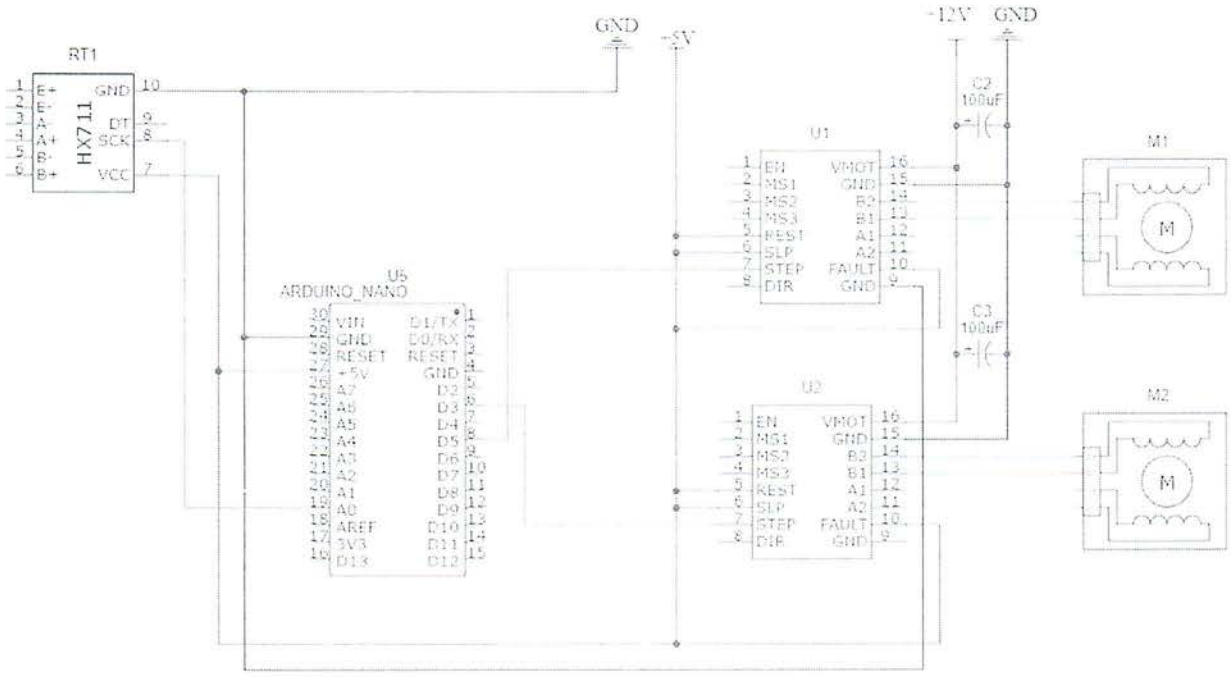

Рисунок 8 – Электрическая принципиальная схема изделия

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

```
#include <HX711.h>
#include <AccelStepper.h>

// Определяем контакты для HX711
#define HX711_DOUT  A1
#define HX711_SCK   A0

HX711 scale;

// Определяем контакты для шаговых двигателей
#define MOTOR1_STEP  2
#define MOTOR1_DIR   3
#define MOTOR2_STEP  4
#define MOTOR2_DIR   5

// Создаем объекты для управления шаговыми двигателями
AccelStepper motor1(AccelStepper::DRIVER, MOTOR1_STEP, MOTOR1_DIR);
AccelStepper motor2(AccelStepper::DRIVER, MOTOR2_STEP, MOTOR2_DIR);

// Калибровочный коэффициент для тензодатчика
float calibration_factor = -1000;
float current_weight = 0;
float target_weight1 = 0;
float target_weight2 = 0;
bool dispensing = false;
int current_motor = 0;
bool completed = false;
unsigned long last_measurement = 0;
const unsigned long measurement_interval = 200; // Интервал измерений в мс

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  // Настройка тензодатчика
  scale.begin(HX711_DOUT, HX711_SCK);
  scale.set_scale(calibration_factor);
  scale.tare();

  // Настройка шаговых двигателей
  motor1.setMaxSpeed(1000);
  motor1.setAcceleration(500);
  motor1.setSpeed(300);

  motor2.setMaxSpeed(1000);
  motor2.setAcceleration(500);
  motor2.setSpeed(300);

  printInstructions();
```

Рисунок 9 – Часть программы изделия в среде Arduino IDE

```
    float part1 = ratio.substring(0, colonPos).toFloat();
    float part2 = ratio.substring(colonPos + 1).toFloat();

    if (part1 <= 0 || part2 <= 0) {
      Serial.println("Ошибка: части соотношения должны быть больше 0");
      return;
    }

    float sum = part1 + part2;
    target_weight1 = total_weight * (part1 / sum);
    target_weight2 = total_weight * (part2 / sum);
  } else {
    int spacePos = input.indexOf(' ');
    if (spacePos == -1) {
      Serial.println("Ошибка формата ввода. Используйте: <материал1> <материал2> (например: 100 150)");
      return;
    }

    target_weight1 = input.substring(0, spacePos).toFloat();
    target_weight2 = input.substring(spacePos + 1).toFloat();

    if (target_weight1 <= 0 || target_weight2 <= 0) {
      Serial.println("Ошибка: веса должны быть больше 0");
      return;
    }
  }

  Serial.print("Целевой вес материала 1: ");
  Serial.println(target_weight1);
  Serial.print("Целевой вес материала 2: ");
  Serial.println(target_weight2);

  scale.tare();
  dispensing = true;
  current_motor = 1;
  last_measurement = millis();
}

void printInstructions() {
  Serial.println("Готов к новому циклу дозирования.");
  Serial.println("Введите количество в граммах:");
  Serial.println("Формат 1: <материал1> <материал2> (например: 100 150)");
  Serial.println("Формат 2: <общий вес> <соотношение> (например: 250 1:2)");
  Serial.println("----------------------------");
}
```

Рисунок 10 – Часть программы изделия в среде Arduino IDE

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

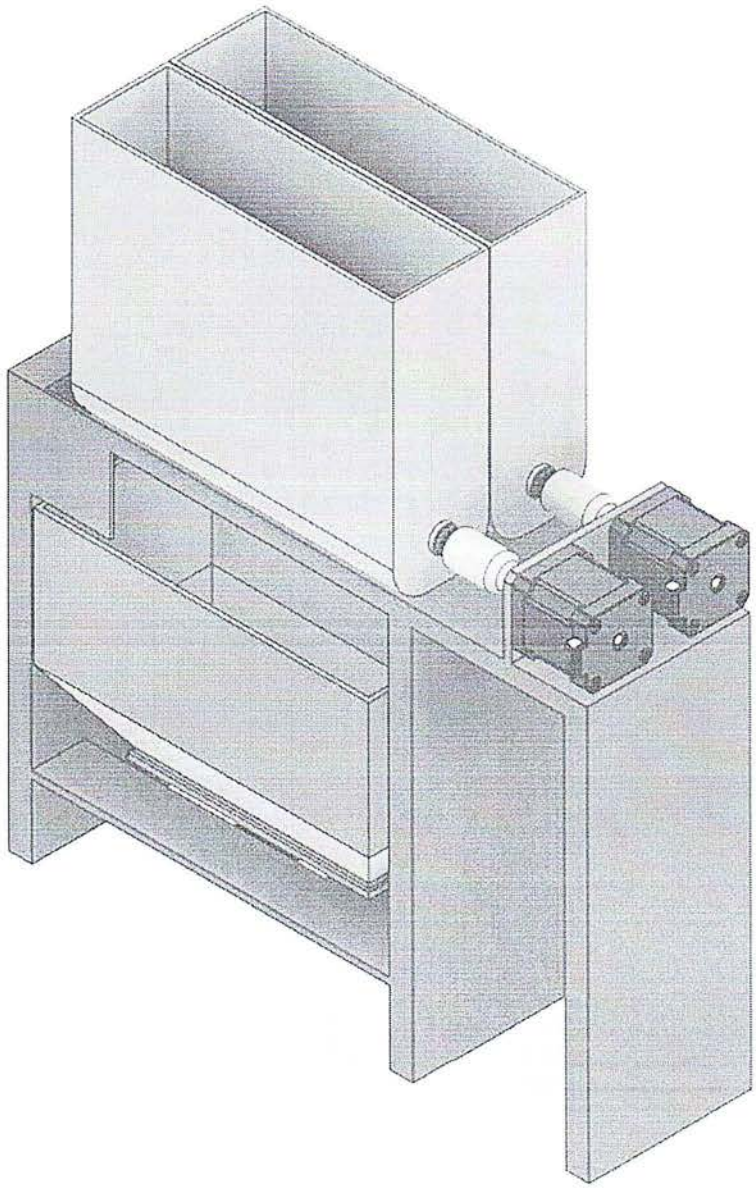

Рисунок 11 – 3D модель корпуса изделия

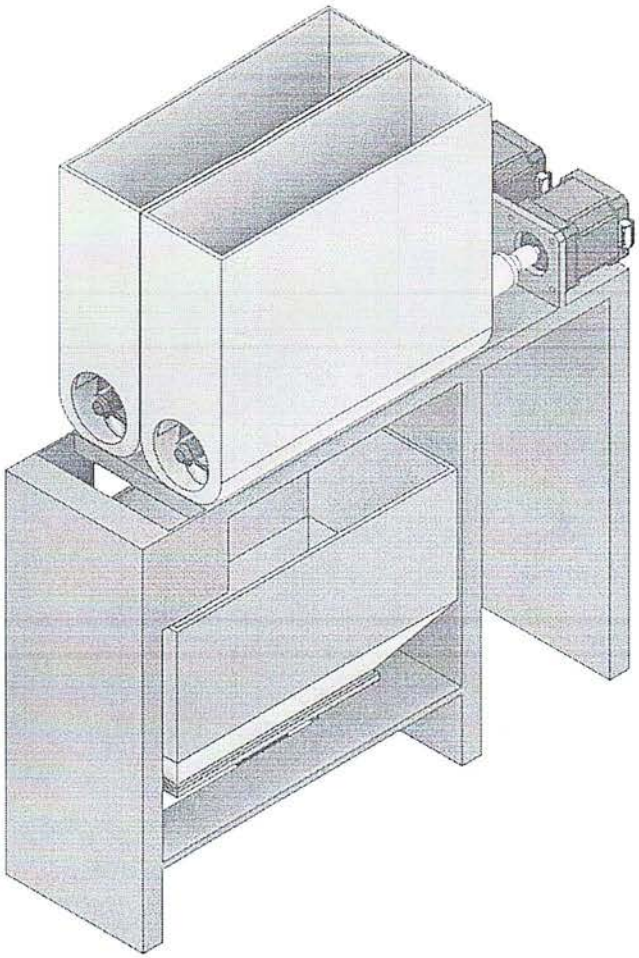

Рисунок 12 – 3D модель корпуса изделия

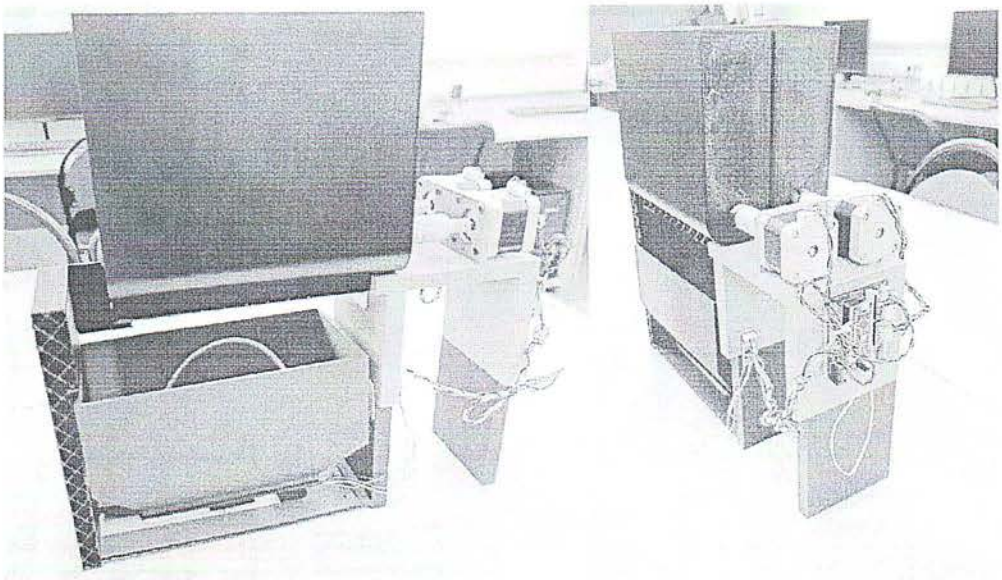

Рисунок 13 – Устройство в сборе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

_____ Е.М. Димитриади
(подпись)
«16» 06 2025 г.

Декан ФЭУ

_____ А.С. Гудим
(подпись)
«16» 06 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе,
д-р техн. наук, профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)
«16» 06 2025 г.

АКТ
о приемке в эксплуатацию проекта

«Система автоматического создания смесей сыпучих материалов»

г. Комсомольск-на-Амуре «11» 06 2025 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

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

со стороны исполнителя

- Е.П. Иванкова – руководителя проекта,
- Я.С. Иванота – наставник проекта,
- Д.О Тимофеев – ЗПЭб-1,
- Н.В Агапова – IIкола №35,
- М.Р Михайлов – Лицей при ФГБОУ ВО "КнАГУ",

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Система автоматического создания смесей сыпучих материалов», в составе:

1. Собраное и полностью укомплектованое изделие;
2. Паспорт.

Руководитель проекта 16.06.2025 Е.П. Иванкова
(подпись, дата)

Наставник проекта 16.06.2025 Я.С. Иванюта
(подпись, дата)

Исполнители проекта 16.06.2025 Д.О Тимофеев
(подпись, дата)

11.06.2025 Н.В Агапова
(подпись, дата)

16.06.2025 М.Р Михайлов
(подпись, дата)