МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ЛИЦЕЙ «СОЗВЕЗДИЕ» № 131 Г.О. САМАРА

443083, г. Самара, ул. Промышленности,319, тел.: 261-14-40, 261-09-32.

Областной конкурс «Фестиваль инноваций, изобретений, технологий»

ТЕМА : «СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНА В ЗЕРНОХРАНИЛИЩАХ»

Выполнил

ученик Селищев Иван, 9А

МБОУ лицей «Созвездие» №131

Научный руководитель:

Крылов Александр Олегович ,

учитель робототехники

МБОУ лицей «Созвездие» №131

Самара, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 2
1. Объект измерения 3
2.Методы измерения параметров зерна 6
2.1 Методы измерения температуры 6
2.2Методы измерения влажности 6
2.3Методы измерения зараженности 9
3. Разработка измерительной системы 10
3.1Описание зернохранилищ и их классификация 10
3.2Разработка макета 17
Заключение 26
Библиографический список 27
Приложение А. Код программы 28

ВВЕДЕНИЕ

В течение всего периода хранения зерна в зернохранилище требуется постоянный и систематический мониторинг, осуществляемый с применением различных датчиков, например, влажности и температуры. Это происходит из-за огромного числа биологических явлений, происходящих в элеваторе. Если за зерновой массой отсутствует достаточный уровень контроля, то не вовремя будут приняты действия по ликвидации губительных явлений, то есть эти действия вызовут достаточные потери зерновой массы и снижение качества зерна.

Правильно подобранная стратегия наблюдения за зерновой массой и верно выбранная методика анализа полученных результатов наблюдения позволяют вовремя убрать все губительные процессы и с минимальными затратами финансов и времени довести семена до состояния выпуска на рынок.

Наблюдение проводят за однородным по качеству зерном. Учитывая этот факт и наличие на элеваторе огромного числа зерна, пытаются сделать контроль зерна достаточно надежным в то же время и простым.

Температура, влажность, содержание примесей, ситуация по части зараженности зерновых запасов, степень свежести (цвет и запах) - основные показатели, определяющие состояние зерна. В семенных зёрен также контролируют всхожесть и энергию прорастания.

Цикличность контроля состояния зерна по отдельным признакам зависит от нескольких условий. Одним из таких показателей является: состояние зерновой массы, устойчивость при хранении, правила сохранения (период года, атмосферная специфика территории, вид хранилища, уровень насыпи).

1. ОБЪЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ

а) Температура зерновой массы

Температура - наиболее важный показатель, который показывает состояние зерновой массы в определенный промежуток времени. Значимость температурного условия в сохранении семени ясна. Невысокая температура зерна на всех слоях зернохранилища или элеватора говорит нам о положительном состоянии.

Существуют факторы, способные сделать разность температур на различных слоях элеватора, например, окружающий воздух и стенки зернохранилища. Следственно, появляется задача - поддержание одинакового уровня температуры на всем участке хранения партии зерна.

Если наблюдаются различия температур между зерновой массой и окружающей средой, то это говорит об активизации физиологических действий и самосогревания. Поэтому важно проводить мониторинг температур воздуха, как различных слоев зерновой насыпи, так и окружающей среды[1].

Количество проверок определяется состоянием самого зерна. В сельском хозяйстве зерно, недавно собранного с урожая, с высоким влагосодержанием температуру контролируют каждый день, сухие зерновые массы - 2 раза за 10 дней. Если зерно охлаждено, то температуру мониторят раз в 10 или 15 дней. Температура играет важную роль на количество проверок в определенный промежуток времени на вредителей зерновых запасов. Температура ниже 0°С измеряем 1 раз в месяц, выше 10°С - раз в 10 дней.

Особое внимание уделяет тем слоям зерновой массы, которые находятся на 30-50 см от дна зернохранилища и 30-75 см от верхушки зерновой насыпи. Из различных наблюдений известно, повышение температуры зерна происходит особенно на этих участках хранения. Без внимания не остаются зерна, находящиеся максимально близко к стенам

элеватора. Невысокая температура по всей площади хранения (8-10°С и ниже) говорит об отличных условиях содержания.

б) Влажность зерна

Влажность сухого зерна, находящаяся в интервале от 10-12 %, говорит агрономам о том, что в зернах прекращаются процессы, ведущие к развитию паразитов. Данное условие обеспечивает хранение на несколько лет, а масса зерна теряется не более 0,01… 0,4 % в год. Если в зерне повышается влажность - начнет возрастать интенсивность теплообмена, быстро развиваются вредители зерновой массы. Если возрастает интенсивность теплообмена, то будет выделяться тепло, значение которой превышает норму хранения, что приводит к снижению свойств и массы зерна. Критическая влажность - резкое увеличение теплообмена. Для семени пшеницы, ржи, ячменя, риса и гречихи она располагается в степени 14,5… 15,5 %; зерновых бобковых культур - 15… 16 %; проса, кукурузы и овса - 13,5 … 14,5%. Сырое зерно способно выделять токсичные вещества, которые представляют опасность здоровью человека и животных. Мокрая крупа при сохранении способна прорасти, что усугубляет его свойства и повышает утраты массы.

в) Состояние зараженности

Контроль за зараженностью зерновых масс - важный процесс, обеспечивающий либо уменьшения количества вредный вредителей, либо их полную ликвидацию с зернохранилища. Проверку осуществляют путем точечных проб по различным уровням насыпи. Промежуток проверки условия зараженности определяется влагосодержанием и температурой.Органолептические показатели качества зерна и заражённость с учётом его температуры:выше 15ºС – 1 раз в 10 дней;от 15º до 5ºС – 1 раз 15 дней;ниже 5ºС – 1 раз в 30 дней.

г) Запах и цвет зерна

По ходу хранения в элеваторе могут развиваться неблагополучные процессы, они будут сопровождаться переменой свежести и запаха зерна.

Например, спиртовой аромат говорит об интенсивном анаэробном дыхании, тухлый - развитие микроорганизмов, солодовый - прорастание зерна. Изменение цвета говорит об интенсивном дыхании семени и организмов.

д) Всхожесть и энергия прорастания

Всхожесть и энергия прорастания зерна - два обязательных параметра, которые проверяют у сортового и семенного зерна. Интервал контроля 1 раз в месяц и более. Данные параметры характеризуют состояние любого вида зерна, но для семенного зерна обязательно нужно проводить измерения.

д) Примеси в зерновой массе

Изменение примесей в зерновой массе - косвенный фактор, который показывает состояния зерна в данный момент времени. Этот фактор крайне необходим для испорченных, изъеденных и потемневших зерен. Если содержание заплесневевших, изъеденных, потемневших или испорченных зерен увеличивается, то это говорит о плохих условиях хранения в зернохранилище.

Как показывают многочисленные исследования, появление различных организмов в зерновой массе способствуют увеличению таких зерен. Значит, изучение на засоренность занимает особое место в семеноведении. Таким образом, тщательный осмотр каждой партии зерна позволяет вовремя обнаружить источник возникновения плесени и других засоренностей.

На каждом предприятии, осуществляющего хранение и обработку зерна, существует специальный журнал, куда заносят с некоторым интервалом времени результаты проверки каждой партии. Правильно организованные действия позволяют в короткий срок обнаружить нарушение норм хранения и принять меры по стабилизации параметров.

2.МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНА

2.1 Методы измерения температуры

а) Многоточечный контроль путем установки измерительных элементов непосредственно в зерновой насыпи;

б) Измерение параметров точечных проб, полученных по определенной методике отбора.

Первый метод более характерен для элеваторов.

Второй обычно проводят с помощью ручных или автоматических пробоотборников. Точечные пробы отбирают по строго определенной системе из разных слоев насыпи. Затем путем их тщательного перемешивания получают объединенную пробу, из которой выделяют среднюю пробу для проведения лабораторного анализа качества зерна. При этом важное значение имеет масса пробы, так как по результатам измерения ее параметров судят о состоянии насыпи в целом.

2.2 Методы измерения влажности

Измерения влажности в зависимости от условий измерения принято делить на прямые и косвенные.

Прямые измерения производится непосредственное разделение материала на сухое вещество и влагу. Данный вид измерения проводятся через забор пробы материала. Конечные результаты очень точны, но их получение займет немало времени (до 10-15 часов).

К прямым методам относят:

а) Метод высушивания заключается в непрерывном определении массы пробы при высушивании. Сушку заканчивают, если два последовательных взвешивания исследуемого образца дают одинаковые или весьма близкие результаты. Так как скорость сушки постепенно уменьшается,

предполагается, что при этом удаляется почти вся влага, содержащаяся в образце.

б) В дистилляционных методах исследуемый образец подогревается в сосуде с определенным количеством жидкости, не смешивающейся с водой (бензол, толуол, ксилол, минеральное масло и т. д.), до температуры кипения этой жидкости. Пары, проходя через холодильник, конденсируются в измерительном сосуде, в котором измеряется объем или вес воды.

в) Основой химических методов является обработка материала реагентом, вступающим в химическую реакцию только с влагой, содержащейся в образце. Количество воды в образце определяется по количеству жидкого или газообразного продукта реакции.Наиболее распространенными химическими методами являются карбидный метод и применение реактива Фишера

г) Экстракционные методы основаны на извлечении влаги из исследуемого образца твердого материала водопоглощающей жидкостью (диоксан, спирт) и определении характеристик жидкого экстракта, зависящих от его влагосодержания: удельного веса, показателя преломления, температуры кипения или замерзания и т.п. В электрических экстракционных методах измеряются электрические свойства (удельное сопротивление, диэлектрическая проницаемость) экстракта.

Косвенные методы подразделяются на электрические и неэлектрические.

В косвенных методах измеряется величина, функционально связанная с влажностью материала. Косвенные методы требуют предварительной градуировки с целью установления зависимости между влажностью материала и измеряемой величиной

Определение влажности осуществляется бесконтактным способом. Полученный результат будет чуть менее точным, но намного более быстрым (обработка данных занимает несколько секунд)

Неэлектрические делятся на:

а) Теплофизический - основан на зависимости теплофизических параметров материала от его влажности. Теплофизические параметры – теплопроводность, удельная теплоемкость и др;

б) Оптический - основан на зависимости оптических свойств материалов от их влагосодержания. Наиболее удобно использовать зависимость оптической плотности от концентрации влаги [2];

в) В основе метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) лежит резонансное поглощение радиочастотной энергии ядрами атомов водорода (протонами) воды при помещении влажного материала в постоянное магнитное поле;

Основой электрических методов измерения влажности являетсязависимость от влажности параметров, характеризующих поведениевлажных материалов в электрических полях

Электрические делятся на:

а) Метод электропроводности, или кондуктометрический метод,основан на зависимости электрического сопротивления материала от степени его влажности: чем выше влажность, тем меньше удельноесопротивление материалаи тем выше его электропроводность [3].

б) Метод диэлектрической проницаемости, или емкостный метод, основан на значительном различии величин диэлектрической проницаемости воды и сухих веществ. С увеличением влажности материалаувеличивается его диэлектрическая проницаемость

2.3 Методы определения зараженности

а) Тепловизионный метод может выявлять скрытую и явную форму зараженности, например, на объектах, осуществляющих переработку и хранения зерна - элеватор. Принцип действия заключается в установке тепловизионного устройства, находящегося на высоте 5-50 см от зерновой насыпи и угол наклона 20 градусов. Устройство имеет чувствительность

±0,1°С и длину волны 2-12 мкм. Следующим этапом является измерение температуры, после которой происходит облучение высокой частоты 2450±50 МГц. Далее зерновая поверхность подвергается тепловизионной съемке. Измеренные данные поступают на компьютер для дальнейшей обработки. Тщательный анализ данных дает возможность обнаруживать местонахождение максимальной и минимальной температуры. Зараженное место определяют благодаря различию температур зерна и тел вредителей, составляющих не менее 0,5°С.

б) Акустический методзаключается в том, что насекомые имеют свой характерный шум, который обнаруживается специальным звуковым датчиком с последующей обработкой в некоторый сигнал. После преобразований он подается на динамик. Насекомые имеют интервал частоты звука 1-1,5 кГц.

в) Метод просеивания средней пробы зерна, отобранной в соответствии с требованиями настоящего стандарта, на лабораторном рассеве VI-ЕРЗ или вручную на наборе сит, подсчете обнаруженных живых вредителей отдельно по видам и установлении суммарной плотности заражения зерна вредителями.

г) Использование специальных ловушек для насекомых в элеваторе

3. РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

3.1 Описание зернохранилищ и их классификация

Современные зернохранилища - это многофункциональное сооружения, обеспечивающие своим возможностями подготовку, сушку и хранение от нескольких месяцев до несколько лет. Как правило, зернохранилище включает ряд компонентов:

а) Механизмы, способные выполнять задачи по разгрузке и погрузке зерновой массы;

б) Специальные устройства, способные в нужный момент перемещать зерно;

в) Техника, обеспечивающая охлаждение зерна с целью длительного хранения.

Сооружают зернохранилищес наклонной, ровной или конусной поверхностью в один этаж. Здания, предназначенные для хранения зерна, не имеют вспомогательных этажей и солнечного света, зато оборудованы устройствами вентиляции. Главная функция системы вентиляции - обеспечение безопасности зерна путем уничтожения конденсата по краям зернохранилища и удержания нормы влажности зерна.

В зернохранилища устанавливают устройства для подъема и опускания, транспортные средства, упрощающие перемещение зерна внутри зернохранилища. Существует практика установки отгороженных помещений, применяющихся для раздельного хранения разных сортов и видов зерновых. В связи с развитием информационно-измерительной техники в каждом зернохранилище существует специальная служба, обеспечивающая непрерывную работу датчиков температуры, влажности и других параметров зерна. Срок службы датчиков варьируется от 20 до 50 лет.

Чтобы увеличить процент качества урожая, на предприятиях агропромышленного комплекса устанавливают вспомогательные средства контроля температуры зерна перед закладкой, сушки [4].

Зернохранилища разделяются на три основных класса:

а) Зерносклады

Зерносклад

Рис 3.1

Представляют собой одноэтажные здания длиной до 90 м и шириной до 30 м с двускатной крышей и высотой стен 3 — 3.5 м. Склады бывают с ровными и наклонными полами. По комплектации оборудования делятся на механизированные и немеханизированные.

Немеханизированные склады, как привило, бывают с равномерной поверхностью. Перенос и погрузочно-разгрузочные работы зерновой массы осуществляются при использовании специализированной техники. Трудоемкость - главный минус рассмотренного вида зерносклада.

Механизированные склады сооружаются с ровными и наклонными полами. Он имеют в своем наличии погрузочно-разгрузочные ленты транспортеры и нории на углах здания. Вентиляция присутствует благодаря

использованию подвижных и неподвижных вентиляционных установок. Роль разгрузки и дополнительной вентиляции принадлежит аэрожелобу.

К достоинствам данного вида можно отнести дешевизну на строительство и огромный спектр хранения разнообразных партий и сортов зерна. К минусам можно отнести огромную площадь сооружения, очень маленькая загруженность, энергозатратный процесс разгрузки и сохранение герметичности поверхности склада.

Полы для зерновых складов изготавливают из тугоплавкого асфальта, обладающего малой теплопроводностью и хорошими гидроизоляционными показателями. Если грунтовые воды находятся достаточно далеко от поверхности, то зернохранилища возводятся с наклонными полами. Вследствие этого, упрощаются разгрузочные работы, и объемы сохраняемого зерна возрастают.

При низком расположении грунтовых вод строятся склады с наклонными полами, что значительно облегчает разгрузочные работы и увеличивает объемы сохраняемого зерна, но исключает возможность сооружения закромов.

Если в плане зернохранилища присутствуют окна, то их устанавливают выше уровня зерновой насыпи.

Стены любого зернового склада должны выдерживать зерновую массу, особенно при максимальной вместимости, а также внешние факторы.

б) Элеватор

Элеватор

Рис 3.2

Современный элеватор - комплекс оборудований, осуществляющих без участия человека процедуры обработки, хранениями выгрузки зерновых сортов.

Состав элеватора:

- Зерносушилка;
- Зернохранилище;
- Здание для проведения технологических процессов (очистки, дезинфекции, сортировки);
- Силосные корпуса;
- Погрузочно-разгрузочные узлы;
- Цех отходов.

Все вышеперечисленных элементы, составляющие элеватор, объединены в единое целое при помощи ленточных и цепных трансформаторов

Монолитный и сборный железобетон - основа для сооружения силосного корпуса. К преимуществу монолитного железобетона можно отнести герметичность, но изготовление этого материала затрачивает слишком много времени.

Герметичность и ремонт сборных конструкций осуществляется благодаря конструктивным решениям с использованием современных полимеров

Главным преимуществом элеваторов является полная механизация и автоматизация всех процессов обработки и хранения зерна. В целом, человек лишь контролирует сам процесс, то есть находится в операторной и наблюдает за показанием измерительных приборов [5].

в) Металлический силос

В нынешнее время стала наблюдаться тенденция использование металлических силосов, которые получают из алюминия, стали и различных металлических сплавов. К причинам, по которым силосы стали занимать номер один среди видов, можно отнести относительно короткое время постройки, большая вместимость при небольшой площади земли и разнообразие обработки.

К несомненным преимуществам металлических силосов с конусным дном относятся:

- Быстрый монтаж;
- Малая занимаемая площадь;
- Полная механизация погрузочно-разгрузочных работ;
- Пожарная безопасность;
- Защита от грызунов;
- Возможность вентилирования и дезинфекции зерна;
- Быстрая окупаемость.

Один из главных недостатков металлического силоса относят образование влаги в местах, близких к стенкам силоса из-за изменения температуры.

При проектировании металлического силоса с плоским дном диаметр может достигать 4-32 метрови высота до 27 метров, а общая масса 7000 т.

Выгрузка основной зерновой массы в этих силосах происходит через воронку, расположенную в центре дна, с помощью цепного конвейера, размещенного под днищем. Остаток массы подают обегающим шнеком, а зачистку дна производят пневморазгрузчиком или вручную.

Металлический силос

Рис 3.3

В заключении можно сказать, что металлические силосы в сфере автоматизации выглядят значительно ниже конусных силосов и элеваторов.

Структурная схема работы системы элеватора

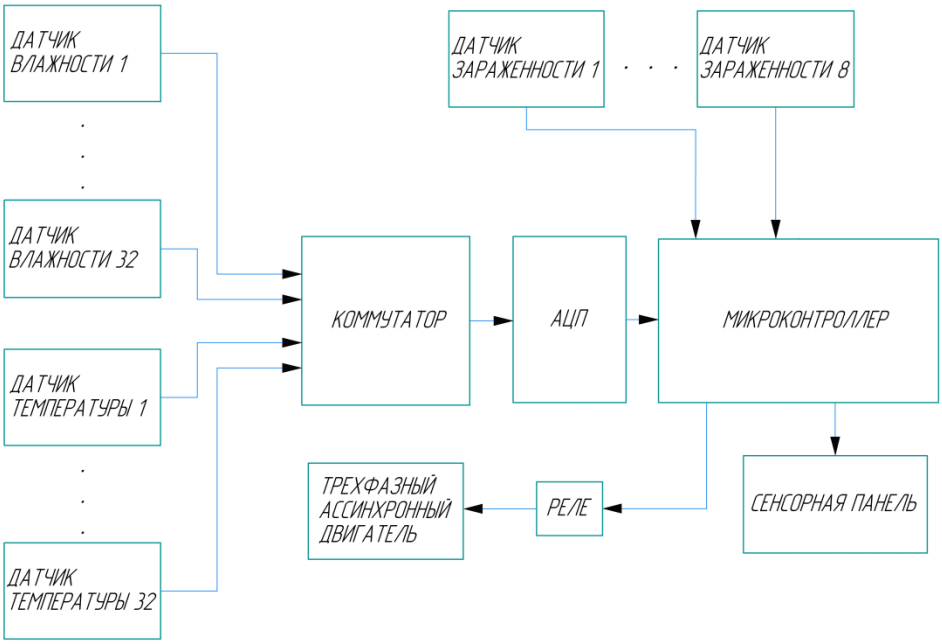

Рис 3.4

Элеватор

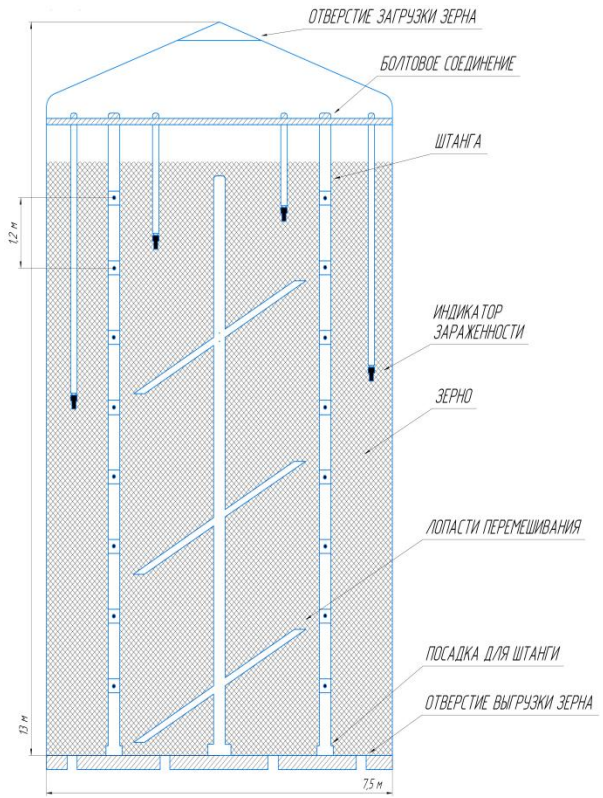

Рис 3.5

3.2 Разработка макета

В основу разработки макета устройства был использован материал из древесины, который в последующем был аккуратно обработан под нужные элеватору размеры и покрыт лаком с целью улучшения внешнего вида. Для имитации процесса хранения была куплена с объемом 1,5 л емкость, предназначенная для хранения сыпучих и других продуктов.

Перед началом разработки живого макета устройства была использована графическая программа с обозначением всех возможных размеров, названная Компас-3D v18.

Основной вид

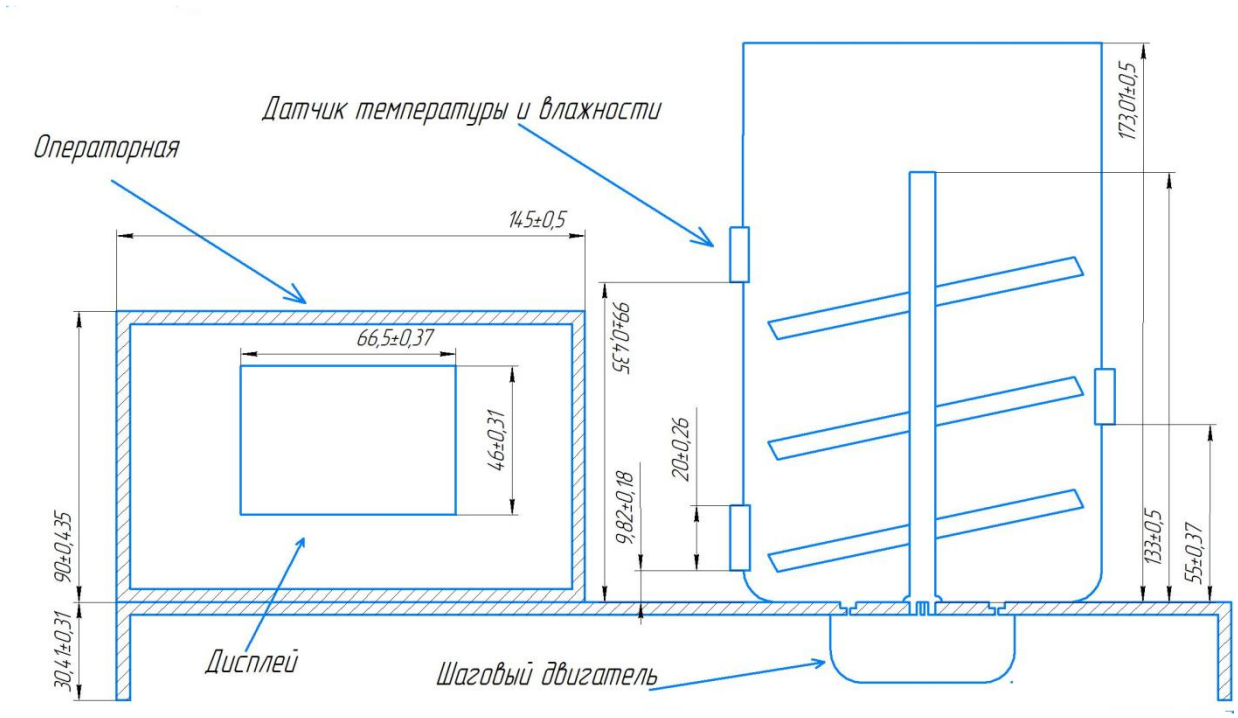

Рис 3.6

Макет имеет две составляющие - мини-элеватор, на котором установлена информационно-измерительная техника и операторная или блок управления, куда поступают измеренные данные для дальнейшей обработки с выводом на экран.

В длину макет измерения параметров зерна составляет 34,5 см.Высота мини элеватора - 17 см, высота и ширина операторной или блока управления составляет 9 см и 15 см соответственно, размер экрана в длину и ширину составляет 6 см и 5 см соответственно размер участка в высоту, на которой располагается система - 3 см, расстояние от края и от блока управления составляет 4 см и 5 см соответственно.

Вид сверху

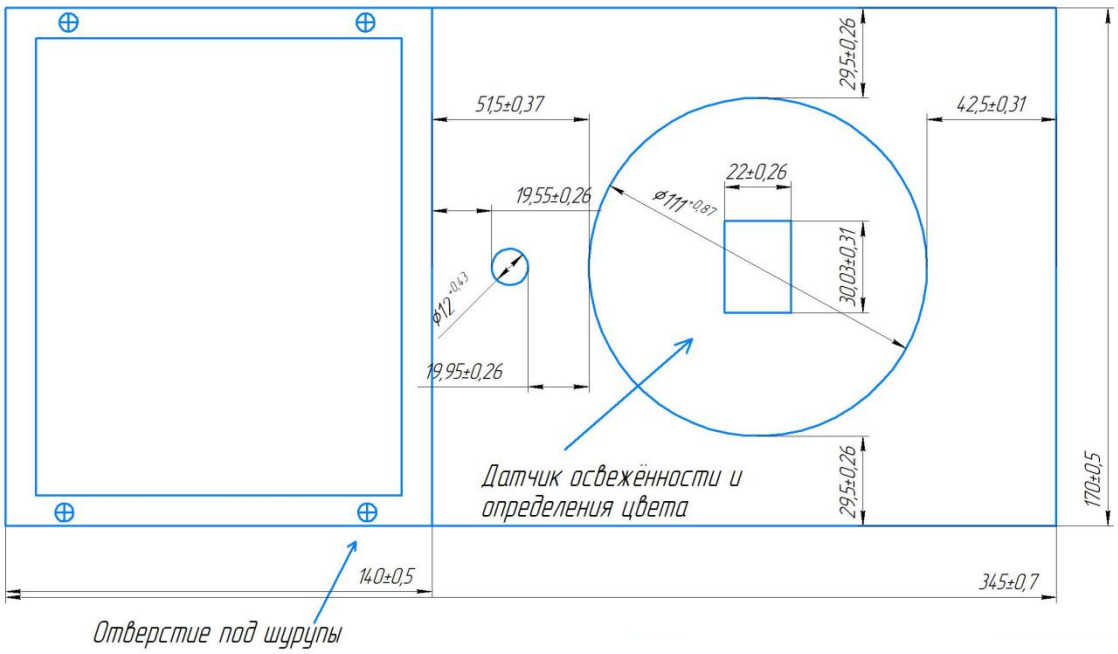

Рис 3.7

Как показывает выше представленный чертеж, макет имеет не такие уж огромные размеры. Ширина самого макета и блока управления составляет 17 см, диаметр мини-элеватора 11 см, диаметр соседнего отверстия, предназначенного для соединения шагового двигателя, который находится на нижнем уровне составляет 1,4 см, расстояние мини - элеватора слева и справа составляют 5 см и 4 см соответственно, а расстояние снизу и сверху по 29 см.

В дальнейшем макет был полностью реализован в мастерской кафедры ИИТ с приведенными размерами в программе Компас-3D v18.

а) МикроконтроллерAtmega2560

Atmega2560- сердце прибора, предназначенного для измерения параметров зерна в элеваторе. Выбор упал именно наAtmega2560 [8].

Atmega2560

Рис 3.8

Таблица 1

Краткие характеристики

Микроконтроллер	Atmega2560
Рабочее напряжение, В	5
Входное напряжение (рекомендуемое), В	7-12
Входное напряжение (предельное), В	6-20
Цифровые Входы/Выходы	54
Аналоговые входы	16
Постоянный ток через вход/выход, мА	40
Постоянный ток для вывода 3.3 В, мА	50
Флэш-память, КВ	256
ОЗУ, КВ	8
Тактовая частота, MHz	16

б) Датчик температуры и влажности

Датчик DHT-11 - относительно недорогой цифровой измерительный датчик, сочетающий в себе измерение так температуры, так и влажности. В основе замера влажности заложен емкостный метод и термистор для замера температуры воздуха в элеваторе [9].

Датчик DHT-11

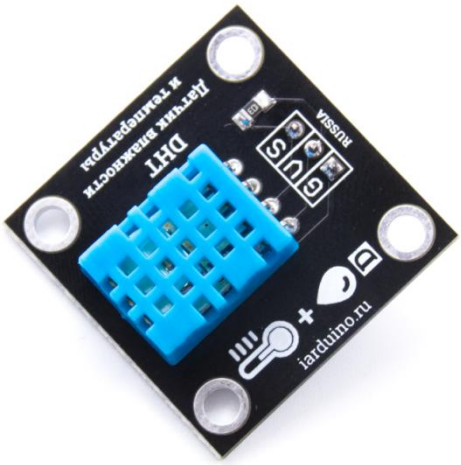

Рис 3.9

Таблица 2

Технические характеристики DHT-11

Питание, В	3,5-5
Ток питания в режиме ожидания, μА	60
Ток питания в режиме измерения, мА	0,3
Определение влажности,%	20-80 % с точность 5%
Определение температуры, °С	0–50 °С с точностью 2 %
Частота опроса, Гц	не более 1
Размеры, мм	28x12x5,5

в) Датчик цвета с ИК-фильтром TCS34725

Датчик цвета с ИК-фильтром TCS34725 - многофункциональный датчик, позволяющий измерятьосвещенность (в люксах), цветовая температура (по Кельвину) и еще отличать различные оттенки цветов, такие как красный, зеленый и синий [9].

Датчик цвета

Рис 3.10

Таблица 3

Технические характеристики TCS34725

Напряжение питания модуля, В	3.3 - 5
Потребляемый ток, мкА	235
Время преобразований, мс	от 2.4 до 700
Скорость интерфейса I2C, кбит/с	до 400
Адрес датчика на шине I2C	0x29
Рабочая температура, °C	-40 … +85
Габариты, мм	20x20
Вес, г	3.23

г) Шаговый двигатель 5В. с драйвером на ULN2003

4-х фазный шаговый двигатель 28BYJ-48 - двигатель, который осуществляет вращение шагами. Он состоит из вала, магнита и катушки. Катушки производят вращение вал за счет подачи тока, образуя притяжение или отталкивания вала, который заставляет вал вращаться

Шаговый двигатель

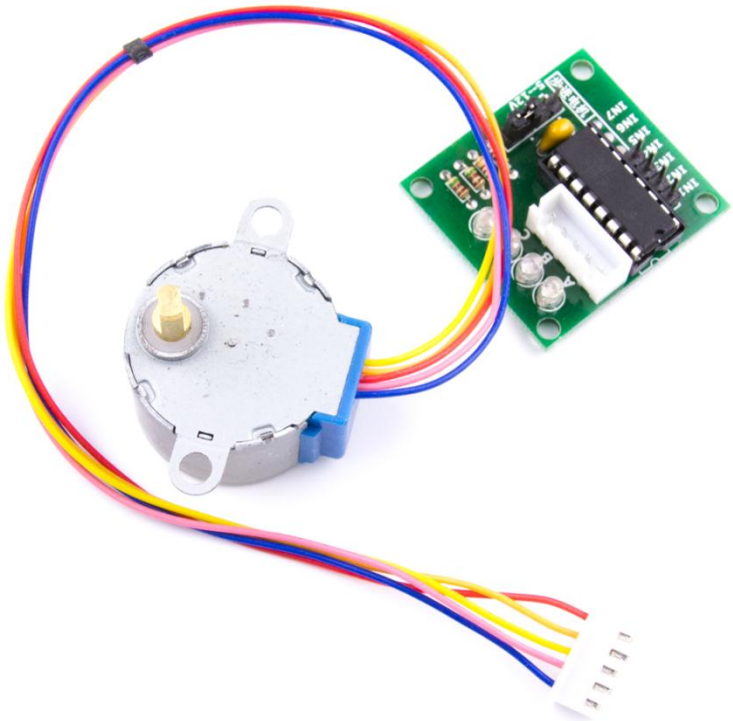

Рис 3.12

Четырехфазным назвали в силу того, что внутри корпуса находится две обмотки, разделённых на четыре части. Центральные отводы катушек подключены вместе и служат для питания двигателя. Данный двигатель является униполярным, потому что каждая обмотка является питающей. Ротор содержит 8 магнитов, полюса которого находятся в порядке чередования.

Подключать шаговый двигатель напрямую к микроконтроллеру не стоит, плата управления процессом сгорит. В силу этого появилась

промежуточная плата между двигателем и микроконтроллером - модуль шагового двигателя ULN2003, управляющий нагрузкой 500 мА за один ключ, а в модуле их 7. ULN2003 приспособлен как и для 5 В, так и для 12 В работы двигателя. Для переключения необходимо установить или убрать перемычку. Изначально на модуле установлено значение, равное 5 В

Модуль шагового двигателя ULN2003

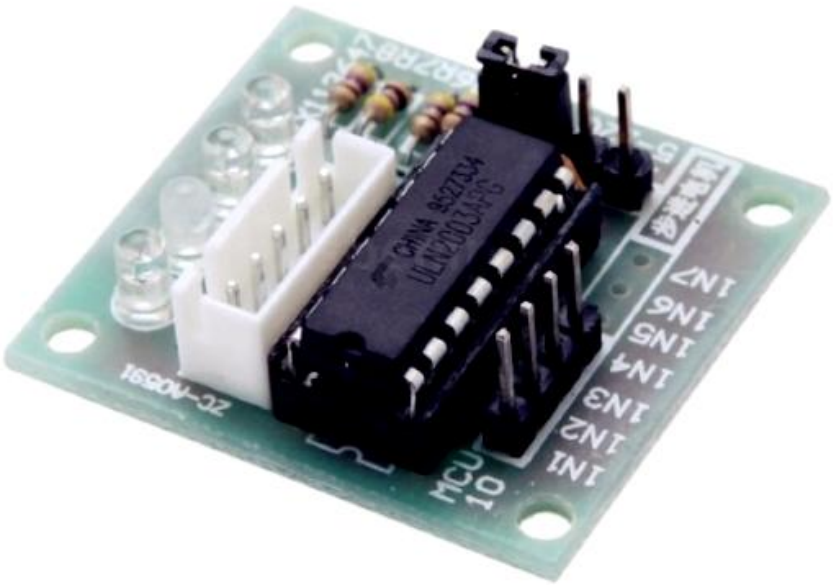

Рис 3.13

Таблица 4

Технические характеристики Шагового двигателя

Тип двигателя	Униполярный
Напряжение питания, В	5
Количество фаз	4
Частота, Гц	100
Сопротивление, Ω	50± 7% (при 25 °C)

д) Цветной графический дисплей 2.8 TFT 320x240

Цветной сенсорный TFT дисплей - жидкокристаллический сенсорный экран. Он совместим с различными рабочими платформами, микроконтроллерами. Поддерживает 16 бит цвета и на обратной стороне разъем для microSD, предзначенной для работы с информацией

Графический дисплей 2.8

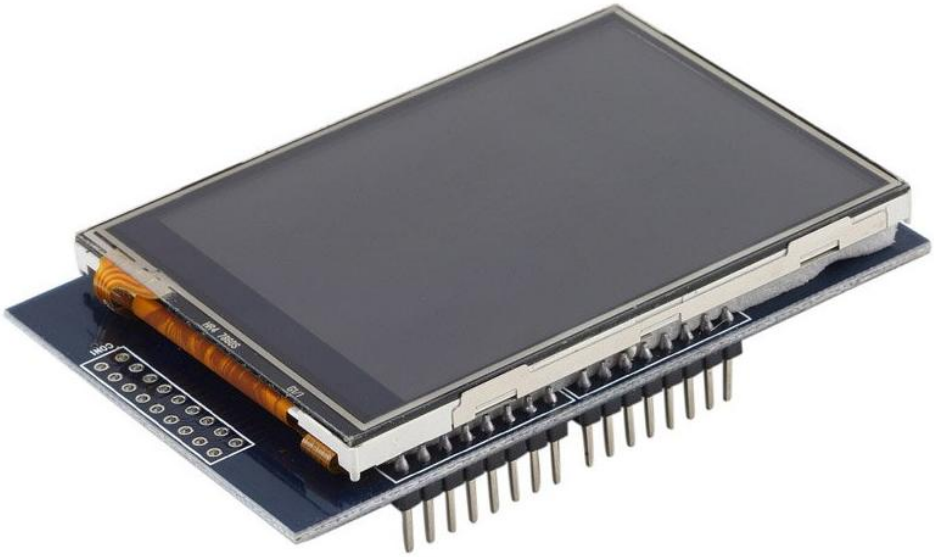

Рис 3.14

Таблица 5

Технические характеристики дисплея 2.8

Разрешение графической области	320x240 px (RGB)
Напряжение питания, В	3,3 – 5
Потребляемый ток, мА	менее 50
Размер графической области, мм	60×44
Интерфейс	SPI
Контроллер	ILI9340C
Вес, г	39
Габариты,мм	78 × 53 × 4

В результате получаем живой макет элеватора, который подтверждает реальную систему работы зернохранилища.

Живой макет элеватора

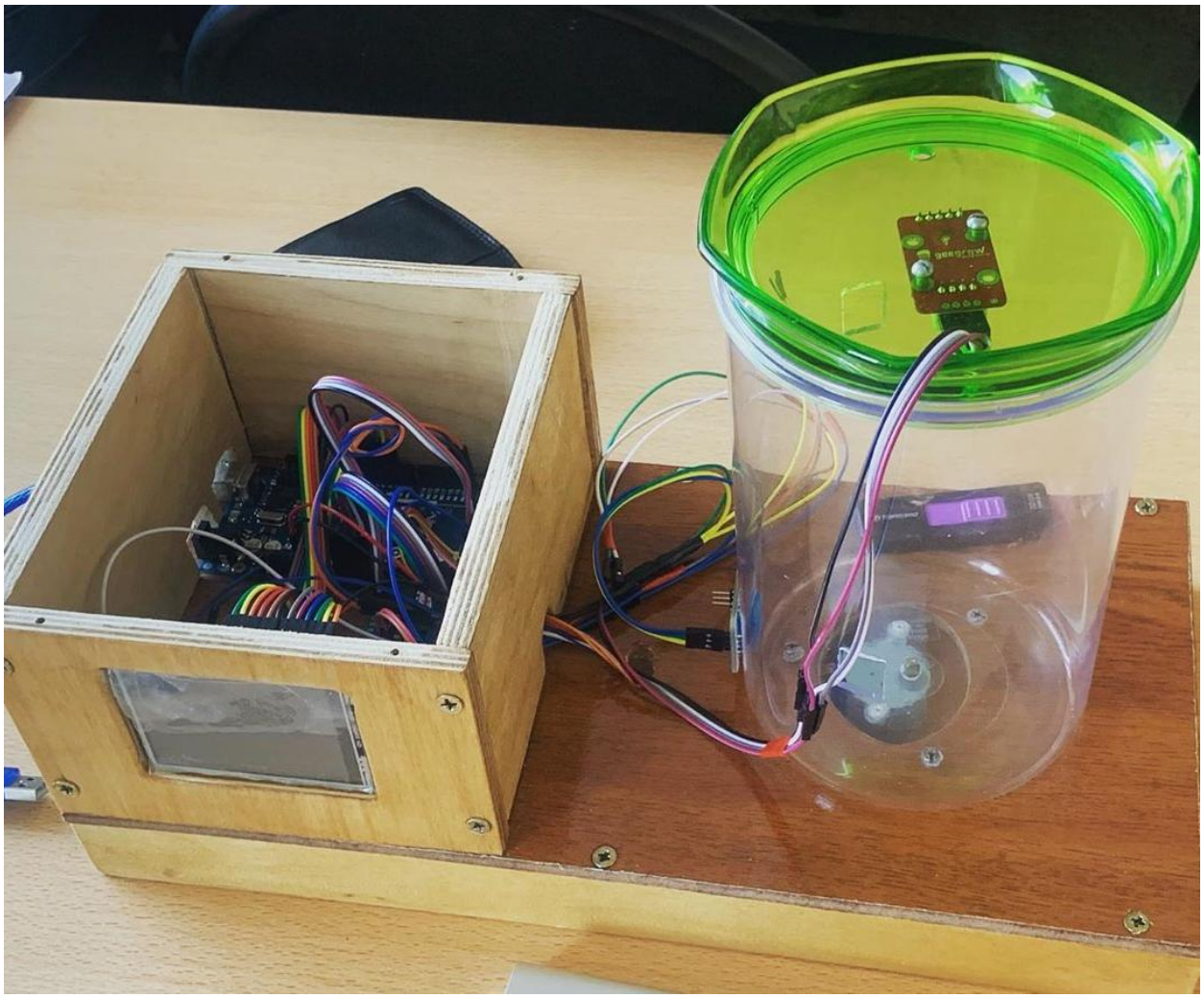

Рис 3.15

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы была разработана модель системы измерения параметров зерна с использованием датчиков температуры, влажности, зараженности и двигателя перемешивания зерновых запасов.

Рассмотрены различные виды измерений зерна в элеваторе, которые оказывают огромное влияние на качество.

Проработана модель поведения параметров зерна в процессе хранения зерна.

На основании разработанной измерительной системы, был реализован живой макет, подтверждающий полную работоспособность элеватора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельник Б. Е. И др. Технология приемки, хранения и переработки зерна. - М.: Агропромиздат, 1991. С.328.

2. Мухитдинов М. М. Оптические методы и устройства контролявлажности. - М.: Энергоатомиздат, 1986.

3. Берлинер М. А. Измерения влажности. - М.: Энергия, 1973. 400 с.

4. Автоматизация и механизация технологических процессов и управленияна хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях.// Труды.Вып.№100. Отв. ред. Л.А. Трисвятский.- М.: Вниз,1982.

5.Вобликов Е.М. Технология элеваторной промышленности. Учебное пособие. - Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2014. - 192 с.

6. Полищук Е.С. Измерительные преобразователи. - Киев: Вища школа, 1981. -296 с.

7. Анисимова Л.В. Проектирование элеваторов с основами САПР. Учебное пособие. - Барнаул, 2015г - 112 с.

8. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. - Наука и техника, 2008г

9. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. - М.: Техносфера, 2005. - 592 с

ПРИЛОЖЕНИЕ А

КОД ПРОГРАММЫ

```
#include <Adafruit_GFX.h>    // Ядро графической библиотеки
#include <Adafruit_TFTLCD.h> // Специфика аппаратного обеспечения
#include <MCUFRIEND_kbv.h>   // Специфика работы с разными чипами
#include <Stepper_28BYJ.h>
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_TCS34725.h"
#include <iarduino_DHT.h>   // подключаем библиотеку для работы с
датчиком DHT
iarduino_DHT sensor1(53);     // объявляем  переменную для работы с
датчиком DHT, указывая номер цифрового вывода к которому подключён
датчик (сейчас 2pin)
iarduino_DHT sensor2(51);     // объявляем  переменную для работы с
датчиком DHT, указывая номер цифрового вывода к которому подключён
датчик (сейчас 2pin)
iarduino_DHT sensor3(49);     // объявляем  переменную для работы с
датчиком DHT, указывая номер цифрового вывода к которому подключён
датчик (сейчас 2pin)
Adafruit_TCS34725 tcs =
Adafruit_TCS34725(TCS34725_INTEGRATIONTIME_700MS,
TCS34725_GAIN_1X);
 #include <Stepper.h>

const int stepsPerRevolution = 200;

Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 47,45,43,41); //подключение к пинам
8…11 на Ардуино
// Ассоциируем шестнадцатиричные значения цветов в удобочитаемый вид
```

```
#define BLACK   0x0000 // черный
#define BLUE    0x001F // синий
#define RED     0xF800 // красный
#define GREEN   0x07E0 // зелёный
#define CYAN    0x07FF // голубой
#define MAGENTA 0xF81F // малиновый
#define YELLOW  0xFFE0 // жёлтый
#define WHITE   0xFFFF // белый

MCUFRIEND_kbv tft; //инициализация объекта дисплея
String utf8rus(String source)
{
  int i,k;
  String target;
  unsigned char n;
  char m[2] = { '0', '\0' };
  k = source.length(); i = 0;
  while (i < k) {
    n = source[i]; i++;

   if (n >= 0xBF){
     switch (n) {
     case 0xD0: {
    n = source[i]; i++;
  if (n == 0x81) { n = 0xA8; break; }
  if (n >= 0x90 && n <= 0xBF) n = n + 0x2F;
    break;
  }
case 0xD1: {
n = source[i]; i++;
```

```
if (n == 0x91) { n = 0xB7; break; }
if (n >= 0x80 && n <= 0x8F) n = n + 0x6F;
break;
}
}
}
m[0] = n; target = target + String(m);
}
return target;
}
void setup(){

Serial.begin(9600); {
 myStepper.setSpeed(60); //установка скорости вращения ротора

tft.reset(); //сброс дисплея

uint16_tidentifier = tft.readID(); //чтение идентификатора чипа
tft.begin(identifier); //инициализация дисплея
}



if (tcs.begin()) {
Serial.println("Found sensor");
} else {
Serial.println("No TCS34725 found ... check your connections");
while (1);
}

// Now we're ready to get readings!
```

```
}

void loop() {
   while(true)
 {
uint16_t r, g, b, c, colorTemp, lux;

tcs.getRawData(&r, &g, &b, &c);
colorTemp = tcs.calculateColorTemperature(r, g, b);
lux = tcs.calculateLux(r, g, b);

Serial.print("Color Temp: "); Serial.print(colorTemp, DEC); Serial.print(" K - ");
Serial.print("Lux: "); Serial.print(lux, DEC); Serial.print(" - ");
Serial.print("R: "); Serial.print(r, DEC); Serial.print(" ");
Serial.print("G: "); Serial.print(g, DEC); Serial.print(" ");
Serial.print("B: "); Serial.print(b, DEC); Serial.print(" ");
Serial.print("C: "); Serial.print(c, DEC); Serial.print(" ");
Serial.println(" ");
//  sensor1.read(); // чтение    показаний   первого датчика
//  sensor1.hum     // показания влажности   первого датчика
//  sensor1.tem     // показания температуры первого датчика
//  sensor2.read(); // чтение    показаний   второго датчика
//  sensor2.hum     // показания влажности   второго датчика
//  sensor2.tem     // показания температуры второго датчика
switch(sensor1.read()){    // читаем показания датчика
case DHT_OK:               Serial.println((String) "СЕНСОР В КОМНАТЕ: " +
sensor1.hum + "% - " + sensor1.tem + "*C");  break;
   case DHT_ERROR_CHECKSUM:   Serial.println(         "СЕНСОР В
КОМНАТЕ: НЕ РАВЕНСТВО КС");                    break;
```

```
   case DHT_ERROR_DATA:       Serial.println(         "СЕНСОР В КОМНАТЕ:
ОТВЕТ НЕ СООТВЕТСТВ. СЕНСОРАМ 'DHT'"); break;
   case DHT_ERROR_NO_REPLY:   Serial.println(         "СЕНСОР В
КОМНАТЕ: НЕТ ОТВЕТА");                          break;
   default:                   Serial.println(         "СЕНСОР В КОМНАТЕ: ERROR");
break;
}
  switch(sensor2.read()){    // читаем показания датчика
case DHT_OK:               Serial.println((String) "СЕНСОР В КОМНАТЕ: " +
sensor2.hum + "% - " + sensor2.tem + "*C");  break;
   case DHT_ERROR_CHECKSUM:   Serial.println(         "СЕНСОР В
КОМНАТЕ: НЕ РАВЕНСТВО КС");                     break;
   case DHT_ERROR_DATA:       Serial.println(         "СЕНСОР В КОМНАТЕ:
ОТВЕТ НЕ СООТВЕТСТВ. СЕНСОРАМ 'DHT'"); break;
   case DHT_ERROR_NO_REPLY:   Serial.println(         "СЕНСОР В
КОМНАТЕ: НЕТ ОТВЕТА");                          break;
   default:                   Serial.println(         "СЕНСОР В КОМНАТЕ: ERROR");
break;
}
   switch(sensor3.read()){    // читаем показания датчика
case DHT_OK:               Serial.println((String) "СЕНСОР В КОМНАТЕ: " +
sensor3.hum + "% - " + sensor3.tem + "*C");  break;
   case DHT_ERROR_CHECKSUM:   Serial.println(         "СЕНСОР В
КОМНАТЕ: НЕ РАВЕНСТВО КС");                     break;
   case DHT_ERROR_DATA:       Serial.println(         "СЕНСОР В КОМНАТЕ:
ОТВЕТ НЕ СООТВЕТСТВ. СЕНСОРАМ 'DHT'"); break;
   case DHT_ERROR_NO_REPLY:   Serial.println(         "СЕНСОР В
КОМНАТЕ: НЕТ ОТВЕТА");                          break;
   default:                   Serial.println(         "СЕНСОР В КОМНАТЕ: ERROR");
break;
```

```
  }
  if (sensor1.tem>30)
  {Serial.println("DVIGATELgo");
  myStepper.step(1000);
  delay(2000);}
  //for(uint8_t rotation=0; rotation<4; rotation++) {
//попеременноустановкаповоротадисплея
uint8_t rotation=1;
    tft.setRotation(rotation); //установитьповорот

    tft.fillScreen(BLUE);
tft.setCursor(0,0);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("Влажность: "));
tft.print(sensor1.hum);
tft.setCursor(0,30);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("Температура: "));
tft.print(sensor1.tem);

tft.setCursor(0,60);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("Влажность: "));
tft.print(sensor2.hum);
tft.setCursor(0,90);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("Температура: "));
tft.print(sensor2.tem);
tft.setCursor(0,120);
tft.setTextSize(2); //размертекста
```

```
tft.print(utf8rus("Влажность: "));
tft.print(sensor3.hum);
tft.setCursor(0,150);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("Температура: "));
tft.print(sensor3.tem);
tft.setCursor(0,180);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("Освещенность: "));
tft.print(lux);
tft.setCursor(0,210);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("R: "));
tft.print(r);
tft.setCursor(120,210);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("G: "));
tft.print(g);
tft.setCursor(240,210);
tft.setTextSize(2); //размертекста
tft.print(utf8rus("B:"));
tft.print(b);
delay(2000);
}
}
```