

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка конструкции фото-видеослайдера

УДК 004.42:621.397.6.001.66

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ71	Ревин Илья Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Дронов В.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально- гуманитарных наук	Подопригора И.В	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Исаева Е.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Крауиньш П.Я.	Д.Т.Н.		

Томск – 2019 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа

ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Крауиньш П.Я.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ71	Ревину Илье Владиировичу

Тема работы:

Разработка конструкции фото-видеослайдера

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объект исследования: разработка конструкции каретки линейного перемещения, направляющих и опор фото-видеослайдера.

Режимы работы: ручное управление, режим интервальной фотосъемки, автоматический режим видеосъемки с интерполяцией координат по трем заданным позициям.

Требования к изделию: слайдер должен быть моторизирован, оснащен электронным модулем для реализации программного управления, иметь

	программно управляемый механизм линейного перемещения каретки, регулируемые опоры для размещения направляющих.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Провести обзор и анализ решений, имеющихся на рынке. 2. Описать принцип работы слайдера и его узлов. 3. Разработать 3D модель каретки, направляющих, стоек и опор. 4. Провести анализ динамики движения каретки с помощью математической модели. Сделать выводы на основе анализа. 5. Подобрать комплектующие для последующей сборки и эксплуатации устройства. 6. На основании проведенных исследований изготовить и собрать изделие; реализовать программный код, отвечающий за работы всех предусмотренных режимов работы. 7. Проверить работоспособность разработанного устройства на физическом прототипе и отладить программное управление режимами работы. 8. Сделать выводы по проведенной работе и наметить пути дальнейшего совершенствования изделия.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема изделия. Блок-схема алгоритма управления. Графики перемещения и скорости в зависимости от времени в среде MatLab. Иллюстрации, демонстрирующие 3D модель изделия. Фотографии прототипа разработанного устройства.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Информационно-аналитический обзор	Дронов В.В.
Расчеты и аналитика	Дронов В.В./Дерюшева В.Н.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Подопригора И.В.
Социальная ответственность	Исаева Е.С.
Иностранный язык	Устюжанина А.К.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном	

языках:

Информационно-аналитический обзор

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной
квалификационной работы по линейному графику**

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Дронов В.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ71	Ревин И.В.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа: ИШНПТ

Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

Уровень образования магистратура

Период выполнения осенний/весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Названия раздела (модуля) вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.09.2018	Информационно – аналитический обзор	8
10.10.2018	Создание модели в программном комплексе SolidWorks	12
16.11.2018	Настройка программ управления слайдером	25
21.12.2018	Сборка и проверка работы прототипа	25
25.03.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
18.04.2019	Социальная ответственность	10
19.05.2019	Оформление магистерской диссертации	10
05.06.2019	Завершение магистерской диссертации	100
28.09.2018	Обзор зарубежной и отечественной литературы	8

Составил преподаватель:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Дронов В.В.	к.т.н.		

Согласно:

Руководителем ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Крауиньш П.Я.	д.т.н., профессор		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
Р1	Применять <i>глубокие естественнонаучные и математические знания</i> для создания нового технологического оборудования и машин.	Требования ФГОС ВО (ОПК 1, ПК2, 3). Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современного машиностроительного производства для решения <i>междисциплинарных инженерных задач</i>	Требования ФГОС ВО (ПК-1-4). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р3	Ставить и решать <i>инновационные задачи инженерного анализа</i> , связанные с созданием и обработкой новых изделий с использованием системного анализа и моделирования объектов машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ПК-5-9). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р4	<i>Разрабатывать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ПК-15-17). Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р5	Проводить теоретические и модельные исследования в области машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ОПК 1, ПК16). Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р6	Внедрять и обслуживать современные высокотехнологические линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС ВО (ОК-2, ПК-9, ПК-11, 12, 13, 14). Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Универсальные компетенции		
P7	Использовать <i>глубокие знания</i> для <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВО (ОПК-4, ПК2, ПК-3, ПК-13, ПК-14, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P8	<i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОПК-3, ОПК-4, ПК-13, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ПК18). Критерий 5 АИОР (п. 2.13), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания</i> социальных, этических и культурных аспектов, компетентность в вопросах устойчивого развития	Требования ФГОС ВО (ОК-2). Критерий 5 АИОР (п. 2.14), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-3). Критерий 5 АИОР (п. 2.14), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, состоящую из 156 страниц. Включает в себя 65 рисунков и 19 таблиц, 4 приложения.

Ключевые слова: слайдер, 3D модель, фото-видео съемка, камера, автоматизация фото-видео съемки, роботизация фото-видео съемки.

Объектом проектирования является конструкция каретки фото-видеослайдера предназначенной для последующего размещения на каретке поворотной платформы для установки фото-видеокамеры.

Целью выпускной квалификационной работы является конструкторско-технологическая разработка корпуса каретки слайдера.

В результате процесса разработки создана 3D модель слайдера и собран прототип слайдера.

В процессе работы проводились: разработка математической модели движения каретки слайдера, проанализированы полученные результаты зависимости колебаний каретки от материалов ремня.

Степень внедрения: проект в виде 3D моделей в САПР и рабочий прототип изделия.

Область применения: Любительская или профессиональная фото-видео съемка.

Экономическая эффективность/значимость работы определена путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков.

Содержание

Реферат.....	8
Нормативные ссылки и сокращения.....	11
Введение.....	13
1 Информационно – аналитический обзор.....	14
1.1 Описание слайдера.....	14
1.2 Анализ рынка с представленными моделями.....	15
1.3 Основные конструктивные элементы слайдера.....	19
1.4 Варианты механизмов передвижения каретки.....	19
1.4.1 Каретка с ручным управлением.....	21
1.4.2 Видео слайдер с полуавтоматическим управлением.....	22
1.4.3 Видео слайдер с автоматическим управлением.....	24
2 Объект проектирования и актуальность разработки.....	28
2.1 Цели проводимой работы.....	28
2.2 Обоснование для разработки.....	28
2.3 Основное содержание работы.....	28
2.4 Методы исследования.....	28
2.5 Основные технические характеристики механизма.....	29
3 Подготовка к проектированию слайдера.....	30
3.1 Камера.....	30
3.2 Источник питания.....	31
3.2.1 Анализ существующих решений.....	32
3.3 Разработка принципиальной схемы подключения источника питания к электронной схеме «Arduino».....	37
3.4 Создание модели слайдера в САПР.....	39
3.4.1 Слайдер 1.....	39
3.4.2 Слайдер 2.....	42
3.4.3 Слайдер на направляющих трубках системы Joker.....	44
3.5 Анализ динамики поступательного движения фото-видеослайдера.....	50
3.5.1 Структурная схема.....	50
3.5.2 Анализ параметров.....	51
3.5.3 Уравнение.....	52
3.5.4 Анализ модели.....	53
3.5.5 Вывод по разделу.....	57
3.6 Комплектующие.....	58
3.7 Настройка программ управления слайдером.....	59
3.7.1 Режимы управления камеры.....	59
3.7.2 Скetch движения каретки.....	61
3.7.3 Приложение для управление слайдером.....	63
4 Изготовление и сборка изделия.....	66
4.1 Изготовление деталей слайдера.....	66
4.2 Сборка слайдера.....	75
4.3 Проверка работы слайдера.....	79
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	84
5.1 Введение.....	84
5.2 Анализ рынка.....	84
5.3 Целевая аудитория.....	85
5.4 Конкурентный анализ.....	86
5.5 Технология QuaD.....	88

5.6	SWOT-анализ.....	90
5.7	Планирование работы.....	93
5.8	Вывод по разделу.....	105
6	Социальная ответственность.....	108
6.1	Введение.....	108
6.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	110
6.2.1	Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны.....	111
6.3	Производственная безопасность.....	113
6.3.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	113
6.3.2	Отклонение показателей микроклимата.....	115
6.3.3	Повышенный уровень шума.....	116
6.3.4	Малая освещенность.....	117
6.3.5	Риск травмирования о движущиеся части слайдера.....	118
6.3.6	Возможность получения термического ожога.....	118
6.3.7	Возможность получить удар электрическим током.....	119
6.4	Экологическая безопасность.....	120
6.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	121
6.6	Выводы по разделу.....	123
7	Заключение.....	124
	Список источников.....	125
	Приложение А «Аннотация работы на английском языке»	127
	Приложение Б «Фотографии прототипа каретки линейного перемещения»... ..	150
	Приложение В «Исходный код программы управления режимом калибровки».....	151
	Приложение Г «Распределение задач между участниками проекта».....	155

Нормативные ссылки и сокращения

Сокращения

ШД – шаговый двигатель;

СП – сервопривод

ПО – программное обеспечение

КВ – концевой выключатель

УП – управляющая программа

БТ - Bluetooth

ФА - фотоаппарат

Нормативные ссылки

1. ГОСТ 8032-84 «Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.

2. ISO 26000:2010 «Руководство по социальной ответственности».

3. ГОСТ 12.2.032 – 78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

4. ГОСТ 12.0.003 – 74 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

6. ГОСТ 30494 – 2011. «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

7. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

8. СНиП 23 – 05 – 95. «Естественное и искусственное освещение».

9. ГОСТ 12.0.002 – 2003. «Система стандартов безопасности труда. Термины и определения».

10. ГОСТ 12.1.019 – 79 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

11. ГОСТ 12.1.004 – 91 ССБТ. «Пожарная безопасность».

12 12. СНиП 21 – 01 – 97. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

13. СНиП 2.01.02 – 85. «Строительные нормы и правила. Противопожарные нормы».

Введение

В настоящее время слайдеры для фото-видео съемки набирают все большую популярность, как у новичков, так и у профессионалов своего дела, ведь с их помощью можно создавать удивительно красивые панорамные видео с различными ракурсами, углами наклона при съемке и т.д. [26].

На данный момент на рынке представлено большое количество слайдеров, меньшее число из них является моторизированными, еще меньшее имеют удобную конструкцию и хорошее качество. Они имеют высокую рыночную стоимость, некоторые из них с неразборной конструкцией, что усложняет их транспортировку [27].

Целью данной работы является описание принципа работы слайдера, анализ рынка с представленными моделями, рассмотрение основных узлов проектируемого слайдера, рассмотрение различных вариантов механизмов передвижения платформы с камерой, окончательный выбор этого механизма, а также подготовка к проектированию конструкции слайдера.

Разрабатываемый моторизированный слайдер должен:

- Иметь низкую цену;
- Быть простым в использовании;
- Иметь разборную конструкцию;
- Легко транспортироваться;
- Иметь жесткую и прочную конструкцию;
- Иметь небольшой вес.

В проекте принимают участие несколько человек. Диаграмма распределения нагрузки представлена в приложении Г

1. Информационно – аналитический обзор

1.1 Описание слайдера

Слайдер для видеосъемки – компактная подвижная конструкция, которая используется для перемещения камеры (смартфона оснащенного качественной камерой) во время съемки для создания панорамных видео, фотографирования с разных ракурсов, создания эффекта “Bullet time”.

Слайдеры можно разделить на 2 основные категории: с прямолинейными и криволинейными направляющими. Слайдер устанавливается на ровную или наклонную поверхность, в зависимости от требований к режиму съемки. Некоторые конструкции слайдеров предусматривают установку на фото-штатив. На рисунке 1 и рисунке 2 изображены различные конструкции слайдеров.



Рис. 1 Слайдер с прямолинейными направляющими.



Рис. 2 Слайдер с радиальными направляющими.

Слайдер представляет из себя длинную направляющую на опорах с перемещающейся по ней платформой (кареткой). На платформу с помощью подвижного шарнира или статичного закрепления устанавливается камера. Исполнение направляющих разнообразно, это может быть вытянутая пластина или направляющие разных видов сечения. Платформа перемещается по направляющим вручную или автоматически в случае моторизированного слайдера. При автоматизированном перемещении обычно предусмотрены настройки скорости движения платформы. Механизмы, перемещающие платформу, также различны по устройству и принципу работы, они будут описаны далее в работе.

1.2 Анализ рынка с представленными моделями

В каталогах производителей можно найти огромное количество различных вариантов слайдеров стоимостью от \$20 о \$2000. Они различаются по конструкции, материалам и принципу работы. Необходимо проанализировать их типовые конструктивные решения для выбора оптимального прототипа слайдера.

Слайдер MY SKATER-DOLLY



Рис. 3 Слайдер MY SKATER-DOLLY.

Слайдер MY SKATER-DOLLY состоит из двух устройств – «SKATER» и «DOLLY». Подходит для любых видов видеокамер. Это

гибридный агрегат, который совмещает в себе такое оборудование как скейтер и слайдер.

Площадка на четырех опорных точках обеспечивает устойчивость камер любых размеров. Более того, можно отрегулировать ролики, установив их ближе или дальше от центра площадки. Набор имеет шесть регулируемых опор. Таким образом «DOLLY» является устойчивой основой при создании плавной и ровной панорамы.

MY DOLLY может быть установлен на два штатива, что позволит осуществить съемку на любом уровне. Длина рельс составляет 160 см, это оптимальная длина для панорамной съемки. А также его каретка не может перемещаться автоматически. Цена данного слайдера составляет \$300 [30].

Digitalfoto slider



Рис. 4 Слайдер Digitalfoto slider.

Одна из самых распространенных моделей. Средняя цена на рынке \$800. Часто в комплекте поставляется переносная сумка.

Параметры:

- Длина трека – 1 м;
- Диапазон скоростей – от 10 до 500 мм/сек;
- Мощность двигателя – 1 Вт;

- Максимальные обороты двигателя – 24 об/мин;
- Максимальная нагрузка на горизонтальные подшипник – 50 кг;
- Максимальная нагрузка на вертикальный подшипник – 10 кг.

Для питания двигателя используются 3 литиевые батареи. Заряд батареи держится до 10 часов. Существует возможность настраивать параметры съемки (скорость слайдера, поворот и т.д.) за счет модуля, что делает съемку автоматической. К недостаткам данной модели можно отнести небольшую длину рабочей поверхности и высокую цену.

Slider ES80



Рис. 5 Слайдер ES80.

Данный тип слайдера является модульным: его рабочую длину можно увеличить до необходимых размеров.



Рис. 6 Крепление модулей.



Рис. 7 Модульная конструкция слайдера.

Движение в данном слайдере осуществляется вручную за счет ременной передачи. Модульность конструкции позволяет настраивать различную длину, что увеличивает панораму съемки. Производитель заявляет, что сборка и разборка слайдера происходит быстро. Трубки и другие детали сделаны из углеродного волокна.

Основные характеристики продукта:

- 8 кг полезной нагрузки;
- Модульная конструкция;
- Регулируемая длина;
- Индивидуально регулируемые опоры.

К недостаткам этой модели можно отнести отсутствие автоматизированного перемещения платформы и низкое качество деталей слайдера [29].

В данном разделе были рассмотрены самые популярные слайдеры, представленные на рынке. Они имеют существенные недостатки (не автоматизированные механизмы, малая рабочая длина), кроме того многие из них обладают высокой ценой.

1.3 Основные конструктивные элементы слайдера

К основным компонентам слайдера относятся:

- Двигатель. За счет двигателя происходит движение камеры вдоль направляющих;
- Направляющие. По ним перемещается каретка, на которой может размещаться поворотная платформа под фото-видеокамеру;
- Модуль управления. Управляет работой двигателя, затвором камеры и поворотными механизмами камеры, если таковые имеются. В разрабатываемом слайдере будет использоваться модуль управления Arduino;
- Опорные элементы. На них установлена вся конструкция, в некоторых исполнениях их можно крепить к штативам;
- Каретка камеры. Платформа, к которой крепится камера, в некоторых исполнениях может поворачиваться для более подробной съемки.

1.4 Варианты механизмов передвижения каретки

Для дальнейшего проектирования необходимо определиться с возможными вариантами исполнения механизма передвижения каретки. Рассмотрим возможное исполнение на различных слайдерах.

Принцип движения каретки камеры можно условно разделить на две большие категории: каретки, которые двигаются вручную, и каретки, которые передвигаются автоматически.

Каретка перемещается по рельсам слайдера с помощью приводов. Рассмотрим этот процесс более детально. Каретка обычно имеет на своем корпусе ролики. На рисунке 8 показаны направляющие качения.



Рис. 8 Изображение роликов на корпусе каретки.

Эти ролики, катаясь по рельсовой системе, перемещают каретку вдоль рельс. Рельсы также могут охватывать ролики с двух сторон, сверху и снизу, для того чтобы устройство могло работать в перевернутом положении, кроме того это предотвращает опрокидывание каретки.

Кроме перемещения каретки на роликах, существует вариант передвижения, продемонстрированный на рисунке 9.



Рис. 9 Слайдер с втулками.

В таком исполнении используются фрикционные пластиковые втулки, которые полностью обхватывают трубы, предотвращая отрыв платформы от направляющих.

Как было упомянуто ранее, слайдеры могут быть с ручным управлением, при котором оператор передвигает каретку за ручку. В таком случае конструкция устройства довольно проста, не требует электроники, аккумуляторных батарей и т.д. Такое устройство будет

иметь меньшую стоимость, по сравнению с автоматизированным слайдером.

1.4.1 Каретка с ручным управлением

Для начала рассмотрим каретки, которые передвигаются вручную. Из названия понятно, что для движения камеры необходим оператор, который будет направлять как камеру, так и саму каретку.

Преимуществом такой системы является простота механизма, за счет отсутствия электронных схем, моторов, их настройки и т.д., а также дешевизна, по сравнению с электронными системами поворота камеры.

К недостаткам этого варианта можно отнести постоянное непосредственное присутствие оператора видеосъемки для регулировки угла поворота камеры и движения каретки вдоль рельс, а также неточная регулировка угла поворота. Это может повлиять на плавность видеосъемки, в результате которой можно получить «дрожащую картинку».



Рис. 10 Видеосъемка на ручном слайдере.

Существует несколько вариаций данного способа перемещения. Одним из способов перемещения является процесс передачи движения на каретку путем вращения ручки, как показано на рисунке 10.

Другим является процесс перемещение камеры под своим собственным весом. В данном случае нет необходимости использовать двигатели, достаточно наклонить под необходимым углом слайдер, и камера сама скатится.



Рис. 11 Процесс перемещения каретки.

Другой способ перемещения каретки подразумевает использование двигателя. При помощи двигателя и управляющей программы можно задавать команды, которые будут отвечать за перемещение каретки, камеры и нажатия затвора.

Рассмотрим слайдеры с автоматическим и полуавтоматическим управлением.

1.4.2 Видео слайдер с полуавтоматическим управлением

Другим вариантом являются слайдеры, в которых применена полуавтоматическая система управления углом поворота камеры. Примером такого слайдера может служить видеослайдер «Ashanks S2», представленный на рисунке 12.



Рис. 12 Видео слайдер «Ashanks S2».

В этом видеослайдере система устроена следующим образом: на каретке установлен шаговый электромотор, который поворачивает свой вал на определенный фиксированный угол при подаче на контакты электромотора электрического сигнала. Сигнал приходит с пульта управления путем изменения положения регулятора. Более простым языком, оператор поворачивает регулятор на определенную величину, и на такую же величину поворачивается видеокамера на каретке. Так же каретка перемещается вдоль рельс автоматически, с заданными параметрами. У данного способа управления так же есть свои преимущества и недостатки.

К преимуществам можно отнести точную регулировку поворота камеры, что позволит осуществить плавную видеосъемку; относительно невысокую цену, по сравнению с автоматическими видео слайдерами; автоматическое перемещение каретки по рельсам. К недостаткам можно отнести зависимость оператора от процесса видеосъемки (оператору все равно придется влиять на ход видеосъемки, подстраивая поворот угла камеры). Кроме того такая система имеет довольно большой вес, это может повлиять на усиление конструкции рельсовой системы. Еще одним недостатком является сложность в конструировании такого

видеослайдера, за счет установленных в нем электронных схем, электромоторов, аккумуляторов и т.д.

1.4.3 Видео слайдер с автоматическим управлением

В настоящее время таких слайдеров на рынке представлено очень мало, в основном они применяются в кинематографе, их стоимость достигает нескольких миллионов рублей. В таких слайдерах процессы поворота камеры и перемещения каретки по направляющим полностью автоматизированы, и программируются до начала съемки с помощью пульта или других устройств.

Примером может служить камера «Паук», которая с введением системы VAR (Video assistant referee) стала автоматически перемещаться над полем, отслеживая положения мяча или нужного игрока. В данном процессе оператор не управляет передвижением камеры, если в этом нет необходимости. В роли направляющих выступают веревки вдоль которых двигается камера по нескольким осям[28].



Рис. 13 Камера «Паук».

Подобные системы имеют поворотные механизмы, могут перемещаться на каретке по рельсовым системам (или другим направляющим), имеют программу, по которой его моторизированные части поворачиваются на определенные углы. Так и слайдер, по заранее

заданной программе перемещает каретку по рельсам с заданной скоростью на заданную длину, а камера на каретке поворачивается на заданный угол с заданной скоростью. Таким образом происходит плавная видеосъемка без рывков, параметры которой можно настроить заранее.

К преимуществам такого устройства слайдера можно отнести полностью автоматизированную видеосъемку, даже без участия в ней оператора, получение плавного изображения и полностью программируемые параметры скорости и угла поворота. К недостаткам можно отнести высокую цену такого устройства, большой вес и сложность в разработке [1].

В проектируемом устройстве съемка будет полностью автоматизирована. Автоматизированные слайдеры имеют более сложную конструкцию и более высокую цену, но имеют свои преимущества перед ручными слайдерами. Здесь действия оператора заменены работой шаговых электродвигателей, которые приводом соединены с кареткой. Они перемещают каретку вдоль рельс или по направляющим по заранее записанной программе или просто по нажатию кнопки. Электродвигатель, приводящий каретку в движение, может быть установлен на корпусе самого слайдера, или непосредственно в корпусе каретки, во втором случае сложнее скомпоновать двигатель, если присутствует функция вращения камеры вокруг своей оси. Для этого действия так же необходим еще один двигатель. Для упрощения конструкции, в проектируемом устройстве двигатель будет установлен на корпусе самого слайдера.



Рис. 14 Конструкция каретки слайдера с ременной передачей.

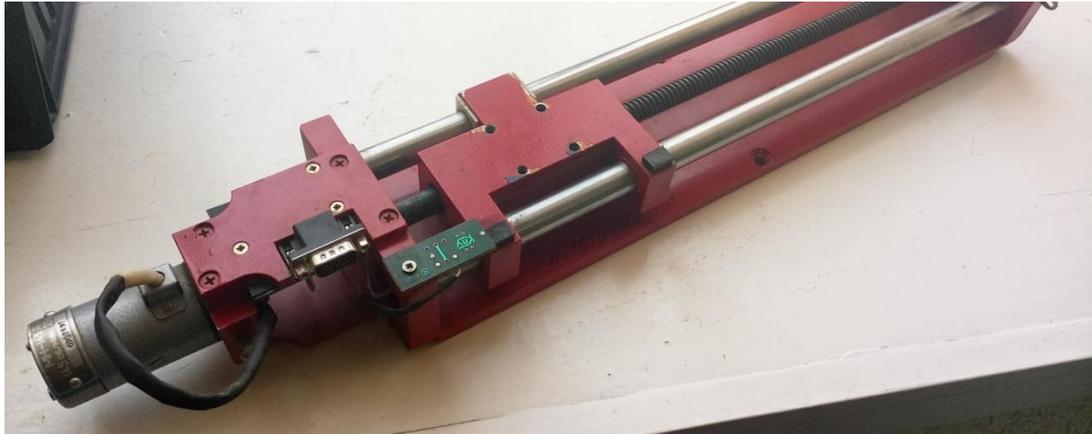


Рис. 15 Конструкция механизма с передачей винт-гайка.

Двигатель может приводить каретку в движение разными способами: он может быть соединен с шестерней каретки зубчатым ремнем, при использовании ременной передачи, либо двигатель может вращать вал, проходящий через резьбовое отверстие в корпусе каретки, при использовании передачи винт-гайка. При компоновке двигателя в корпусе каретки, возможно перемещение последней с помощью реечной передачи, но в данном случае зубчатая рейка имеет слишком большой вес. В конструкции проектируемого слайдера будет применено решение с ременной передачей, из-за простоты конструкции, небольшого веса, по сравнению с передачей винт-гайка и надежности. Таким образом каретка будет приводится в движение с помощью привода от шагового электродвигателя.

При разработке слайдера будет применена возможность вращения камеры вокруг своей оси. Для реализации этой функции, в корпусе каретки будет установлен шаговый электродвигатель, связанный ременной передачей с креплением камеры.

Рассмотренные решения позволят в автоматическом режиме достигать получения таких эффектов как панорамное видео, “Time Lapse”, “Bullet time”, фотографирования с разных ракурсов. Примеры таких эффектов показаны на рисунке 16.

Timelapse – это последовательно сделанные, с определенным интервалом фотографии, сведенные впоследствии в видеоряд.

Bullet time – техника комбинированной съёмки, используемая для создания на экране иллюзии остановки времени, то есть движения съемочной камеры и зрителя вокруг застывшего объекта, в реальности быстро двигающегося, например, в момент прыжка или падения. Применяется в кинематографе и компьютерных играх, а известность получил благодаря фильму «Матрица», где использован во многих сценах [2].



Рис. 16 Эффекты «TimeLapse» на левом изображении и «Bullet Time» на правом.

2. Объект проектирования и актуальность разработки

2.1 Цели проводимой работы

Проектирование и создание 3D модели корпуса каретки, направляющих и стоек слайдера. Проведение анализа 3D модели для определения параметров и характеристик проектируемого механизма передвижения камеры. Обоснование выбора компонентов для каретки. Описание устройства и принципа его работы. Изготовление и сборка механизма, программирование и настройка его работы

2.2 Обоснование для разработки

Актуальность работы обусловлена отсутствием альтернативных устройств с функциями автоматического передвижения каретки с камерой в заявленном ценовом диапазоне (11-14 т.р., п. 3.1), а также простого управления кареткой и камерой с помощью смартфона. Разрабатываемое устройство позволяет реализовать создание различных спецэффектов фото и видеосъемки с помощью интуитивно понятного управления. Кроме того, разрабатываемые механизмы просты в изготовлении, имеют небольшой вес и большой срок службы, а также не требуют обслуживания.

2.3 Основное содержание работы.

Создание и анализ математической и экспериментальной модели с целью установления исследования работы механизмов передвижения камеры, и выявление оптимальных параметров их работы. Разработка и описание управляющих программ, описание и принцип работы компонентов и частей разрабатываемых устройств.

2.4 Методы исследования

В качестве метода исследования выбран расчетно-экспериментальный метод. Этот метод включает в себя эмпирическое и теоретическое изучение объекта, что позволяет представить более полную картину о работе механизмов и управлении ими. Математический анализ

проводится с помощью расчётов и графиков, построенных в программе MatLab.

2.5 Основные технические характеристики механизма

Диапазон скорости передвижения каретки: 0 - 60 мм/сек

Максимальная длина рабочего пути каретки – 1720 мм.

Максимальный вес камеры с объективом – 1,5 кг.

Максимальный вес каретки с камерой – 3,5 кг.

3 Подготовка к проектированию слайдера

3.1 Камера

Для дальнейшей работы будет использоваться камера Canon EOS 700D. Данную камеру можно рассматривать как типового представителя семейства фотооборудования, используемого для полупрофессиональной фото-видеосъемки. Нам необходимо знать характеристики данной камеры, такие как: вес и габариты. Это нужно для дальнейшего подбора оборудования. Вес камеры с объективом составляет 810 г. Габаритные размеры 133*100*79 мм [3].



Рис. 17 Камера Canon EOS 700D.

Как уже указывалось ранее, к основным механизмам относятся:

- Двигатель;
- Направляющие;
- Модуль управления;
- Опоры;
- Крепление камеры.

Двигатель подбирается с учетом веса камеры, каретки и используемых креплений.

Направляющие. Будут использоваться трубки круглого сечения, так как они более всего подходят для плавности съемки при движении каретки камеры, относительно других вариантов рассмотренных в п. 1.3.

Модуль управления. За счет него происходит управление всем процессом съемки, от работы двигателя до поворота и нажатия затвора камеры. В будущей разработке планируется использовать модуль Arduino MEGA 2560. Данный модуль управления позволяет управлять СП и ШД, может работать автономно по заданной программе и имеет множество плат расширения для решения широкого круга задач. Он отлично подходит для управления механизмами слайдера [4].

Опоры. На опорах будет установлена вся конструкция, предположительно в будущей конструкции будет возможность установить их на штативы. Планируется производство стоек из пластика.

Также помимо создаваемых деталей, для сборки будут использоваться стандартные изделия. Например: крепления для камеры, трубы системы “Joker”, гайки, винты и т.д.

Предполагаемая стоимость создания слайдера 11 -14 т.р (расчет себестоимости представлен в п. 3.6).

3.2 Источник питания

Разрабатываемый слайдер будет автоматизированным. У любого моторизированного фото-видео слайдера имеется источник питания. В настоящее время в любой электронике большой проблемой является выбор элемента питания, имеющего небольшие вес и габариты, но при этом значительную емкость. Исходя из этого, рынок предлагает довольно небольшое количество решений, в которых фото-видеослайдер сочетал бы в себе легкую, но жесткую конструкцию, надежность, хорошую ремонтпригодность, небольшой вес, емкий источник питания, и при этом невысокую цену. Стоит также отметить, что элемент питания оказывает существенное влияние на конечную стоимость продукта, поэтому

необходимо ответственно подходить к вопросу выбора, учитывая все его параметры, достоинства и недостатки.

3.2.1 Анализ существующих решений

Литий-ионные аккумуляторы формата 18650

Литий-ионный аккумулятор (Li-ion) — тип электрического аккумулятора, который широко распространён в современной бытовой электронной технике и находит своё применение в качестве источника энергии в электромобилях и накопителях энергии в энергетических системах [5].

Изображение аккумулятора формата 18650 представлена на рисунке 19. Размеры такого аккумулятора небольшие, и составляют в длину 66,5 мм, в диаметре 18 мм. Емкость таких аккумуляторов составляет 2-3,5 А·ч, а напряжение от 3,7 до 4,2 В. Возможна компоновка аккумуляторов для увеличения емкости при параллельном соединении или напряжения при последовательном соединении. Кроме того существуют компоновки, в которых одновременно увеличено напряжение и емкость. Пример такой компоновки приведен на рисунке 19 [6].



Рис. 18 Аккумулятор формата 18650.

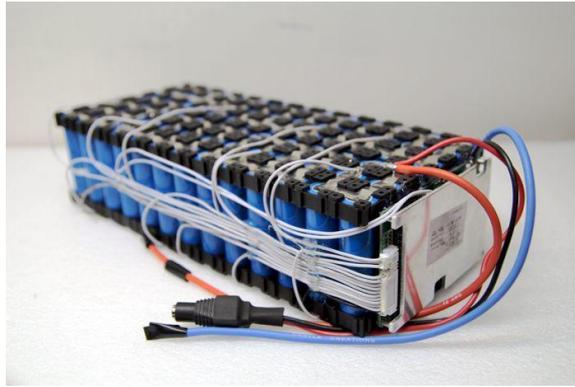


Рис. 19 Компоновка аккумуляторов формата 18650.

Подобным методом реализован элемент питания в автомобилях компании «Tesla», инженеры компании пришли к гениальному решению, разместив блоки аккумуляторов в нижней части корпуса автомобиля, в нашем случае такие аккумуляторы можно разместить прямо в рельсовой системе фото-видео слайдера. Электронная плата «Arduino» требует питания напряжением от 6 до 20 В, аккумуляторы формата 18650 отлично подойдут при следующей компоновке: 3 аккумулятора соединены последовательно для повышения напряжения, еще 6 соединены параллельно для повышения емкости. Такое решение идеально подойдет для фото-видеослайдера [7].

К преимуществам данного типа аккумуляторов можно отнести:

1. Небольшой размер, составляющий 66,5мм x 18 мм;
2. Невысокую цену, составляющую до 500 рублей за единицу;
3. Высокую емкость от 2 до 3,5 А·ч;
4. Возможность компоновки для увеличения напряжения и ёмкости;
5. Аккумуляторы не требуют обслуживания;
6. Низкое значение саморазряда с течением времени.

К недостаткам можно отнести:

1. Потеря емкости при хранении;
2. Взрывоопасность;

3. Потеря ёмкости при эксплуатации (до 20% при 600 циклах заряд-разряд);
4. Потеря емкости при низких температурах.

Литий-ионные или свинцово-кислотные аккумуляторы небольших размеров

Свинцово-кислотный аккумулятор – тип аккумуляторов, изобретенный в 1859 году французским физиком Гастоном Планте. Основные области применения: стартерные аккумуляторные батареи в транспортных средствах, аварийные источники электроэнергии, резервные источники энергии.

Изображение свинцово-кислотного аккумулятора представлено на рисунке 20.



Рис. 20 Свинцово-кислотный аккумулятор.

Такие типы аккумуляторов представляют из себя прямоугольный корпус с блоками электродов внутри, они могут иметь небольшой размер, например при емкости 3.2 А·ч размер составит 134x67x60мм, но при этом аккумулятор имеет внушительный вес, около 1 кг. Напряжение в таких аккумуляторах составляет около 12 В, а ёмкость достигает 80 А·ч и выше. Это отлично подходит для питания электронной части слайдера за счет большой емкости и подходящего напряжения [8].

К недостаткам свинцово-кислотного аккумулятора можно отнести:

1. Проблемы с компоновкой на устройстве из-за большого размера и веса;
2. Экологически вредные - электролит и содержание свинца делают их небезопасными для окружающей среды;
3. Невозможность хранения в разряженном состоянии;
4. Высокая чувствительность к изменению температуры - влияет и на продолжительность работы и на срок жизни аккумулятора.

Преимуществами является:

1. Низкие требования к обслуживанию - нет эффекта памяти, нет необходимости доливать электролит;
2. Низкая цена и простота в изготовлении - с точки зрения затрат на Вт·ч, свинцово-кислотные аккумуляторы являются наименее дорогими. Например, аккумулятор 12 В емкостью 3.2 А·ч, имеющий размеры 134x67x60мм, стоит порядка 400 рублей;
3. Низкий саморазряд — скорость саморазряда является одной из самых низких в аккумуляторных системах (3-20% в месяц).

Литий-полимерные аккумуляторы

Литий-полимерный аккумулятор - это усовершенствованная конструкция литий-ионного аккумулятора. В качестве электролита используется полимерный материал. Используется в мобильных телефонах, цифровой технике, радиоуправляемых моделях и пр.

Такой тип аккумуляторов может принимать разную форму, обычно имеет форму пластины. Литий-полимерные аккумуляторы имеют большой разброс в значениях напряжения и ёмкости. Среди различных видов, представленных на рынке можно найти подходящий для работы электронной части фото-видеослайдера. Изображение литий-полимерного аккумулятора представлено на рисунке 21.



Рис. 21 Литий-полимерный аккумулятор.

К достоинствам такого типа аккумуляторов можно отнести:

1. Большая плотность энергии на единицу массы;
2. Низкий саморазряд;
3. Толщина элементов от 1 мм;
4. Возможность получать очень гибкие формы;
5. Отсутствие эффекта памяти;
6. Незначительный перепад напряжения по мере разряда;
7. Диапазон рабочих температур литий-полимерных аккумуляторов довольно широкий: от -20 до $+40$ °C по данным производителей.

К недостаткам можно отнести:

1. Пожароопасность при перезаряде и/или перегреве;
2. Под воздействием заряда литий-полимерные и литий-ионные аккумуляторы снижают ёмкость в зависимости от температурного режима;
3. Глубокий разряд полностью выводит из строя литий-полимерный аккумулятор;
4. Количество рабочих циклов всего 800—900.

3.3 Разработка принципиальной схемы подключения источника питания к электронной схеме «Arduino»

Arduino – торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным производителем, так и сторонними производителями. В фото-видеослайдере модуль Arduino отвечает за перемещение каретки по рельсовой системе и поворот камеры вокруг своей оси, с помощью шаговых электродвигателей [9].

В случае с разрабатываемым моторизированным фото-видеослайдером предусмотрено наличие электронной платы Arduino Mega, двух шаговых электродвигателей, источника питания и устройства-программатора, отвечающего за скорость вращения двигателей. В данной работе разработана и представлена принципиальная схема соединения электронной платы Arduino с аккумулятором и двумя шаговыми двигателями, минуя блок программатора. Схема представлена на рисунке 22, где 1 – Шаговые электродвигатели; 2 – Модуль преобразования напряжения; 3 – Плата Arduino; 4 – Источник питания.

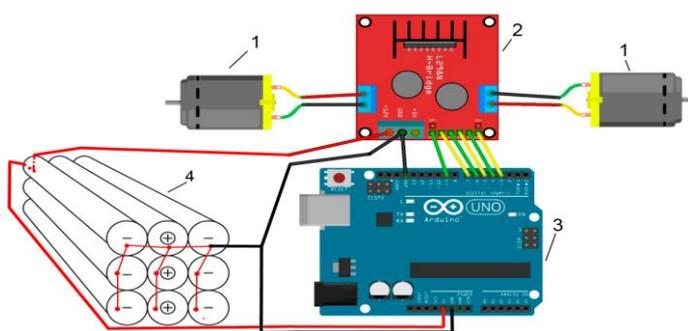


Рис. 22 Принципиальная схема соединения платы Arduino с ШД и источником питания:

В данном разделе произведен анализ рынка по представленным видам аккумуляторных батарей, выбран наиболее подходящий вариант, которым является компоновка аккумуляторных батарей формата 18650 в количестве 9 штук. Исходя из анализа рынка и выбора оптимального варианта источника питания разработана и представлена принципиальная схема компоновки аккумуляторов и схема их подключения к плате «Arduino» и к двум шаговым электродвигателям

3.4 Создание модели слайдера в САПР

Для создания 3D модели слайдера выбрана программная среда SolidWorks. SolidWorks имеет набор необходимых инструментов для разработки изделий любой степени сложности и назначения (3D проектирование, промышленный дизайн, инженерный анализ и т.д.). Данное ПО является дружелюбным к пользователю и обладает интуитивно понятным интерфейсом, который помогает решить поставные конструкторские задачи.

При создании модели учитывались все вышеперечисленные рекомендации относительно элементов питания, системы передвижения и компоновки слайдера.

Было создано несколько моделей, с разным типом перемещения и поворота. У каждого из слайдеров есть свои преимущества и недостатки.

3.4.1 Слайдер 1

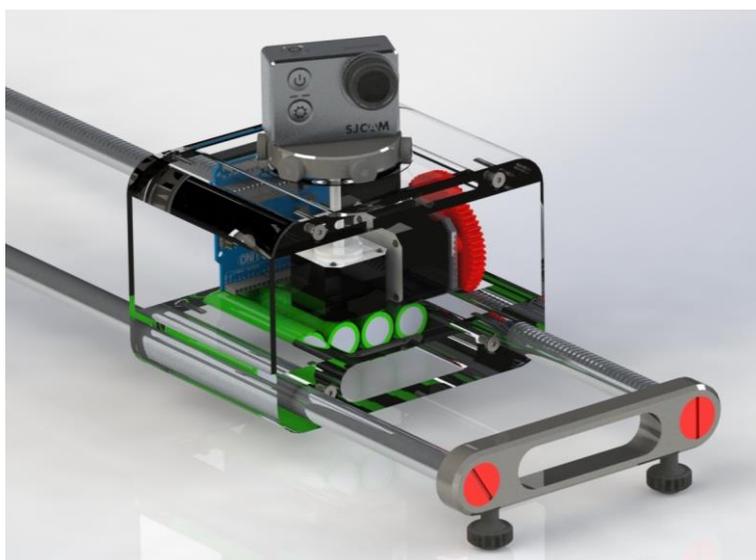


Рис. 23 Разрабатываемый слайдер.

У данного слайдера разработана система перемещения каретки путем передачи шестерня-рейка. Малогабаритные ШД будут использоваться для передвижения каретки и поворота платформы с камерой.

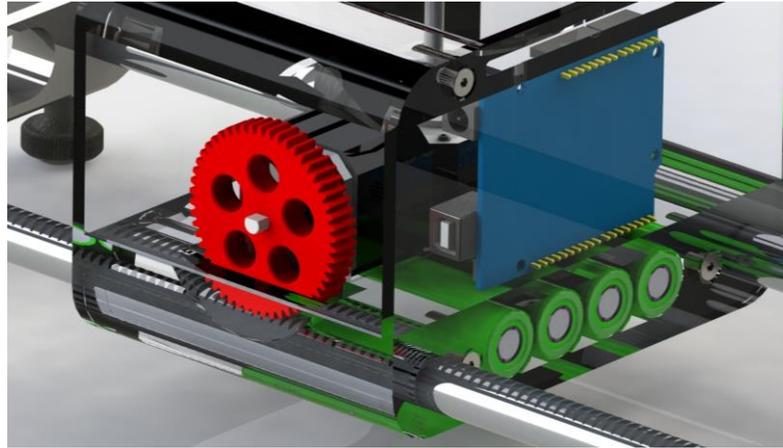


Рис. 24 Шестерня - рейка.

К минусам данной модели относятся:

- Необходимость учитывать толщину стенки направляющих трубок, что они выдерживают вес каретки с камерой и нарезание зубьев (внешнее врезание) для создания надежного зацепления витков. Дорого в изготовлении;
- Каретку может перекрутить и она заклинит;
- Трение одной стороны об направляющие.

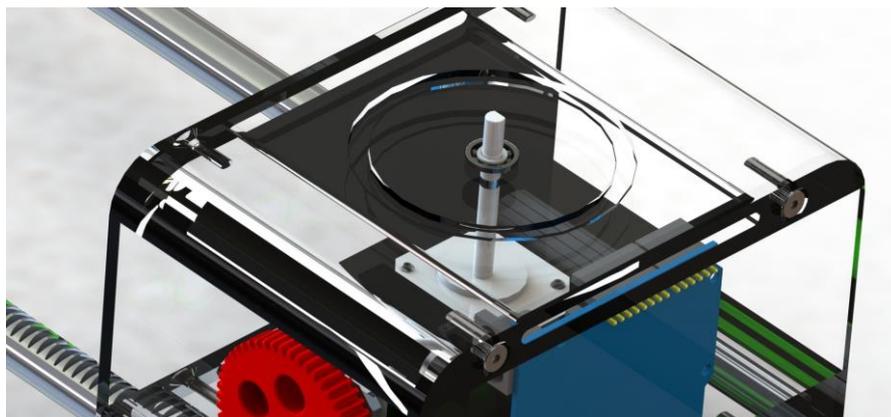


Рис. 25 Поворотная платформа.



Рис. 26 Поворотная платформа с камерой.

Данная платформа не обеспечивает наклон камеры.

Учитывая ошибки, при разработке данного слайдера приступим к созданию другого. Необходимо переработать систему передвижения каретки и платформу, которая наклоняет/поворачивает камеру.

3.4.2 Слайдер 2

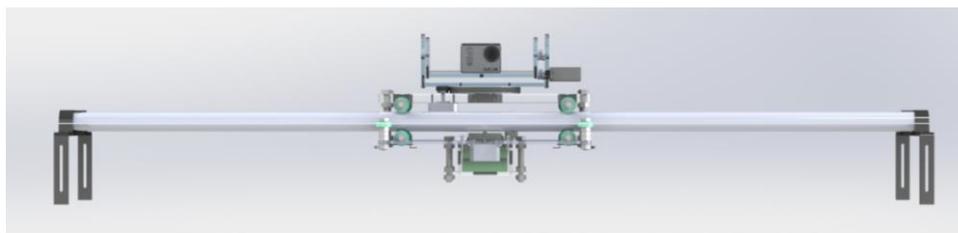


Рис. 27 Общий вид слайдера.

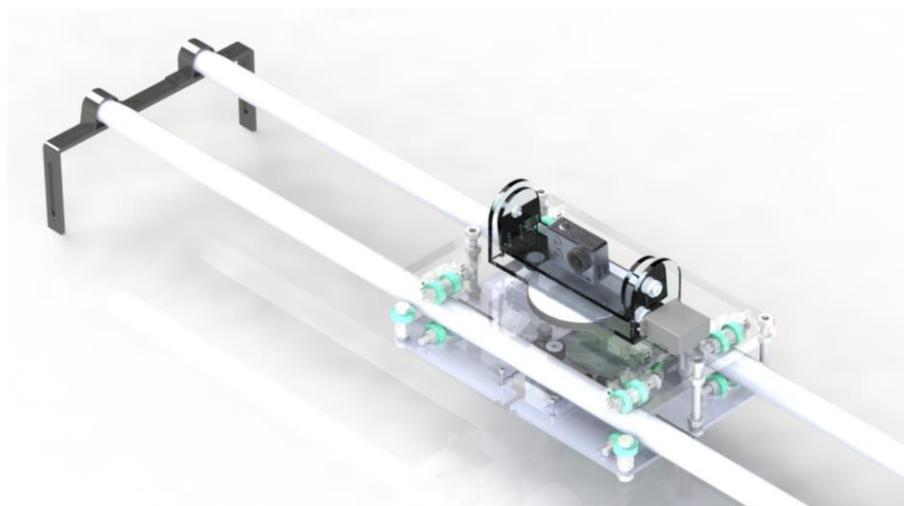


Рис. 28 Общий вид слайдера.

В данном слайдере перемещение каретки осуществляется путем передачи вращения с двигателя на ролик, который прижат к одной из направляющих. Направляющими служат гардинные карнизы для штор ХУГАД из магазина ИКЕА. Они выдерживают вес до 10 кг, и имеют возможность менять длину [19].

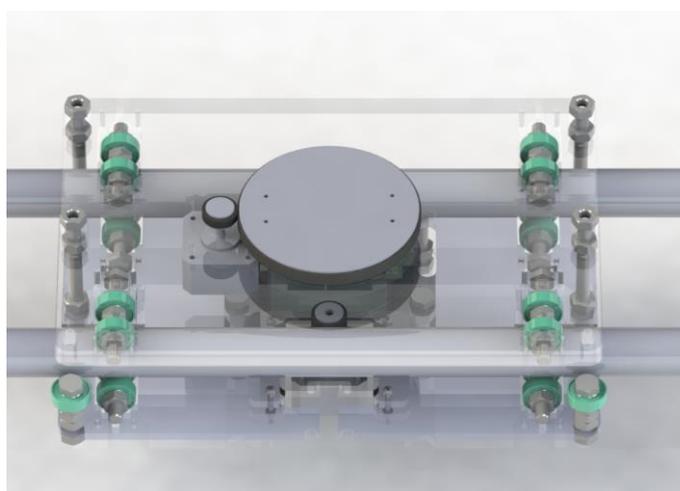


Рис. 29 Каретка.

Направляющие зажимаются между двумя пластинами из акрила. Они устанавливаются на ролики. Горизонтальный упор приходится на одну из направляющих. Она зажимается между двумя роликами с одной стороны, и роликом двигателя с другой. Крутящий момент передается с двигателя на прорезиненный ролик, и происходит движение каретки. Минусом данной системы является возможность проскальзывания ведущего ролика, в результате чего может возникнуть неточность регулировки положения каретки, что отразится на работе слайдера.

Вращение платформы осуществляется аналогичным образом, вращения двигателя передается на прорезиненную круглую платформу. На платформе установлен механизм наклона камеры.

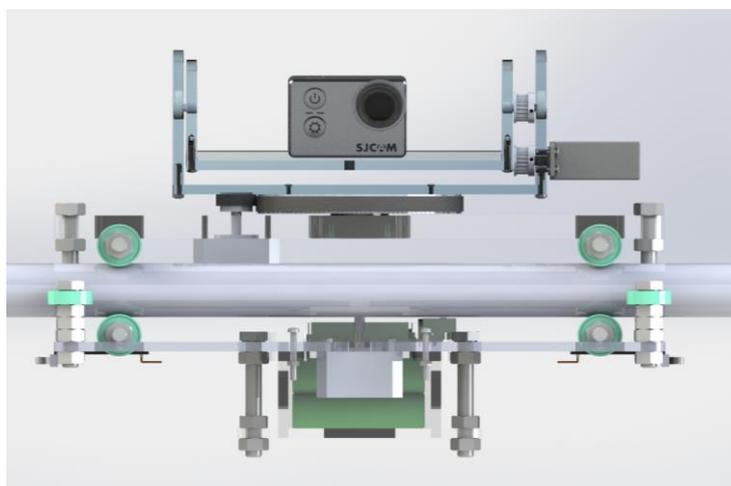


Рис. 30 Каретка.

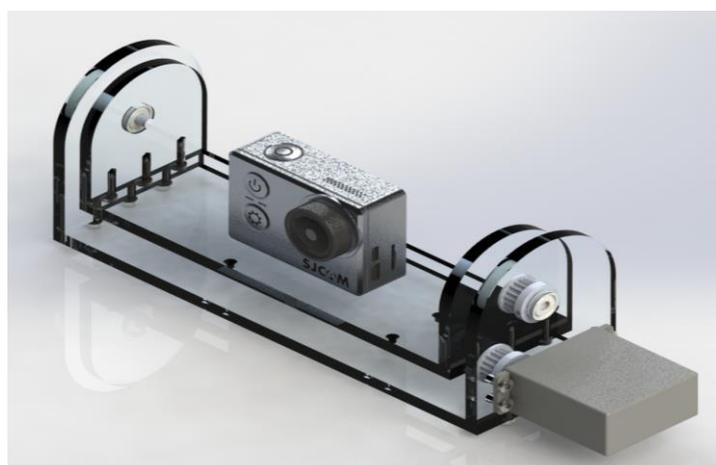


Рис. 31 Механизм наклона камеры.

Наклон камеры осуществляется за счет сервопривода. С помощью него мы можем контролировать угол наклона нашей камеры. В данном случае будет использоваться ременная передача.

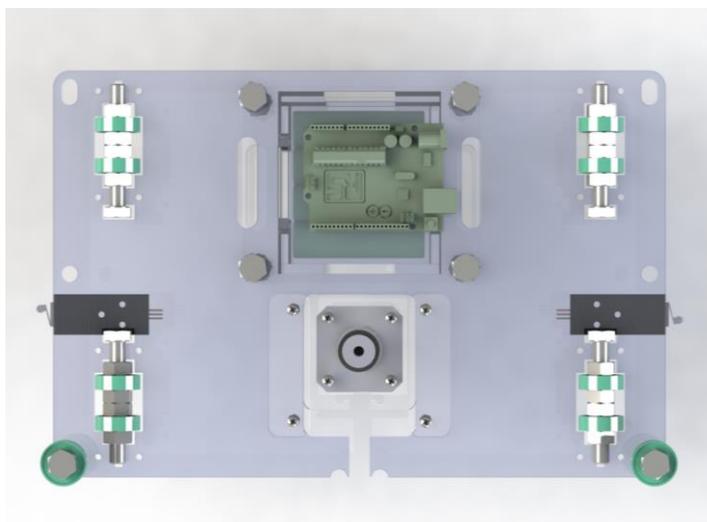


Рис. 32 Нижняя пластина каретки.

На нижнюю пластину устанавливается двигатель, плата Arduino, концевые выключатели, ролики и коробка с аккумуляторами.

На верхнюю пластину также устанавливаются ролики, двигатель поворота камеры и площадка с камерой.

К минусам данной конструкции можно отнести:

- Образование ступеньки на направляющих;
- Проскальзывание при передвижении и повороте;
- Не учтен центр тяжести камеры, что может сказаться на работе механизма наклона.

При дальнейшей разработке будут учтены все плюсы и минусы разработанных слайдеров.

3.4.3 Слайдер на направляющих трубках системы Joker

При дальнейшей разработке учитывались плюсы и минусы уже спроектированных слайдеров. Была переработана конструкция каретки слайдера и механизма наклона/поворота камеры.

Было принято решение заменить лазерную резку деталей каретки и механизма наклона на изготовление их путем 3D печати на станке Flying Bear Tornado. Такое решение было принято исходя из того, что были разработаны сложные геометрические детали, которые не получится вырезать на лазерном станке. Для большей эргономичности и соответствию общему дизайну слайдера площадки также будут напечатаны на 3D принтере.

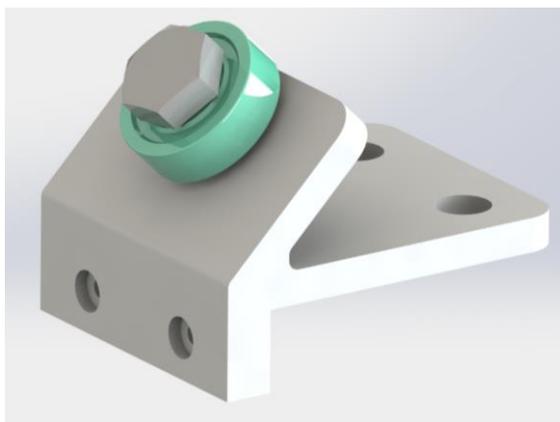


Рис. 33 Ролик слайдера.

В конструкции ролика каретки используются радиальные подшипники 608 2RS в количестве 10 штук. Подшипник 608 это шариковый радиальный однорядный подшипник качения, который имеет габаритные размеры 8x22x7 мм, он применяется во многих приборах и механизмах. Характеристики и размеры подшипника 608 2RS представлены в таблице 3.1 [18, Том 2, с 79].

Таблица 3.1 – Характеристики подшипника 608 2RS

Параметр	Значение	Единица измерения
Внутренний диаметр	8	мм
Наружный диаметр	22	мм
Ширина	7	мм
Грузовая нагрузка в статике	1,37	кН
Грузовая нагрузка в динамике	3,2	кН
Общая масса	12	г
Частота вращения номинальная	26000	об/мин
Частота вращения предельная	32000	об/мин

Как уже было упомянуто выше, пластины каретки тоже были изменены в соответствии с общим дизайном слайдера.

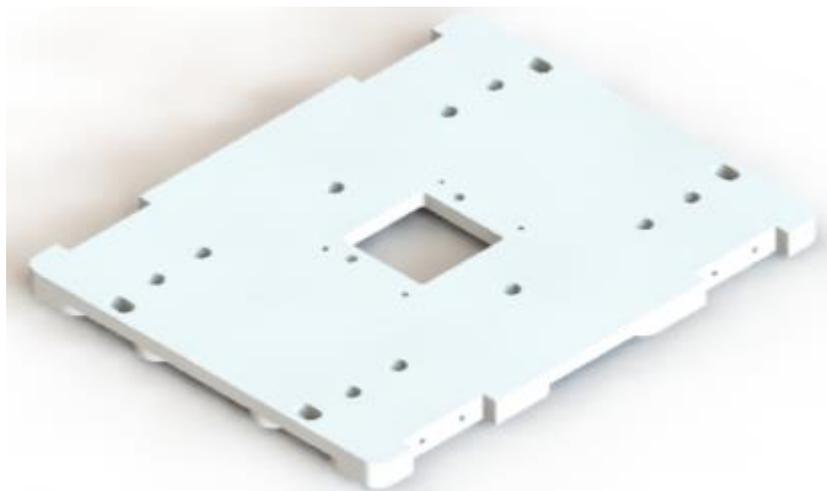


Рис. 34 Нижняя пластина каретки.

Каретка скользит по направляющим с помощью системы подшипников, размещенных на корпусе. Восемь подшипников размещены под углом 45 градусов по отношению к поверхностям верхней и нижней пластин. Таким образом достигается удержание верхней и нижней пластины относительно направляющих и скольжение по ним.

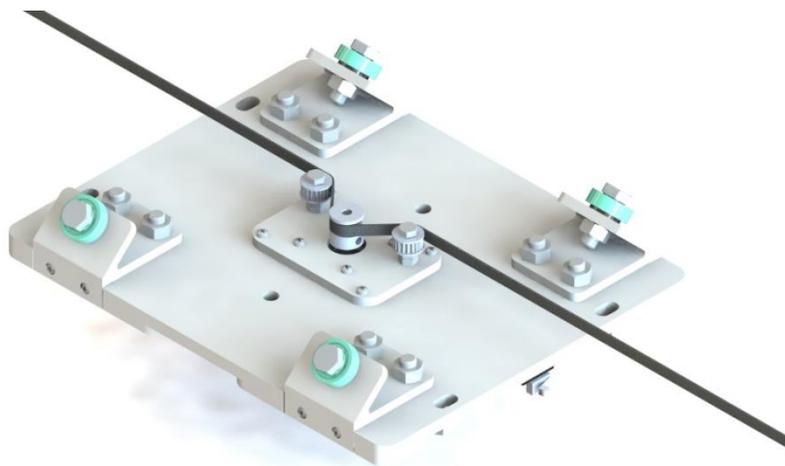


Рис. 35 Изображение нижней пластины каретки с ременной передачей

Пластины жестко соединены между собой шестью болтами М8 длиной 110 мм, в результате чего подшипники плотно прилегают к поверхности направляющих. Подшипники крепятся к корпусу с помощью специально спроектированных кронштейнов и болтов М8. Кронштейны закреплены на корпусе верхней и нижней пластин болтами М3 и М8 в четырех точках, обеспечивая жесткое соединение. Сами подшипники удерживаются на кронштейнах болтами М8, которые проходят через отверстие в корпусе кронштейна и затягиваются гайкой М8.

На нижней пластине каретки установлен шаговый двигатель NEMA 17 (42HS40-1704-13A). На валу шагового двигателя с помощью установочных винтов закреплен зубчатый шкив 2GT, изображение которого представлено на рисунке 36 слева. При вращении вала двигателя, по зубчатому шкиву перемещается зубчатый ремень, концы которого закреплены на стойках слайдера. Для натяжения ремня и во избежание проскальзывания, в конструкции применены натяжные ролики. Натяжные ролики смещены по вертикали относительно зубчатого шкива 2GT для реализации натяга и плотного прилегания зубчатого ремня к шкиву. При прохождении ремня по натяжным роликам они вращаются вокруг своей оси благодаря встроенным в корпус подшипникам.



Рис. 36 Изображение зубчатого шкива (слева) и натяжных роликов (справа)

Помимо этого были заменены направляющие. Вместо раздвигающихся карнизов из ИКЕА были выбраны трубы системы Joker диаметром 25 мм.



Рис. 37 Труба Joker 25 мм.

Использование карнизов из ИКЕА влияет на качество съемки, т.е. у карниза присутствует ступенька, которая влияет на плавность движения каретки из-за чего камера дёргается при переходе.

Трубы системы Joker имеют легкий вес и прочную конструкцию. Помимо этого они должны иметь шероховатость в соответствии с ГОСТ 27873. Трубы должны быть гладкими, так как данный параметр сказывается на движении каретки и плавности съемки. Они с легкостью выдержат поставленную нагрузку и не прогнуться. Помимо этого они имеют небольшую цену, что отразится на конечной стоимости продукта [18, Том 1, с 328 – 329].

Слайдер должен иметь наращиваемую конструкцию, т.е. длина направляющих должна увеличиваться при необходимости. Для этого были разработаны удерживающие ножки. Они будут служить опорой на месте стыка труб, также будут использоваться стандартные вкладыши.



Рис. 38 Переходник Joker R10 A.

Переходник, представленный на рисунке 38, необходим для скрепления труб. К нему будут присоединены удерживающие опоры с регулируемыми ножками.



Рис. 39 Опора.

3.5 Анализ динамики поступательного движения фото-видеослайдера

В ходе выполнения магистерской диссертации был проведен анализ динамики движения слайдера. Изучена зависимость показателей системы (скорости и передвижения) от материалов ремня в ременной передаче и материалов направляющих.

Выше представлена примерная схема будущего слайдера, она будет дорабатываться, но при этом она отображает основные модули будущей разработки и как они работают.

Можно приступить к созданию структурной схемы.

3.5.1 Структурная схема

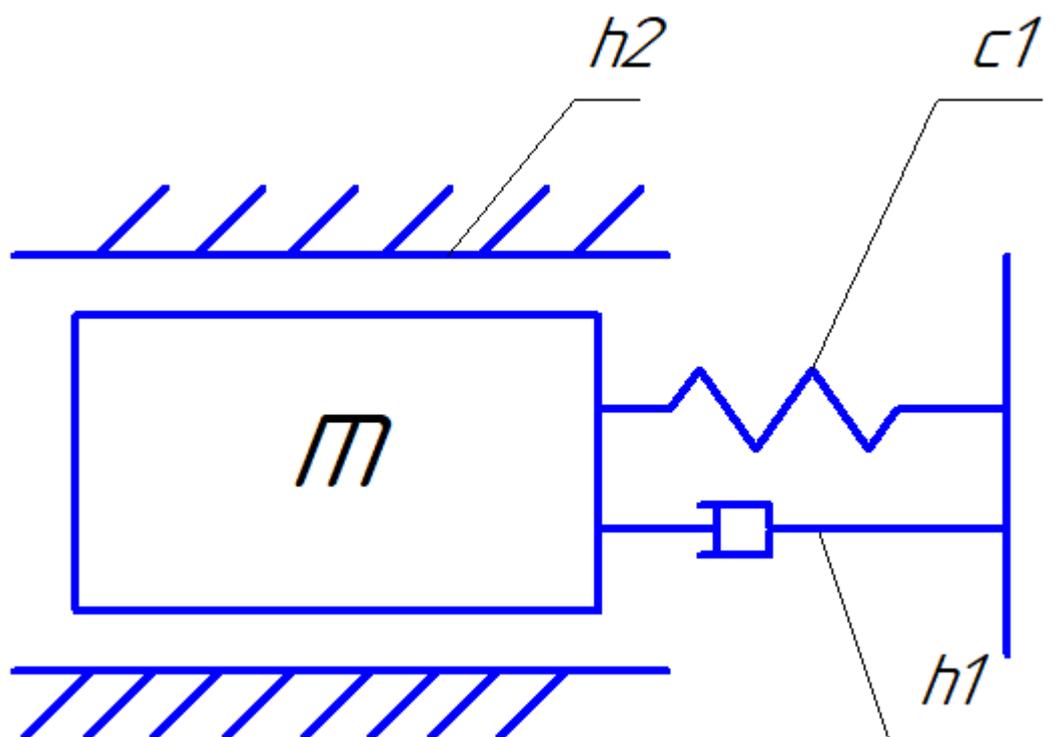


Рис. 40 Схема слайдера.

Коэффициент $h1$ отвечает за реакцию двигателей и ремня. Так как длина ремня является регулируемой величиной, то он будет действовать по принципу демпфера. Коэффициент $h2$ отвечает за трение между подшипниками и направляющими.

Коэффициент $c1$ отвечает за реакцию ремня слайдера [10].

3.5.2 Анализ параметров

Для дальнейшего анализа необходимо определить значение параметров.

Масса объекта равняется массе камеры, объектива и самой каретки. Ранее указывался вес камеры и объектива, вместе с кареткой общая масса будет равняться примерно 3 кг.

Значения параметров h_1 и h_2 зависят от материала комплектующих. Может быть использована пара трения сталь-сталь, сталь-пластик или резина-сталь. Значения пары сталь-сталь могут лежат в диапазоне от 0,001 до 0,05, резина-сталь 0,05-0,3 [18, Том 1, с 75, Том 2, с 722].

Значение скорости зависит от выбранного двигателя. Подобранный для слайдера двигатель примерно может достигать скорости вплоть до 0,05 м/с. Этого достаточно для съемки. Диапазон скоростей, которых можно достичь равен 0,001-0,05 м/с.

Значение модуля упругости резины зависит от материала самой резины, т.е. при выборе ремня необходимо учитывать не только длину и ширину, а также значение коэффициента упругости.

Итоговые значения:

$$m = 3 \text{ [кг];}$$

$$h_1 = 0,05-0,3;$$

$$h_2 = 0,001-0,05; 0,15-0,38$$

$$V = 0,001 - 0,5 \text{ [м/с];}$$

$$c_1 = 30 - 150 \text{ [кг/см}^2\text{].}$$

3.5.3 Уравнение

Для начала расставим силы на схеме.

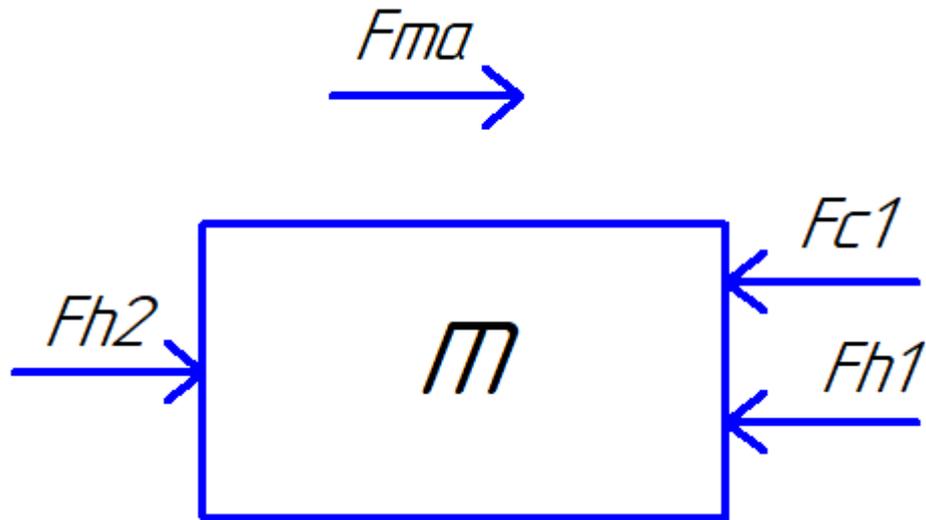


Рис. 41 Схема сил.

Составим уравнение баланса сил:

$$Fma + Fh2 = Fh1 + Fc1;$$

$$Fma = Fh1 + Fc1 - Fh2;$$

$$ma = (x - x_1) * c_1 + h_1 * (V - V_1) - h_2 * V;$$

Составим структурную схему нашей математической модели:

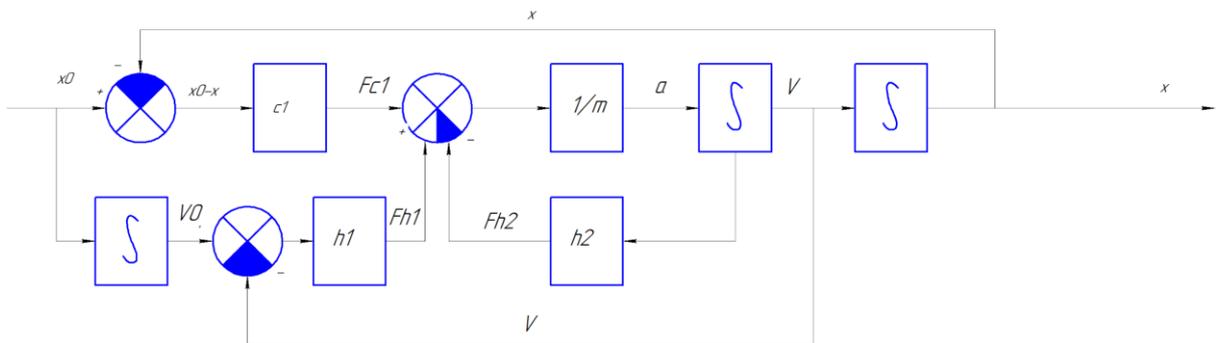


Рис. 42 Структурная схема.

3.5.4 Анализ модели

Составив математическую модель и подобрав параметры разрабатываемого слайдера, исходя из характеристик выбранных комплектующих, смоделируем динамические процессы разрабатываемого оборудования. Анализ будет проводиться применительно к оси, вдоль которой двигается каретка с камерой.

Для решения математической модели системы составим программу в среде MatLab на основе структурной схемы, указанной выше. Программа с уравнением и подобранными параметрами представлена ниже.

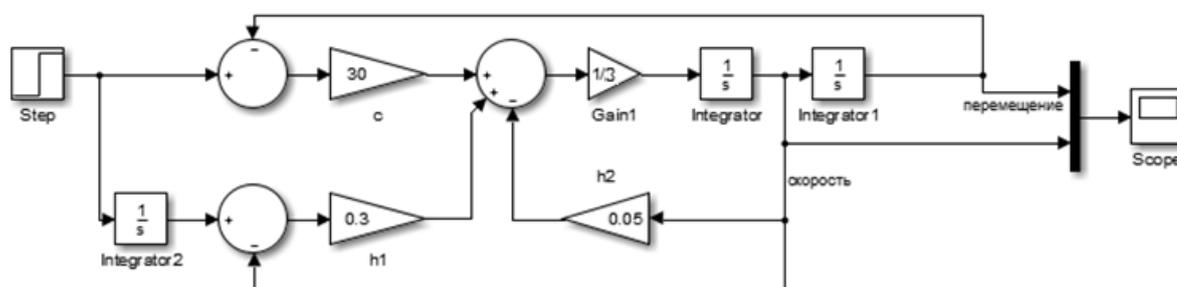


Рис. 43 Имитационная программа в среде MatLab.

При анализе системы будем менять параметры h_1 , h_2 и c . Диапазон значений :

$$m = 3 \text{ [кг];}$$

$$h_1 = 0,05-0,3;$$

$$h_2 = 0,001-0,05; 0,15-0,38$$

$$c_1 = 30 - 150 \text{ [кг/см}^2\text{]}.$$

Каждое значение h_1 и h_2 соответствует какому-либо материалу. Например для направляющие трубы можно сделать из пластика или металла. От этого будут различные коэффициенты трения между направляющими и кареткой. Также ремень может быть сделан из разной резины, что отразится на его коэффициенте жесткости. Меняя эти параметры при симуляции, можно определить наилучший показатель и в будущем использовать в разработке слайдера.

Для анализа было выбрано 3 типа ремня, у каждого из которых своя жесткость.

- Кожаные ремни. Обладают хорошей тяговой способностью и высокой долговечностью, хорошо переносят колебания нагрузки. Высокая стоимость кожаных ремней ограничивает их применение;
- Прорезиненные ремни. Самыми распространенными являются прорезиненные ремни, состоящие из нескольких слоев хлопчатобумажной ткани, связанных между собой вулканизированной резиной. Резиновые прослойки повышают гибкость ремней и коэффициент трения между ремнем и шкивами. Ткань обеспечивает прочность и долговечность;
- Хлопчатобумажные и шерстяные ремни. Применяются для передачи небольших мощностей;

Таблица 3.2 – Значения коэффициентов жесткости материалов

Материал	Хл-бумажный	Резина	Кожа
Значение c_1	35	30-120	60-150

В паре трения каретка-направляющие тоже есть возможность использовать различные материалы: пластик-сталь, сталь-сталь.

Таблица 3.3 – Значения коэффициентов трения материалов

Материал	Пластик-сталь	Сталь-сталь
Значение h_2	0,15-0,38	0,001-0,05

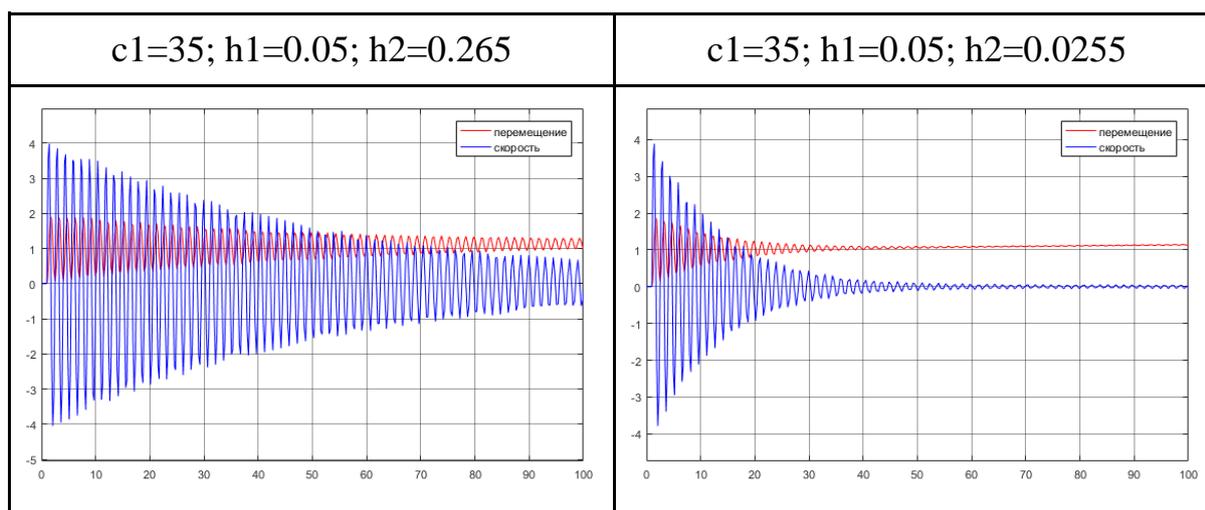
Можно приступить к анализу модели. Для упрощения процесса возьмем средние значения показателе жесткости и трения.

$c_1 = 35$ - хл бумажный; резиновый - 75; кожаный - 105;

$h_1 = 0,05/0,175/0,3$;

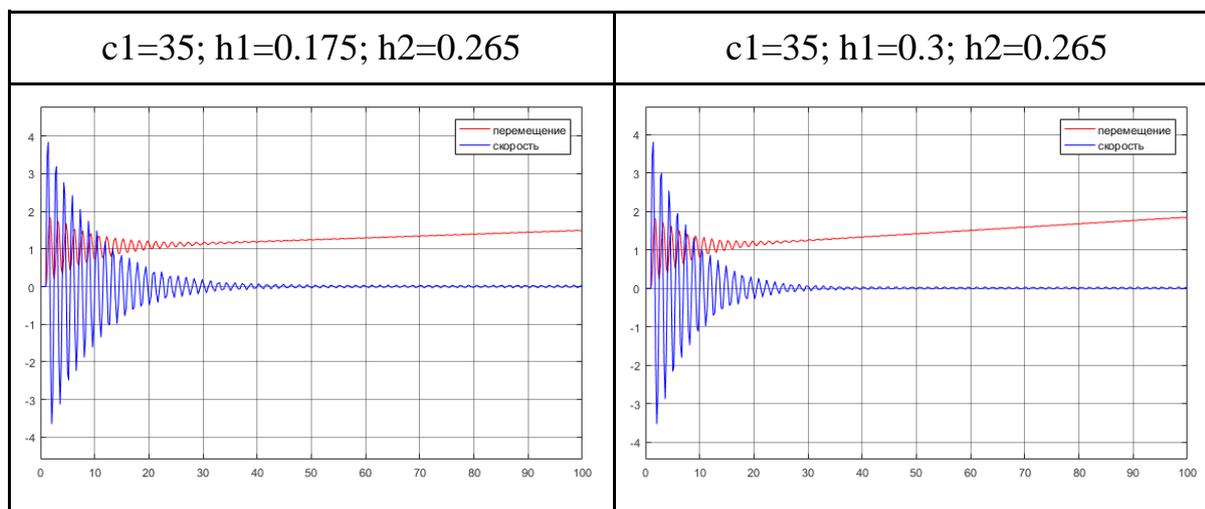
$h_2 =$ пластик-сталь - 0,265; сталь-сталь - 0,0255;

Таблица 3.4 – Графики экспериментов



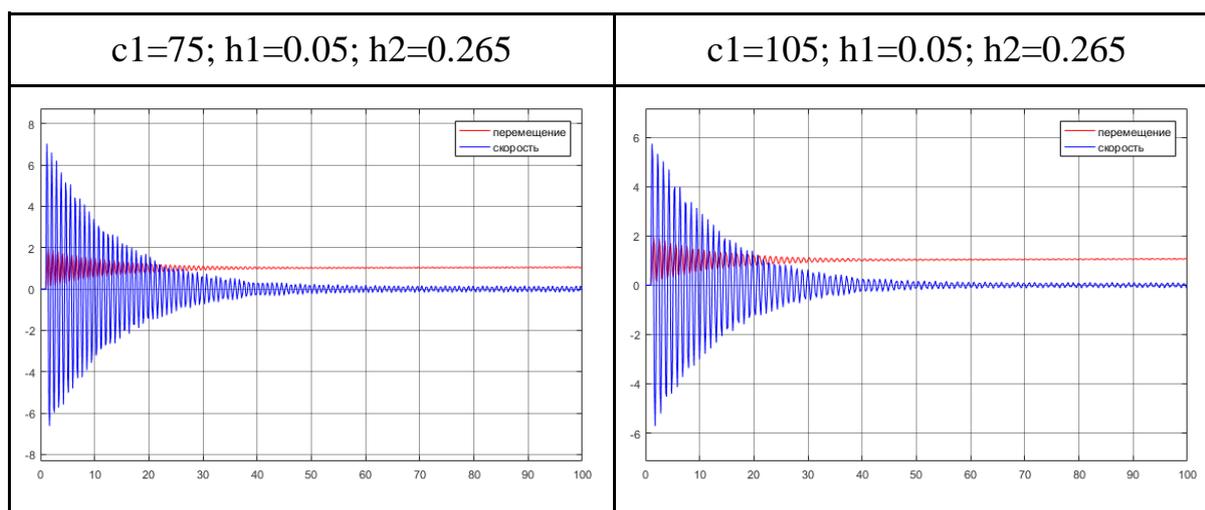
Из графиков видно, что при уменьшении коэффициента h_2 равновесие системы наступает раньше. Параметр $h_2=0,0255$ соответствует паре трения сталь-сталь.

Таблица 3.5 – Графики экспериментов



Из графиков видно, что при увеличении коэффициента h_1 система является более неустойчивой. Учитывая графики из таблицы 1 и таблицы 2, следует выбирать значение коэффициента $h_1 = 0.05$.

Таблица 3.6 – Графики экспериментов



Из графиков видно, что при увеличении коэффициента c_1 возрастает амплитуда. Учитывая графики из таблицы 3.5 и таблицы 3.6, следует выбирать значение коэффициента $c_1 = 105$.

Выбранные коэффициенты соответствуют ремню из резины и паре трения сталь-сталь.

Данные анализа будут учитываться при выборе материалов ремня и направляющих.

3.5.5 Вывод по разделу

В ходе выполнения анализа математической модели слайдера была составлена принципиальная схема слайдера для фото-видео съемки. Проанализировав влияния компонентов друг на друга и выделив наиболее существенные, была составлена расчетная схема системы. Подобранные комплектующие слайдера, были определены параметры модели, а именно массовые характеристики, коэффициенты упругости и трения между соединениями компонентов.

Для анализа динамики была составлена модель в среде MatLAB Simulink. Проанализировав эксперименты, было установлено, что с увеличением жесткости амплитуда колебаний уменьшается. Также было замечено, что при увеличении значения силы трения в паре ролики-каретка, устойчивость системы возрастает.

Изученные параметры будут учтены при выборе зубчатого ремня для слайдера.

3.6 Комплектующие

Для данного слайдера были подобраны комплектующие и рассчитана стоимость его производства. Данные расчетов представлены в таблице ниже.

Таблица 3.8 – Смета закупки компонентов слайдера

Название	Цена за шт. руб	Количество, шт	Сумма, руб
Подшипник	35	18	630
Болт М8*60	18	8	144
Болт М8*70	10	4	40
Винт М3 х 16	1	4	4
Винт М3 х 25	1	4	4
Гайка М8	40	7	280
Гайка М3	16	1	16
Краниз	300	2	600
Держатель	70	4	280
Крепление	125	4	500
Sumsung 25 R	400	4	1600
Arduino MEGA	1370	1	1370
КВ	120	2	240
Драйвер ШД	185	3	555
ШД 42*42*34	553	2	1106
Сервопривод	620	1	620
Зубчатый ремень	45	1	45
Итого:			10 243

Общая сумма за материалы и комплектующие: 10 243 руб.

Транспортно-заготовительные расходы (3-5% от Сум): 410 руб.

Общая сумма на разработку слайдера: 10 653 рубля.

Данная сумма лежит в заявленном диапазоне.

3.7 Настройка программ управления слайдером

Для автоматической работы слайдера необходимо написать управляющую программу. Программа будет отвечать за работу всего слайдера: скорость движения каретки, наклон и поворот камеры.

3.7.1 Режимы управления камеры

Для работы слайдера будет составлено несколько режимов управления:

- Интервальная фотосъемка (TimeLapse);
- Видеосъемка;
- Ручной режим (режим калибровки).

Интервальная фотосъемка. Часто в современных телепередачах о природе вы можете увидеть видеоряд, созданный с помощью интервальной съемки. Например, проплывающие с огромной скоростью облака в небе или распускание цветка. Рассматриваемая техника нашла широкое применение.



Рис. 44 Пример интервальной съемки.

Интервальная съёмка – это фотографирование снимаемой сцены через одинаковые промежутки времени. Полученная последовательность снимков затем «собирается» в единый видеоряд. Обычно, видеоряд длительностью равной 1-ой секунде содержит 24 или 25 кадров. Таким

образом, частота смены кадров в видеоряде составляет 24 или 25 кадров в секунду.

При интервальной фотосъемке можно делать снимки чрез разные промежутки времени, например 1 минута. Далее воспроизводите получившийся видеоряд. Таким образом, за 1 секунду вы показываете то, что происходило в течение 25 минут [11].

В режиме видеосъемки камера производит запись статичных или движущихся объектов. При этом каретка может двигаться по определенно заданной программе, в зависимости от условий.

В режиме калибровки пользователь управляет механизмами слайдера путем передачи сигнала с элементов управления на слайдер, т.е. происходит управление джойстиком или приложением с телефона.

Необходимо создать скетч, который будет учитывать время простоя (задержку) работы камер, шаг перемещения (по всем 3м осям), показатели концевых выключателей.

3.7.2 Алгоритм работы слайдера

Для каждого режима работы слайдера необходимо составить алгоритм действий. Опишем алгоритм работы слайдера при помощи блок-схемы.

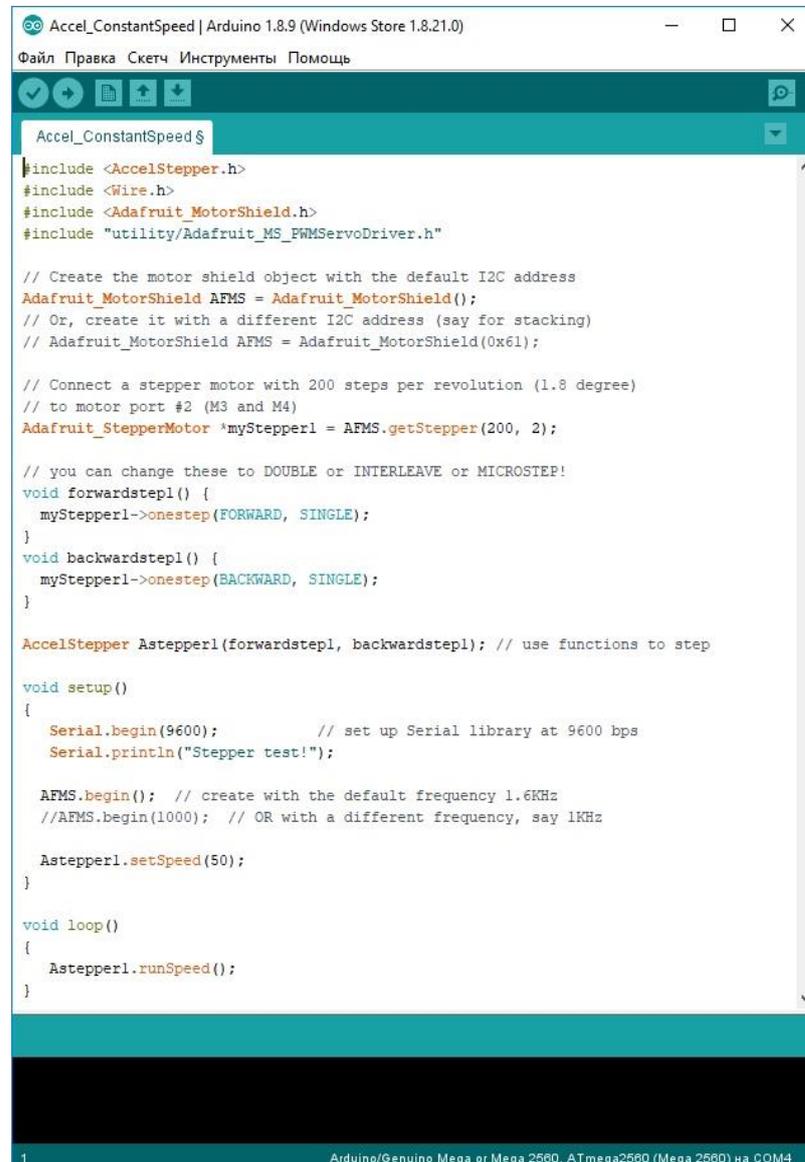


Рис. 44 Алгоритм работы режима калибровки.

На основе данного алгоритма будет написана управляющая программа. Для разработки УП необходимо скачать приложение Arduino IDE. Данное программное обеспечение позволяет создавать управляющие

программы для платы управления Arduino. После настройки программы можно приступить к написанию кода (скетча) [22][25].

Необходимо написать команды, которые будут управлять скоростью вращения двигателей (каретка и поворот камеры), сервопривода (наклон камеры), затвор ФА и управление по БТ модулю.



```
Accel_ConstantSpeed $
#include <AccelStepper.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MotorShield.h>
#include "utility/Adafruit_MS_PWM_ServoDriver.h"

// Create the motor shield object with the default I2C address
Adafruit_MotorShield AFMS = Adafruit_MotorShield();
// Or, create it with a different I2C address (say for stacking)
// Adafruit_MotorShield AFMS = Adafruit_MotorShield(0x61);

// Connect a stepper motor with 200 steps per revolution (1.8 degree)
// to motor port #2 (M3 and M4)
Adafruit_StepperMotor *myStepper1 = AFMS.getStepper(200, 2);

// you can change these to DOUBLE or INTERLEAVE or MICROSTEP!
void forwardstep1() {
  myStepper1->onestep(FORWARD, SINGLE);
}
void backwardstep1() {
  myStepper1->onestep(BACKWARD, SINGLE);
}

AccelStepper Astepper1(forwardstep1, backwardstep1); // use functions to step

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // set up Serial library at 9600 bps
  Serial.println("Stepper test!");

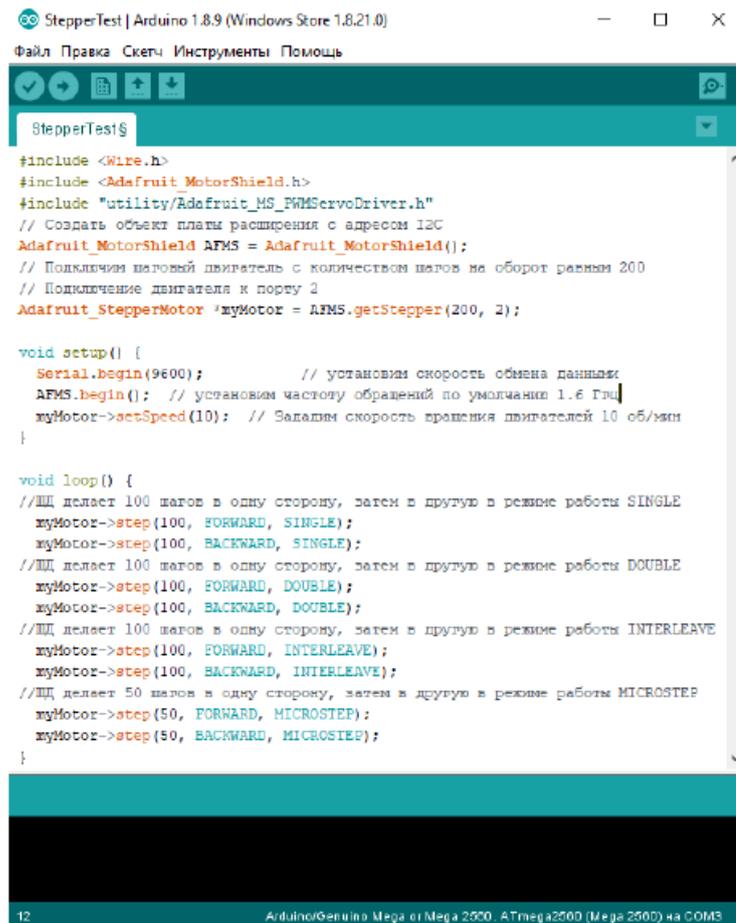
  AFMS.begin(); // create with the default frequency 1.6KHz
  //AFMS.begin(1000); // OR with a different frequency, say 1KHz

  Astepper1.setSpeed(50);
}

void loop()
{
  Astepper1.runSpeed();
}
```

Рис. 45 Пример скетча проверки работы ШД.

Для работы с платой необходим кабель USB и сам микроконтроллер. После настройки необходимых параметров (выбор платы в ПО, подключение и т.д.), можно приступить к написанию УП [12].



```
StepperTest | Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)
Файл Правка Скетчи Инструменты Помощь
StepperTest$
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MotorShield.h>
#include "utility/Adafruit_MS_PWM_ServoDriver.h"
// Создать объект платы расширения с адресом I2C
Adafruit_MotorShield AFMS = Adafruit_MotorShield();
// Подключим шаговый двигатель с количеством шагов на оборот равным 200
// Подключение двигателя к порту 2
Adafruit_StepperMotor *хуMotor = AFMS.getStepper(200, 2);

void setup() {
  Serial.begin(9600); // установим скорость обмена данными
  AFMS.begin(); // установим частоту обращений по умолчанию 1.6 Гц
  хуMotor->setSpeed(10); // Заделим скорость вращения двигателя 10 об/мин
}

void loop() {
  //Шаг делает 100 шагов в одну сторону, затем в другую в режиме работы SINGLE
  хуMotor->step(100, FORWARD, SINGLE);
  хуMotor->step(100, BACKWARD, SINGLE);
  //Шаг делает 100 шагов в одну сторону, затем в другую в режиме работы DOUBLE
  хуMotor->step(100, FORWARD, DOUBLE);
  хуMotor->step(100, BACKWARD, DOUBLE);
  //Шаг делает 100 шагов в одну сторону, затем в другую в режиме работы INTERLEAVE
  хуMotor->step(100, FORWARD, INTERLEAVE);
  хуMotor->step(100, BACKWARD, INTERLEAVE);
  //Шаг делает 50 шагов в одну сторону, затем в другую в режиме работы MICROSTEP
  хуMotor->step(50, FORWARD, MICROSTEP);
  хуMotor->step(50, BACKWARD, MICROSTEP);
}
12 Arduino/Genuino Mega or Mega 2560 ATmega2560 (Mega 2560) на COM3
```

Рис. 46 Скетч проверки работы ШД.

Данный скетч отвечает за передвижение каретки: скорость вращения двигателя, от которой зависит скорость каретки. Также он управляет концевыми выключателями. Если КВ будут нажаты, то программа прекратит выполняться и каретка остановится [24].

Примеры алгоритмов и УП режима калибровки представлены в приложении В.

3.7.3 Приложение для управление слайдером

Для удобства управления слайдером была написана программа с помощью инструмента RemoteXY. Данное ПО позволяет создавать УП для различных устройств, будь то робот или умный дом [13].

Для достижения поставленной задачи необходимо:

1. Разработать интерфейс в графическом редакторе.
2. Загрузить исходный код созданного интерфейса.
3. Подключить модуль связи.
4. Установить мобильное приложение для управления.

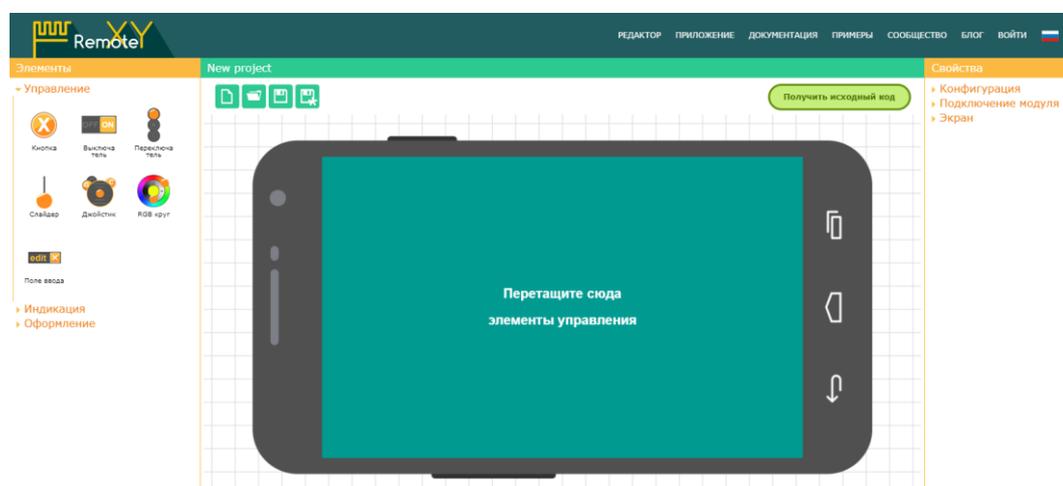


Рис. 47 RemoteXY.

При создании приложения можно задавать конфигурации и другие параметры вашей системы.

В настройках конфигурации можно установить все используемые модули.

В настройках подключения модуля устанавливается скорость обмена данными, входы и выходы, а также интерфейс подключения.

В настройках экрана можно редактировать внешний вид интерфейса приложения и кнопок управления.

После создания приложения RemoteXY скомпилирует код, который необходимо вставить в УП слайдера и назначить все элементы управления на сиротствующие показатели. Например:

- Наклон камеры;
- Поворот камеры;
- Обороты двигателей;
- Перемещение каретки и т.д.

Помимо всего вышеперечисленного было приобретено реле затвора. Его подключают для имитации нажатия кнопки затвора, реле подает импульс 5В, чем замыкает цепь и происходит спуск затвора.

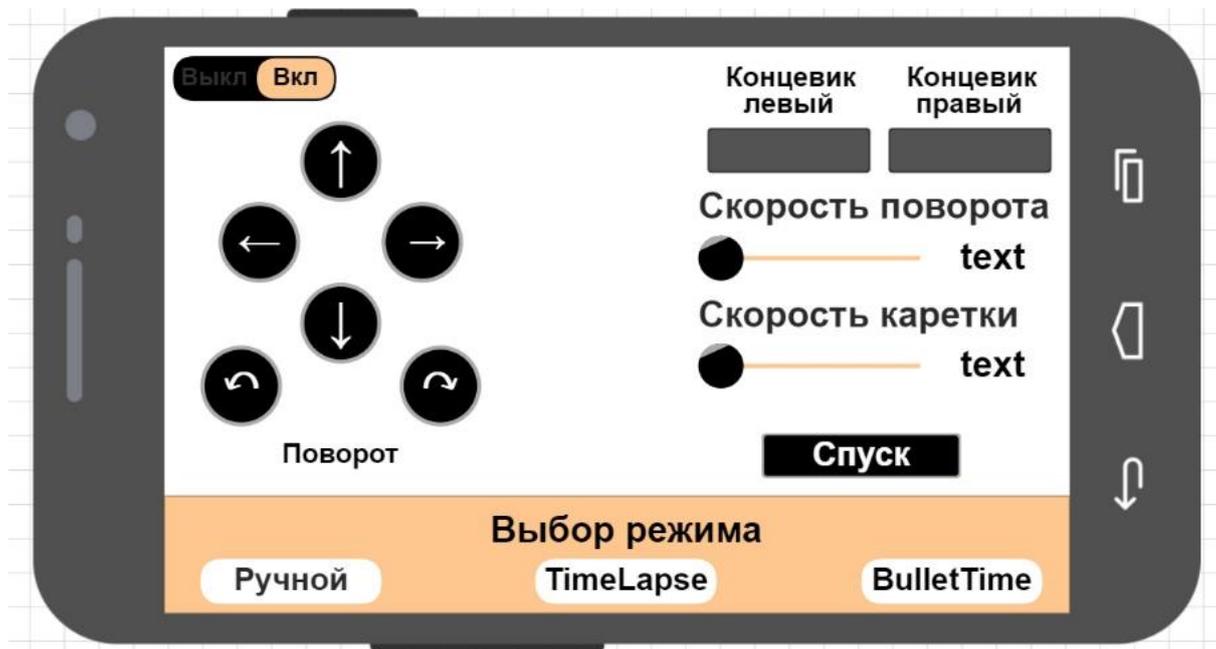


Рис. 48 Приложение для управления слайдером с телефона.
Данное приложение будет использоваться при работе со слайдером.

4. Изготовление и сборка изделия

4.1 Изготовление деталей слайдера

Часть деталей слайдера (платформы каретки, наклонного механизма, ножки) будут печататься на 3D принтере FlyingBear Tornado, так как они обладают сложной геометрической формой, которую не получится воспроизвести на лазерном станке.

К преимуществам печати на 3D принтере можно отнести:

- Быстрая проверка дизайна и эргономики изделия;
- Дешевое производство прототипов и мелких серий;
- Индивидуализация производства — легкое и экономически выгодное создание кастомизированных изделий;
- Возможность создания действительно сложных объектов — механизмов, изделий со сложной внутренней структурой и причудливых геометрических форм;
- Безотходное производство — практически весь материал идет в изделия.

К недостаткам печати на 3D принтере можно отнести:

- Низкая производительность по сравнению с традиционными литьем и штамповкой (из-за чего 3D-печать не конкурентоспособна в массовом производстве);
- Технические ограничения по размеру изделия;
- Экономические ограничения по объему производимой партии;
- Дороговизна промышленных принтеров и расходных материалов, особенно для печати металлом.

Как указывалось ранее, печать будет производиться на станке FlyingBear Tornado.



Рис. 49 Принтер FlyingBear Tornado.

Рабочие элементы 3D принтера:

- Экструдер. За счет него происходит нагрев и выдавливание материала.
- Платформа (стол). Основа, на которой происходит процесс печати.
- Двигатели. За счет них происходит передвижение элементов принтера.
- Датчики - фиксаторы. Фиксаторы контролируют рабочую зону принтера.
- Рама. Корпус к которому крепятся узлы принтера.
- 3-х координатный робот. За счет него происходит движение по XYZ осям [14].

Существует несколько технологий 3D печати:

1. Метод постепенного наложения пластика.
2. Стереолитографическое моделирование.
3. Лазерное спекание.

При печати на FB Tornado используется первый метод.

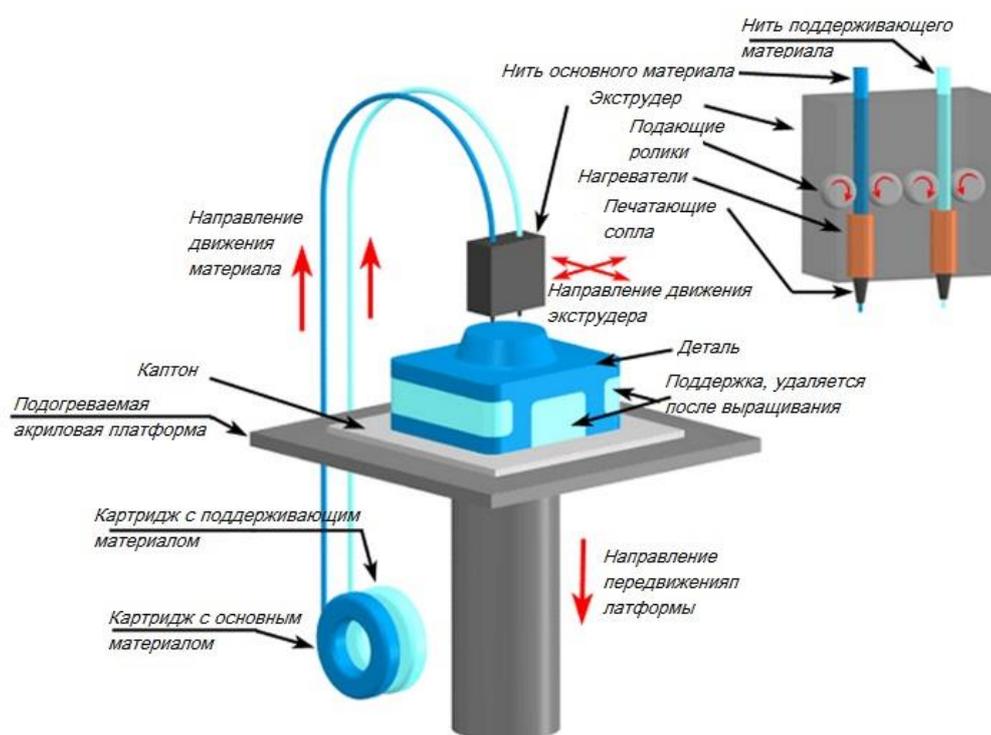


Рис. 50 Метод послойного наплавления термопласта.

Нить материала подается в экструдер, где происходит нагрев материала и последующее его распределение на столе (либо слоях).

Основные процессы печати регулируются при помощи ПК или дисплея на самом принтере. Можно регулировать температуру, скорость печати, работу двигателя и т.д.

Процесс печати можно условно разделить на несколько этапов:

1. Загрузка модели в слайсер.
2. Задать необходимые параметры: толщина стенок, заполняемость и т.д.
3. Запустить в печать.

При необходимости можно контролировать процесс и параметры печати через дисплей принтера [15].

Технические характеристики станка указаны в таблице, представленной ниже [14].

Таблица 4.1 - Характеристики принтера FlyingBear Tornado

Параметр	Значение
Электропитание	110/220 В, 450 Вт
Размеры	545x485x485 мм
Вес	20 кг
Программное обеспечение	Cura
Количество экструдеров	1-2
Размер рабочей камеры	360x360x360 мм
Температура стола	60-120 °С
Температура экструдера	до 240 °С
Технология печати	FDM
Толщина слоя от	50 мкм
Точность позиционирования	Z: 2 мкм, XY: 10 мкм
Поддерживаемые материалы	PLA, ABS, PETG, Wood, PVA, Flex
Диаметр нити	1.75 мм
Диаметр сопла от	0.2 мм
Скорость печати	150 мм/сек

При печати на 3D принтере могут возникнуть различные дефекты. Кратко опишем.

- Коробление;
- Перекос;
- Вскип;
- Неравномерность слоев;
- “Слоновья нога”;

- Провисания;
- Волнистость;
- Недоэкструзия;
- Просечки;
- Царапины;
- Недозаполнение [16].

Материалом печатных деталей будет пластик ABS. ABS (акрилонитрилбутадиенстирол) является ударопрочным материалом, имеет большую популярность в 3D печати, из него изготавливают функциональные объекты, которые используются на практике. Он является более прочным из представленных для печати пластиков (ABS, PLA и HIPS) и имеет меньшую стоимость. PLA такой же прочный, но более жесткий, чем ABS, поэтому его сложнее использовать для соединений различных элементов. Распечатанные объекты, как правило, более гладкие и блестящие. PLA немного труднее шлифовать и обрабатывать, чем ABS. Более низкая температура плавления делает PLA непригодным для ряда ситуаций – например, за день в нагретом салоне автомобиля детали из него могут деформироваться и «потечь»

Параметры печати:

- Температура экструзии — 210-245°C;
- Температура стола — 90-120°C;
- Обдув — нежелателен.

Таблица 4.2 - Технические характеристики ABS [17]

Параметр	Ед. измерения	Значение
Тем-ура плавления	°С	175-210
Тем-ра размягчения	°С	100
Тем-ра эксплуатации	°С	-40+80
Твердость (по Роквеллу)	R scale	105-110
Отн-ное удлинение	%	6
Прочность на изгиб	МПа	41
Прочность на разрыв	МПа	22
М.у. при растяжении	ГПа	1,6
М.у. при изгибе	ГПа	2,1
Плотность	г/см ³	1,1
Точность печати	%	1
Усадка	%	<0.8



Рис. 51 Деталь, напечатанная из пластика ABS на 3D принтере Flying Bear Tornado.

Для дальнейшей печати деталей слайдера необходимо задать параметры печати: толщина стенок, заполняемость, размер сопла и т.д.

Чтобы детали были более прочными и выдерживали большие нагрузки, необходимо ставить большую заполняемость. В противном случае, если деталь не будет подвергаться большим нагрузкам, можно уменьшить этот показатель, что также отразится на стоимости печати.

Размер сопла влияет на точность изготавливаемой детали.

При печати значения заполняемости варьировались в диапазоне от 30 до 70 %, в зависимости от размеров детали. Большие детали, например как опоры и пластины печатались с меньшей заполняемостью. Это было необходимо для экономии времени и средств. Маленькие детали печатались с большей заполняемостью, чтобы они не треснули при сборке и эксплуатации слайдера.

При печати использовались сопла размером от 0,2 до 0,4 мм, в зависимости от необходимой точности детали.

Толщина стенок у всех деталей одинакова и составляет 0,6 мм.

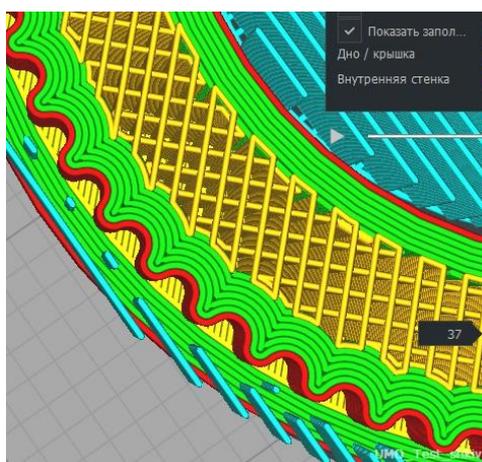


Рис. 52 Настройка печати шкива.

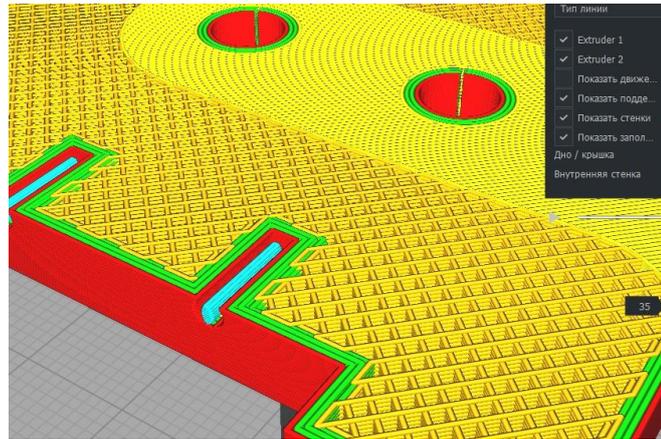


Рис. 53 Настройка печати пластин.

Также при работе с моделями в слайсере можно задать их расположение на столе для экономии материала для печати.

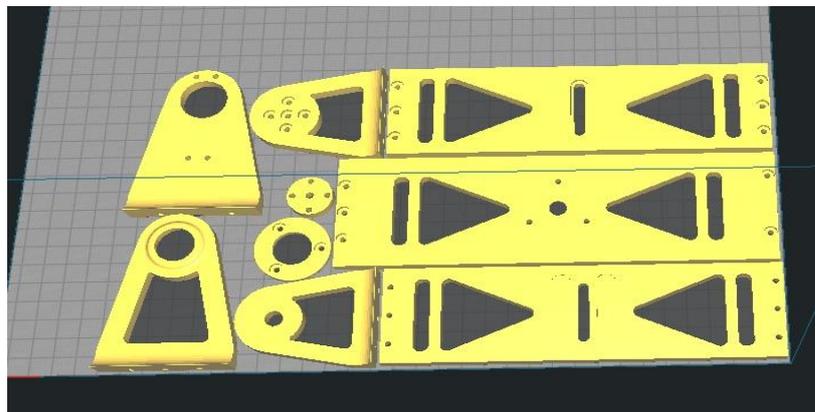


Рис. 54 Расположение деталей при печати.

После настройки всех необходимых параметров печати можно приступить к созданию деталей.

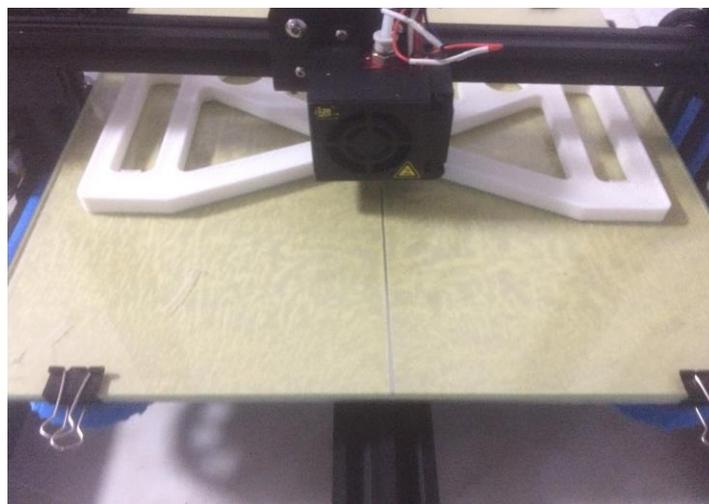


Рис. 55 Процесс печати.

Полученные детали представлены на рисунке ниже.



Рис. 56 Напечатанная деталь.

Полученные детали имеют большую прочность и легкий вес, что положительно сказывается на работе слайдера. На полученных деталях, если необходимо, можно деталь дополнительную механическую обработку, например просверлить отверстия для дополнительного крепления каких-либо элементов.

4.2 Сборка слайдера

После печати деталей слайдера и закупки стандартных изделий можно приступить к сборке слайдера. Так как детали слайдера печатались в разное время, сборка происходила постепенно.

В первую очередь была собрана каретка. Для нее заранее были закуплены стандартные изделия (болты, гайки, подшипники и т.д.). Каретка в собранном виде представлена на рисунке 57 и приложении Б.



Рис. 57 Каретка слайдера.

Для сборки каретки понадобился минимально необходимый набор инструментов: крестовая отвертка, наждачная бумага и пассатижи.

Когда каретка собрана, необходимо проверить, как она передвигается на направляющих.

Чтобы впустую не тратить материал и бюджет разработки, для эксперимента вместо стоек из пластика использовались опоры из пенопласта.



Рис. 58 Опоры из пенопласта.

Данная мера была необходима, чтобы проверить точность между осями направляющих и правильности сборки конструкции каретки. При разработке модели были допущены просчеты в конструкции модели, в результате чего не была полностью учтена горизонтально удерживание каретки на направляющих. В итоге некоторые части каретки задевали направляющие, чем тормозили ее.

В результате чего было добавлено 2 ролика, которые удерживали каретку в необходимом положении.

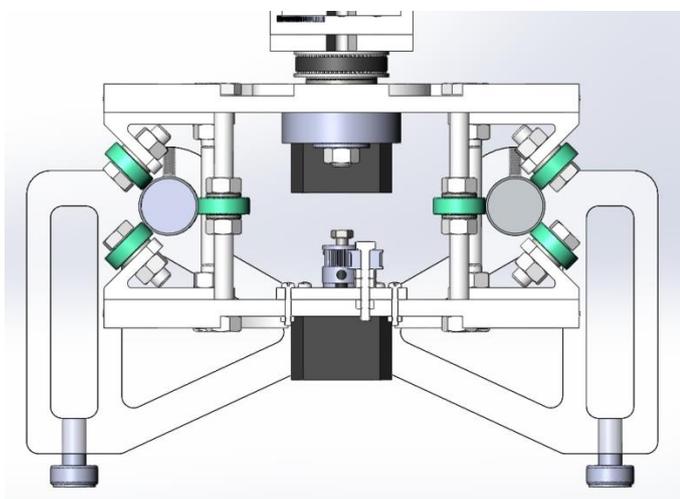


Рис. 59 Дополнительные удерживающие ролики.

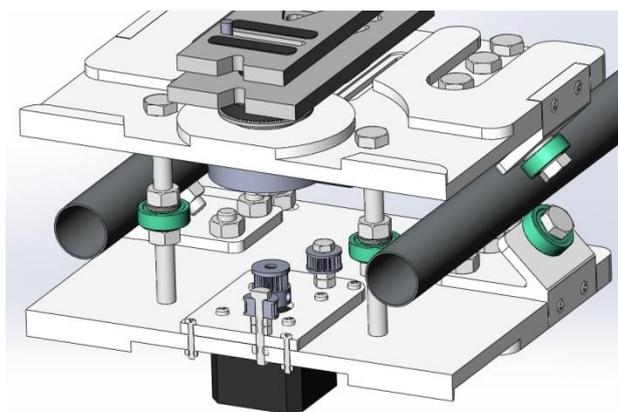


Рис. 60 Дополнительные удерживающие ролики.

Теперь необходимо просверлить дополнительные отверстия в пластинах каретки, чтобы можно было установить данные ролики. Пластик ABS, из которого изготовлены детали слайдера, легко поддается механической обработке. Его можно обрабатывать: сверлить, шлифовать и т.д., не боясь, что деталь треснет или испортится.

В пластинах были просверлены необходимые отверстия.

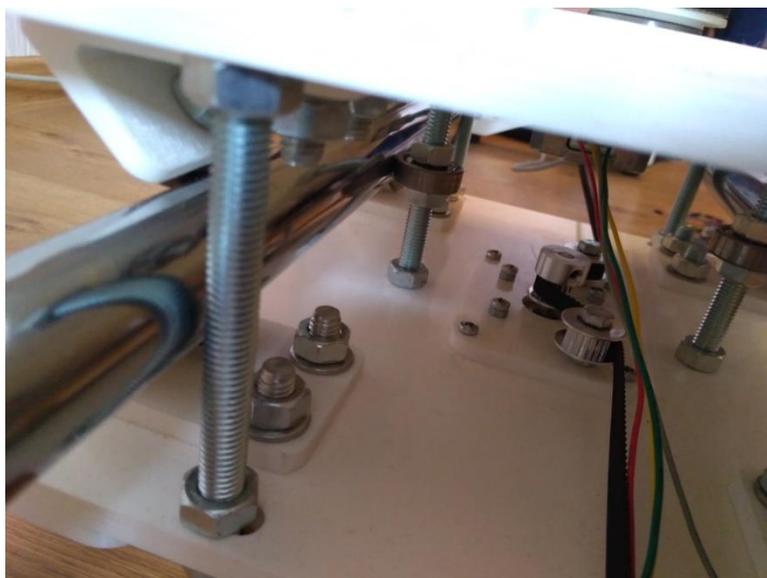


Рис. 61 Дополнительные удерживающие ролики.

Когда каретка собрана, можно приступить к сборке механизма поворота и наклона камеры.



Рис. 62 Механизм наклона/поворота камеры.

При сборке не было обнаружено никаких отклонений, все детали получились без изъянов. Теперь можно приступить к окончательной сборке каретки и механизма наклона/поворота камеры.

Для этого необходимо установить необходимые двигатели, сервопривод и шкивы на каретку и механизм наклона/поворота, после чего уже установить сам механизм на каретку.



Рис. 63 Каретка в сборке с механизмом наклона/поворота.

Далее устанавливаем механизм на экспериментальные опоры и проверяем работу всех узлов.

Узлы работают отлично, все ролики соприкасаются с направляющими, другие детали не задевают направляющих. Механизм поворота наклона работает без заеданий.

Можно приступить к печати стоек.



Рис. 64 Опоры.

Когда опоры напечатаны, можно собрать слайдер полностью.



Рис. 65 Фото-видеослайдер.

4.3 Проверка работы слайдера

После сборки слайдера и настройки управляющих программ необходимо проверить работу всех систем и механизмов.

Проведем проверку работоспособности всех механизмов слайдера. Принцип работы слайдера и скетчей был описан выше.

Для проверки работы слайдера необходимо проверить повторяемость. Работа шагового двигателя всегда сопровождается отклонениями от позиции, таким образом каретка будет позиционироваться с определенной точностью. Чтобы рассчитать эту точность, а именно одностороннее среднеквадратическое отклонение от заданного положения, воспользуемся ГОСТ 27843-2006.

Используемый стандарт определяет методы проверки и оценки точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением с помощью непосредственного измерения отдельных осей на станке. Описанные методы применяются одинаково к линейным осям и осям вращения. Настоящий стандарт может использоваться для типовых проверок, приемочных проверок, сравнительных проверок, периодических подтверждений точности, коррекции точности станка и т.д.

Данный стандарт наиболее применим к проектируемым механизмам, поэтому воспользуемся формулами, описанными в стандарте для расчетов.

Определим повторяемость позиционирования каретки, используя методы, описанные в стандарте.

Для измерения позиционирования использовалась линейка по ГОСТ 427 – 75.

Для расчета отклонений используются следующие значения:

- заданная позиция P_i ($i = 1$) - позиция, в которую запрограммировано движение подвижного компонента; Нижний

индекс i указывает частную позицию среди других заданных позиций вдоль или вокруг данной оси;

- действительная позиция P_{ij} ($i = 1; j = 1$) - измеренная позиция, достигнутая подвижным компонентом при j -м подходе к i -й заданной позиции;

- позиционное отклонение x_{ij} - действительная позиция, достигнутая подвижным компонентом минус заданная позиция. Позиционное отклонение рассчитывается по формуле:

$$x_{ij} = P_{ij} - P_i;$$

- размах отклонения W_i – разница между максимальным и минимальным значениями x_{ij} .

Для расчёта среднеквадратического отклонения от заданного положения воспользуемся формулой:

$$s_i = W_i \cdot a_n;$$

Коэффициент a_n зависит от числа n повторных измерений и берется из таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Значения коэффициента a_n при разных количествах повторений n

Число повторных измерений n	5	6	7	8	9	10
Коэффициент a_n	0,4299	0,3946	0,3698	0,3512	0,3367	0,3429

Результаты измерений отклонения позиций каретки камеры запишем в таблицу 4.4.

Таблица – 4.4 Результаты измерений отклонения позиций поворотного механизма

Номер заданной позиции i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заданная позиция P_i , мм.	7	170	350	525	704	881	1055	1350	1550	1700
Позиционные отклонения, мм.	$J=1$	1	2	1	3	1	0	2	1	1
	2	0	1	1	2	1	0	3	2	1
	3	0	0	2	0	2	1	3	3	2
	4	1	0	0	2	1	1	2	2	2
	5	0	2	0	0	1	1	2	2	1
Среднее одностороннее позиционное отклонение, x_i , град	0,4	1	0,8	1,4	1,2	0,6	2,4	2	1,4	0,4

Исходя из результатов, приведенный в таблицах 4.4 можно сделать вывод о том, что среднее значение отклонения передвижения каретки при шаге в 150 мм равняется 1,16мм. Данное отклонение меньше 5% , что говорит о точном позиционировании и повторяемости слайдера.

Помимо повторяемости и позиционирования был проверена общая работа слайдера, при проверке работы слайдера и УП не было замечено сбоев программы и заедания механизма.

Разработанный проект можно считать успешно завершенным.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ71	Ревин Илья Владимирович

Институт	ИШНПТ	Кафедра	Технологии машиностроения и промышленной робототехники
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.05 «Конструкторско- технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Проведение комплексного SWOT-анализа слайдера для фото-видеосъемки. Материальные затраты для сборки слайдера.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Сравнение разработки с конкурентными аналогами.</i> 2. <i>Выявление и описание сильных и слабых сторон изделия, а также возможностей и угроз.</i> 3. <i>Выявление соответствия сильных и слабых сторон изделия внешним условиям окружающей среды.</i> 4. <i>Анализ результатов.</i>
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Матрица SWOT*
2. *Карта сегментирования*
3. *Оценочная карта*
4. *Диаграмма Ганта*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ71	Ревин Илья Владимирович		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Введение

В процессе разработки нового оборудования решается ряд конструкторско-технологических, производственных и эксплуатационных задач. Главными требованиями при создании нового оборудования являются: высокая производительность, технологичность и надежность.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности проекта и востребованности его на рынке, именно эти параметры определяют перспективность разработки.

Объектом экономической части дипломной работы является слайдер для фото-видеосъемки.

Цель:

1. Анализ рынка;
2. Определение целевой аудитории;
3. Конкурентный анализ;
4. Выявление и описание сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз для определения стратегии развития проекта.

Задачи:

1. Сравнение конкретных технических решений;
2. SWOT-анализ.

5.2 Анализ рынка

В данный момент на рынке представлено большое количество слайдеров, меньшее число из них является моторизированными, еще меньшее имеют удобную конструкцию и хорошее качество. Они имеют очень высокие цены, некоторые из них с неразборной конструкцией, что усложняет их транспортировку.

Слайдер для видеосъемки - компактная подвижная конструкция, которая используется для перемещения камеры (телефона) во время съемки для создания панорамных видео, фотографирования с разных ракурсов, создания эффекта “Bullet time”.

Разрабатываемое оборудование будет востребовано в сфере фото и видеосъёмки.

5.3 Целевая аудитория

Производство данного оборудования рассчитано на рынок «business to consumer». Это означает то, что оборудование планируется продавать частным лицам, которые будут являться «конечным» потребителем, посредством использования данного оборудования.

Предполагаемую целевую аудиторию составляют:

- Обычные потребители (любительская съемка).
- Блогеры.
- Частные компании, специализирующиеся на фото-видеосъемке.

Проведем сегментирование предполагаемого рынка. Результаты отразим в сводной таблице 5.1.

Таблица 5.1. Карта сегментирования рынка реализации оборудования.

		Параметры оборудования		
		Наличие системы автоматического перемещения	Взаимозаменяемость деталей и узлов.	Высокая производительность
Размер производства	Единичное			
	Серийное			
	Массовое			

Из приведённой карты видно, что использование оборудования выгодно реализовывать в единичном и серийном производстве.

5.4 Конкурентный анализ

Анализ конкурентоспособности продукта позволяет определить наиболее вероятную позицию на рынке среди компаний, производящих подобный продукт. Анализ продукта и конкурентной среды позволяет выявить наиболее негативные стороны продукта и определить направление по их улучшению. Анализ своей продукции и сравнение с другими производителями позволяет вывести свой продукт на более выгодное место на рынке, понизить операционные риски и выбрать правильные каналы сбыта.

На просторах сети интернет можно найти огромное количество различных вариантов слайдеров стоимостью от \$20 о \$2000. Они различаются по конструкции, материалам и принципу работы. Большинство из них уступают разрабатываемому слайдеру по критериям, описанным выше. Ниже будут представлены самые распространенные среди пользователей модели (более подробно они были описаны в разделах выше).

Конкуренты на рынке:

1. Слайдер MY SKATER-DOLLY- состоит из двух устройств – «SKATER» и «DOLLY». Подходит для любых видов видеокамер. Это гибридный агрегат, который совмещает в себе такое оборудование как Скейтер и Слайдер. Цена высока, и составляет \$300.
2. Slider ES80- данный тип слайдера является модульным: его рабочую длину можно увеличить до необходимых размеров. Движение в данном слайдере осуществляется вручную за счет ременной передачи. Модульность конструкции позволяет настраивать различную длину, что увеличивает панораму

съемки. Производитель заявляет, что сборка и разборка слайдера происходит быстро. Трубки и другие детали сделаны из углеродного волокна.

Разрабатываемый слайдер отличается от уже существующего оборудования тем, что совмещает в себе модульность конструкции, взаимозаменяемостью деталей и узлов, а также автоматически перемещает каретку и поворачивает камеру. При этом его стоимость меньше, чем у конкурентов на рынке.

Для определения конкурентоспособности разработанного оборудования, необходимо сравнить наиболее важные технические и экономические характеристики оборудования с аналогами конкурентных производителей.

Сравнительный анализ произведен в таблице 5.2.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Р	Б ₁	Б ₂	К _Р	К ₁	К ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки							
Производительность	0,1	4	1	1	0,4	0,1	0,1
Энергоэкономичность	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Габариты	0,01	3	1	3	0,03	0,01	0,03
Безопасность	0,08	3	5	5	0,24	0,4	0,4
Уровень шума	0,03	1	3	3	0,03	0,09	0,09
Взаимозаменяемость	0,11	5	2	2	0,55	0,22	0,22
Модульность конструкции	0,1	3	1	2	0,3	0,1	0,2
Простота в эксплуатации	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
Экономические критерии							
Востребованность	0,15	3	3	3	0,45	0,45	0,45
Уровень проникновения	0,06	1	5	4	0,06	0,3	0,24
Цена	0,15	4	1	2	0,6	0,15	0,3
Послепродажная гарантия	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Срок эксплуатации	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	44	39	43	3,56	2,72	2,98

Коэффициенты БР и КР соответствуют разрабатываемому оборудованию. Коэффициенты Б1 и К2 соответствуют слайдеру «MY SKATER-DOLLY»; коэффициенты Б2 и К2 соответствуют слайдеру «ES80».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, (1)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Из сводной таблицы полученных результатов можно увидеть, что разработанное оборудование не уступает аналогам на рынке в конкурентоспособности по экономическим и техническим критериям, это можно объяснить тем, что разрабатываемый слайдер имеет низкую цену относительно представленных слайдеров. При этом он полностью автоматизирован, в отличие от слайдеров MY SKATER-DOLLY и ES80.

Из этого можно сказать, что разрабатываемое оборудование сможет найти своих покупателей на рынке.

5.5 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Анализ по системе QuaD приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
Технические критерии оценки					
Производительность	0,1	100	100	1	0,1
Энергоэкономичность	0,05	80	100	0,8	0,04
Взаимозаменяемость	0,11	100	100	1	0,11
Габариты	0,01	100	100	0,8	0,01
Безопасность	0,08	80	100	0,8	0,064
Уровень шума	0,03	60	100	0,6	0,018
Простота в эксплуатации	0,05	100	100	1	0,05
Модульность конструкции	0,1	100	100	1	0,1
Экономические критерии					
Востребованность оборудования	0,15	90	100	0,8	0,135
Уровень проникновения на рынок	0,06	50	100	0,1	0,03
Цена	0,15	80	100	0,7	0,12
Послепродажная гарантия	0,05	100	100	1	0,05
Срок эксплуатации	0,06	100	100	1	0,06
Итого	1				0,887

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, (2)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение Ps_r позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя Ps_r получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Средневзвешенное значение находится в диапазоне от 0 до 1. Значение для разрабатываем конструкции получилось 0,887. Разрабатываемая конструкция слайдера считается перспективной.

5.6 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, который позволяет комплексно проанализировать проект и выявить факторы внешней и внутренней среды, влияющие на него.

SWOT – это аббревиатура 4 слов: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Внутренними факторами являются сильные и слабые стороны проекта, а возможности и угрозы являются внешними факторами.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие способность проекта к конкурентной борьбе. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть особые ресурсы, являющиеся полезными с точки зрения конкуренции.

Слабые стороны – это факторы, негативно влияющие на способность проекта вести конкурентную борьбу на рынке.

Возможности – это любые возможные ситуации, складывающиеся в условиях окружающей среды, которые, позитивно сказались или скажутся в будущем на конкурентоспособности проекта.

Угроза – это любая возможная нежелательная ситуация, которая негативно скажется на конкурентоспособности проекта.

Первый этап анализа представляет собой перечисление всех возможных факторов внешней и внутренней среды. Для удобства результаты первого этапа анализа рекомендуется заносить в таблицу.

Таблица 5.4. SWOT-анализ.

Сильные стороны (С):	Слабые стороны (Сл):
<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкая стоимость производства; 2. Использование стандартных изделий; 3. Составная – модульная конструкция; 4. Высокая производительность; 5. Востребованность рынка; 6. Простая и понятная технология; 7. Простота в обслуживании и использовании. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не виброустойчивая конструкция; 2. Незащищенность от пыли и т.д.
Возможности (В):	Угрозы (У):
<ol style="list-style-type: none"> 1. Широкий спектр применения; 2. Возможен приток частного капитала. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие спроса; 2. Нестабильное финансирование; 3. Ограничение на экспорт оборудования;

Второй этап анализа состоит в выявлении сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Выявленные соответствия или несоответствия должны помочь определить стратегию

пути развития. Для удобства результаты второго этапа анализа рекомендуется заносить в таблицу.

Таблица 5.5. Соответствие сильных сторон возможностям

Сильные стороны проекта								
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	B1	+	+	+	+	+	+	+
	B2	+	0	-	+	+	-	-

Таблица 5.6. Соответствие слабых сторон возможностям

Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	-	+
	B2	-	-

Таблица 5.7 Соответствие сильных сторон угрозам

Сильные стороны проекта								
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	У1	-	-	-	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-	0	-	-
	У3	-	+	-	-	-	-	-

Таблица 5.8. Соответствие слабым сторонам угрозам

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	-	-
	У3	-	0

Таблица 5.9 Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
Возможности:	<p>В1С1С2С3С4С5С6С7:</p> <p>В виду широкого спектра применения разработки, все сильные стороны будут положительными факторами.</p>	<p>В1Сл1Сл2:</p> <p>Отрицательным фактором для широты применения будет являться не защищённость от пыли и грязи.</p>
Угрозы:	<p>У3С2:</p> <p>Использование импортных стандартных изделий может быть запрещено законодательством.</p>	<p>У3Сл2:</p> <p>Незащищённость от грязи может пагубно влиять на экспорт оборудования. Это может повлечь поломку оборудования.</p>

5.7 Планирование работы

Структура работ в рамках научного исследования.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и

преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проводится распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.10.

Таблица 5.10. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность руководителя
Разработка технического задания.	1	Составление и утверждение технического задания.	Руководитель.
Выбор направления разработки.	2	Литературный обзор существующих аналогов.	Студент.
	3	Выбор направления разработки	Студент, руководитель.
	4	Календарное планирование.	Студент.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований.	Студент.
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов.	Студент, руководитель.
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями.	Студент, руководитель.
Проведение ОКР.			
Разработка технической документации и проектирование	8	Разработка принципиальной схемы, создание модели.	Студент, руководитель.
	9	Расчет конструкции.	Студент.
	10	Оценка эффективности производства и применения	Студент.

		проектируемого изделия.	
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент.

Составление диаграммы Ганта

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта.

Календарный план-график проведения работ (Диаграмма Ганта) представлен в таблице 5.11.

Таблица 5.11. Календарный план-график проведения работ.

№ работ	Вид работ	Исп-ли	T _{ки} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление ТЗ.	Р	3	■													
2	Лит. обзор.	С	12	■	■	■											
3	Выбор напр-я	Р, С	2			■											
4	Календарное планирование	С	2			■											
5	Теор. расчеты	С	12				■	■									
6	Создание модели	Р,С	12					■	■	■							
7	Анализ результатов	Р,С	6							■	■						
8	Разработка принципиальной схемы	Р,С	10							■	■	■					
9	Расчет констр-ии	С	12									■	■				
10	Оценка эффективности	С	8											■	■		
11	Составление отчета	С	12													■	■

Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты по данной статье заносятся в таблице 4.12.

Таблица 4.12 Материальные затраты.

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Подшипник	608 2RS, 8x22x7	8	40	320
Болт	M8*90 DIN 933	4	19,3	77,2
Болт	M8*25 DIN 933	24	6,25	150
Болт	M8*40 DIN 933	2	9,5	19
Винт	M3*16 DIN 7985	30	0,6	18
Гайка	M8 DIN 934	30	3,90	116,72
Гайка	M3 DIN 934	50	0,30	15,2
Шайба	TECH-KREP DIN 125 M8	8	1,36	10,88
Штанга круглая	25x2000	2	184,5	369
Заглушки	SIBO 25	4	7,12	28,5
Ножка УЛЬТРА	Для труб Joker	4	20,9	83,6
Плата управления	Arduino Uno R3	1	450	450
Зубчатый шкив	GT2-6 с подшипником 5 мм	2	110	220
Зубчатый шкив	GT2-6 D5 мм; 20 зуб.	1	88	88
Концевик		2	120	240

Драйвер ШД	A4988	2	120	240
Расширительная плата		1	560	560
ШД	nema 17 17HS3401	1	553	553
Bluetooth модуль	Bluetooth HC-05	680	1	680
Адаптер драйвера ШД		240	1	240
Печать	Печать на 3D принтере	273,5	6 руб./г.	1641
Сумма:				6120,1
Транспортно-заготовительные расходы (3-5 %):				244,8
Итого:				6364,9

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата инженера и руководителя НТИ;
- дополнительная заработная плата инженера и руководителя;
- отчисления, поступающие во внебюджетные фонды;
- накладные расходы;
- амортизационные отчисления.

Зарботная плата исполнителей НТИ

Полная заработная плата руководителя и инженера НТИ состоит из двух слагаемых: основной и дополнительной заработной платы.

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Полная заработная плата определяется как:

$$Z_{\text{П}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата,

составляет 15% от $Z_{\text{осн}}$.

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}};$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата; $T_{\text{р}}$ – суммарная длительность работ, выполняемая работником.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный оклад научно-технического работника; M – количество месяцев работы без учёта отпуска (для пятидневной рабочей недели и отпуске в 24 рабочих дня $M=11,2$; для шестидневной рабочей недели и отпуске в 48 рабочих дней $M=10,4$; $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд персонала (определяется за вычетом выходных, праздничных и отпускных дней).

Месячный оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{ТС}}$ – заработная плата по тарифной ставке; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, 0,3; $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, 0,33; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, усредненный 1,3.

Размер заработной платы по тарифной ставке определяется по формуле:

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T,$$

где T_{ci} – тарифная ставка работника; k_T – тарифный коэффициент в зависимости от ставки.

С помощью представленных выше формул находим основную заработную плату инженера проектировщика (студент):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,35) \cdot 1,3 = 36465 \text{ руб};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{36465 \cdot 11,2}{365 - 118 - 24} = 1831,43 \text{ руб},$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1831,43 \cdot 46 = 84245,78 \text{ руб};$$

$$Z_{II} = Z_{осн} + Z_{доп} = Z_{осн} + 0,15 \cdot Z_{осн} = 84245,78 + 0,15 \cdot 84245,78 = 96882,68 \text{ руб}.$$

Исходя из выше упомянутых формул, основная заработная плата руководителя НТИ:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,35) \cdot 1,3 = 56413,5 \text{ руб};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{56413,5 \cdot 10,4}{365 - 118 - 48} = 2948,24 \text{ руб},$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2948,24 \cdot 15 = 44223,6 \text{ руб};$$

$$Z_{II} = Z_{осн} + Z_{доп} = Z_{осн} + 0,15 \cdot Z_{осн} = 44223,6 + 0,15 \cdot 44223,6 = 50857,14 \text{ руб}.$$

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Данная статья расходов бюджета НТИ формируется за счёт обязательных отчислений, пенсионному фонду (ПФ), фонду обязательного медстрахования (ФФОМС) и фонду социального страхования (ФСС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \text{ где}$$

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Для образовательных учреждений в 2019 году водится пониженная ставка – 30%, на основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ.

Она складывается из трёх видов взносов:

- отчисления в Пенсионный фонд, которые составляют 22%;
- отчисления в Страховой фонд, которые составляют 2,9%;
- отчисления в Фонд медицинского страхования, которые составляют 5,1%.

Отчисления во ВБФ представим в виде таблицы 4.13.

Таблица 4.13 отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная зар. плата, руб.	Доп-ая зар. плата, руб.	Итого
Инженер	84245,78	12636,867	29064,7941
Руководитель	44223,6	6633,54	15257,142
Коэфф. отчисления	0,3		44322

Сумма внебюджетных отчислений равна 44322 рублей.

Амортизационные отчисления

Учет компьютера, первоначальная стоимость которого составляет более 40 000 руб., ведется в составе основных средств.

При расчете налога на прибыль его стоимость списывают через амортизацию. Согласно Классификации, утвержденной постановлением Правительства РФ от 1 января 2002 г. № 1, компьютеры относятся ко второй амортизационной группе. Поэтому по данным объектам основных средств срок полезного использования может быть установлен в пределах от 25 до 36 месяцев включительно.

$$H_A = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,33\%$$

$$A = 50000 \cdot \frac{H_A}{100} \cdot \frac{T_{\text{кал.дн}}}{365} = 50000 \cdot \frac{33,33}{100} \cdot \frac{67}{365} = 3059 \text{ руб.}$$

где H_A – годовая норма амортизации по компьютеру, %; n – срок полезного использования компьютера в бухгалтерском учете, равный 3 месяца; $T_{\text{кал.дн.}}$ – количество календарных дней использования компьютера.

Таким образом амортизационные отчисления составили 3059 руб.

Накладные расходы

В статье накладные расходы следует учитывать прочие затраты организации, которые не включены в предыдущие статьи: оплата электроэнергии, мобильной связи, сети интернет, печать и ксерокопирование материалов исследования. Их значение определяется как:

$$Z_{\text{накл}} = \sum_1^5 Z_i \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Величина накладных расходов составит:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}} + A) * k_{\text{нр}} = \\ &= (6364,9 + 128469,38 + 19270,40 + 44322 + 3059) * 0,16 \\ &= 32237,7 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Формирование сметы технического проекта

Рассчитанные значения затрат НТИ – являются основой для формирования бюджета проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку проекта.

Бюджет НТИ приведён в таблице 4.14.

Таблица 4.14 Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб	Доля, %
Материальные затраты	6364,9	2,72
Затраты по заработной плате инженера	96882,68	41,45
Затраты по заработной плате руководителя	50857,14	21,75
Взносы во внебюджетные фонды	44322	18,96
Амортизационные отчисления	3059	1,3
Накладные расходы	32237,7	13,79
Итого	233723,38	100

Таким образом, бюджет затрат ТП составит 233723,38 рублей, почти половину составляет заработная плата инженера.

5.8 Вывод по разделу

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», была исследована целевая аудитория рынка, анализ конкурентоспособности разработанного оборудования, был проведен SWOT-анализ слайдера для фото-видеосъемки с целью выявления наиболее опасных факторов внешней среды и определения наиболее выгодной стратегии развития проекта. Был составлен план работы над проектом, распределены исполнители для каждого этапа, была составлена диаграмма Ганта и определен бюджет данного проекта.

После подсчета всех затрат можно приступить к закупке компонентов и последующей сборке слайдера.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ71	Ревин Илья Владимирович

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.05 КТО МП

Тема ВКР:

Разработка конструкции корпуса для фото-видео слайдера.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект данного исследования – конструкция каретки фото-видео слайдера. Эксплуатация предусматривает использование внутри либо снаружи помещения.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Ст. 99 ТК РФ Ст. 112 ТК РФ ГОСТ 12.2.032-78 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: повышенный шум, повышенная температура, нехватка естественного света, малая освещенность. Опасные факторы: возможность поражения электрическим током и получение травмы от подвижных частей устройства, а также термических ожогов.
3. Экологическая безопасность:	Влияние оборудования на гидросферу. Методы утилизации. Меры для защиты окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС - возгорание оборудования, пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Исаева Елизавета Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ71	Ревин Илья Владимирович		

6 Социальная ответственность

6.1 Введение

В процессе любой трудовой деятельности, каждый человек, вовлечённый в эту деятельность, подвергается воздействию целого комплекса производственных факторов. В свою очередь, эти факторы способны влиять на здоровье человека. Совокупность всех факторов, влияющих на здоровье человека, называется условиями труда. Условия труда можно охарактеризовать двумя видами факторов: опасные и вредные.

Для недопущения несчастных случаев и вреда здоровью, рабочее место должно быть спроектировано с соблюдением всех законодательных норм и правил, ГОСТов, СНиПов и Федеральных законов.

В процессе работы была разработана конструкция слайдера для фото-видеосъемки и проведены необходимые расчеты с помощью специального программного обеспечения. Для управления программным комплексом оборудования, наладки оборудования, слежения за правильностью работы слайдера, необходимо участие человека. Работа человека с оборудованием влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. Рабочем местом является место около работающего слайдера, а также работа за компьютером при разработке оборудования или отладке программ управления слайдером для фото-видеосъемки.

Цель раздела: выявление возможных вредных и опасных факторов процесса разработки проекта, а также разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье пользователя, занимающегося съемкой при помощи разрабатываемого оборудования, создание комфортных условий труда, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для ЧС, а также изучение вопроса охраны окружающей среды.

Организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

Чтобы рационализировать производственный процесс, необходимо учитывать предписанные нормы труда: соблюдать распорядок работы и отдыха.

Для уменьшения негативного влияния оборудования на организм человека, был разработан комплекс мероприятий трудового порядка.

6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Разработкой конструкции занимается инженер, основное рабочее место которого располагается в производственном помещении. Основная работа производится с использованием персонального компьютера, а также при эксплуатации слайдера.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Для работающих по календарю пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями, нормальная продолжительность ежедневной работы не может превышать 8 часов, а для работающих по календарю шестидневной рабочей недели с одним выходным днем - 7 часов. При суммированном учете рабочего времени продолжительность ежедневной работы не может превышать 10 часов.

Применение сверхурочных работ допускается в случаях и порядке, предусмотренных статьей 99 ТК РФ. Сверхурочные работы не должны превышать для каждого рабочего четырех часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год. Работа в нерабочие праздничные дни допускается в случаях, предусмотренных статьей 112 ТК РФ.

Разрабатываемая конструкция и подобная аппаратура в целом никак не регулируется законодательством. Подобные приборы могут быть собраны самолично каждым пользователем и использоваться при разных условиях окружающей среды.

Слайдеры не нуждаются в режиме рабочего времени, в них не сохраняется информация пользователей, поэтому нет необходимости защищать их от взлома или кражи персональных данных. В основном подобная продукция создается и используется либо для личного пользования либо для малых компаний и фотостудий.

6.2.1. Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Рабочее место - это часть рабочей зоны. Оно представляет собой место пребывания человека во время работы. И должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать удобство при совершении работ;
- варьироваться в зависимости от тяжести работ;
- учитывать эргономические требования рабочего;
- учитывать индивидуальные особенности работ.

Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания.

Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

Конструкция оборудования и рабочего места при выполнении работ в положении сидя должна обеспечивать оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием высоты рабочей поверхности, высоты сидения, оборудованием пространства для размещения ног и высотой подставки для ног.

Оценка комфортности рабочей зоны производится в зависимости от линейных параметров рабочего места, значение которого определяется ростом инженера.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, где даны общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПК, при работе инженера за столом, конструкция стола и стула обеспечивает оптимальное положение тела работающего. Параметры рабочего места при работе с ПК, а также с нормативной и технической документацией приведены в таблице 5.1.

Таблица 6.1 Параметры рабочего места

Параметры	Значение параметра	Реальные
Высота рабочей поверхности	От 600 до 800 мм	700 мм
Высота клавиатуры	600-700,мм	700 мм
Удаленность клавиатуры	Не менее 80 мм	200 мм
Удаленность экрана	500-700, мм	500 мм
Высота сидения	400-500, мм	450 мм
Угол наклона монитора	0-30, град	0
Наклон подставки ног	0-20, град.	0

Помимо рабочего места за компьютером имеется рабочая зона слайдера. Слайдеры могут использоваться при различных условиях окружающей среды: в помещении или на открытом воздухе.

Основные эргономические требования к рабочей зоне слайдера:

- Правильное и необходимое размещение слайдера в рабочей зоне;
- Освещение, шумы, вибрации оборудования;
- Рациональная компоновка оборудования;

6.3. Производственная безопасность

6.3.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

В данном разделе анализируются опасные и вредные факторы, которые могут повлиять на рабочий процесс, оборудование и пользователя.

Так как подобное оборудование может использоваться практически на любой территории, в здании или под открытым небом, необходимо учитывать условия окружающей среды и возможные опасные факторы этой среды, которые могут влиять на съемку, оборудование и пользователя.

Из-за различных условий съемки показания освещения не учитываются.

Таблица 6.2 Опасные и вредные факторы при исследовании и эксплуатации слайдера

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.2.003-91, СН 2.2.4/2.1.8.562–96,
2. Повышенный уровень шума	+	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03, Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ,
3. Малая освещенность	+	+		ГОСТ 12.1.005-88, СП52.13330.2011, ГОСТ 22.0.02-94,
4. Риск травмирования о движущиеся части слайдера		+	+	ГОСТ 12.2.062-81, ГОСТ 12.4.026-2001
5. Возможность получения термического ожога	+	+	+	
6. Возможность получить удар электрическим током		+	+	

При разработке новой конструкции или оборудования важно уделить внимание созданию оптимальных рабочих условий - свести к минимуму воздействие опасных и вредных химических, физических и других факторов. Оптимальными условиями труда принято считать те условия, которые сохраняют здоровье работников и позволяют им работать продолжительное время без потери качества продукции.

6.3.2 Отклонение показателей микроклимата

В зависимости от проведения места съемок (помещение, пространство под открытым небом), необходимо учитывать такой фактор, как микроклимат. Необходимо, чтобы работа на оборудовании проходила в местах не опасных для здоровья пользователя аппаратуры. Учитываются такие показатели, как температура поверхностей, температура, относительная влажность, загрязненность и скорость движения воздуха.

Повышенные или пониженные значения этих параметров выступают как опасные или вредные факторы производства. Показатели микроклимата для легкой категории работ согласно ГОСТ 12.1.005-88 приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 Показатели микроклимата

Период года	Температура °С			Относительная влажность в %		Скорость движения, м/с	
	Оптим. граница	Верхняя граница	Ниж. Гр.	Оптимальн. граница	Допустим. максимум	Оптимальн.	Допустим. максимум
Хол.	22-24	24,5	21	40-60	75	0,1	0,1
Теплый	23-25	26	22	40-60	55	0,1	0,21

При работе в помещении при незначительных изменениях данных параметров используется естественная вентиляция, при значительных уровнях воздействия загрязняющих и тепловых факторов рекомендуется использовать устройства для вентиляции. Данный тип устройств обеспечит нормализацию температуры, уменьшение концентрации вредных веществ и приток свежего воздуха в рабочее помещение.

Данные меры необходимы для защиты и сохранности здоровья работника. Разрабатываемое оборудование никак не влияет на микроклимат, все зависит от места проведения съемок.

6.3.3. Повышенный уровень шума

Источником шума при исследовательских работах будут являться ПК.

На пороге слышимости при среднегеометрической частоте 1 000 Гц уровень звукового давления равен нулю, а на пороге болевого ощущения — 120–130 дБ.

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения, прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно-эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96, эквивалентный уровень звука при исследовании в условиях помещения образовательного учреждения не должен превышать 50 дБ.

Для уменьшения влияния шума применяют следующие основные методы:

- уменьшение возмущения звуковых колебаний в источнике;
- изменение направленности излучения;
- рациональная планировка помещения;
- звукоизоляция;
- звукопоглощение;
- уменьшения зазоров;

Источником шума при работе со слайдером может являться сам слайдер. При этом необходимо учесть окружающую обстановку, т.е. имеется ли рядом другое работающее оборудование или посторонние

шумы (люди, проезжающие машины и т.д.). По ГОСТ12.1.003-83, максимально допустимый уровень шума составляет 60 дБ. В представленной разработке источником шума являются шаговые двигатели и сервоприводы. Общий уровень шума оборудования имеет значения ниже максимально допустимого (15-25 дБ). Этот показатель соответствует допустимым нормам.

6.3.4. Малая освещенность

Низкая освещённость рабочего места препятствует длительной работе, вызывая утомление и способствуя развитию близорукости у работающего персонала. Слишком низкие уровни освещенности способны вызывать апатию и сонливость, в совокупности с другими факторами способны развить чувство тревоги. Длительное пребывание в таких условиях вызывает снижение интенсивности обмена веществ в организме и его общее ослабление. Подобные симптомы наблюдаются и при работе в помещениях с ограниченным спектральным составом света. Слишком яркий свет ослепляет, понижает зрительную функцию, вызывает перевозбуждение нервной системы, снижает работоспособность. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты, катаракты и другие нарушения.

Нормирование естественного освещения осуществляется согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03.

Освещенность рабочего места нормируется согласно СП52.13330.2011.

В помещении присутствует два типа освещения – искусственное (лампа освещения) и естественное (солнечный свет). Естественное освещение достигается путем установки в помещении окон с коэффициентом естественного освещения КЕО не ниже 4%.

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк, что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение

не должно создавать бликов на экране. Следует ограничивать отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

6.3.5 Риск травмирования о движущиеся части слайдера

В разрабатываемом слайдере имеются подвижные части. В данном случае двигается каретка вдоль направляющих, и поворачивается/наклоняется платформа с камерой. Подвижные части оборудования могут представлять опасность для здоровья пользователя. В данном случае вес подвижных частей незначителен, и не представляет смертельной опасности, но вред здоровью нанести может. Поэтому необходимо обезопасить пользователя от подобных травм.

Оборудование должно иметь защиту от случайного включения, обеспечивать безопасность рабочих при наладке оборудования.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Для безопасной работы с оборудованием рекомендуется:

- Установить датчики, определяющие постороннее препятствие на пути каретки;
- Установить датчики - концевики;
- Установить защитные кожухи на каретку.

Слайдер имеет необходимые датчики-концевики и кожух, защищающее как само оборудование, так и пользователя-оператора.

6.3.6 Возможность получения термического ожога

Для автономной работы слайдера необходима энергия. источником энергии в разработке послужат аккумуляторы Samsung 25R. Это

аккумуляторы типа 18650. При работе аккумуляторы выделяют тепловую энергию, что может привести к термическому ожогу при контакте с ними.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Для обеспечения безопасности пользователя-оператора, рекомендуется:

- Оборудовать рабочую зону защитными экранами, исключая возможность соприкосновения конечностей с аккумуляторами;
- Операции по установке и снятию деталей производить на выключенном, остывшем оборудовании.

Оборудование обладает защитными кожухами и средствами изоляции, что не приведет к травмам при работе с данным оборудованием.

Элементы оборудования, подверженные сильному нагреву в результате работы должны быть обозначены предупреждающими знаками о возможности получения термического ожога в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2001.

6.3.7 Возможность получить удар электрическим током

Следствием несоблюдения техники безопасности рабочим при работе на оборудовании подобного типа возможно получение удара электрическим током. Удар током может привести к летальному исходу.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.062-81 Для обеспечения безопасности рабочего, рекомендуется:

- Оборудовать рабочую зону защитными экранами, исключая возможность проникновения конечностей в рабочую зону;
- Операции по установке и снятию деталей производить на выключенном, остывшем оборудовании.

Оборудование обладает защитными кожухами и средствами охлаждения, что не приведет к травмам при работе с данным оборудованием.

6.4. Экологическая безопасность

При разработке оборудования и работе на нем необходимо учитывать его воздействие на окружающую среду. Выбросы на большинстве предприятий достигают значений, которые могут привести к экологической катастрофе. Необходимо модернизировать предприятия, чтобы значительно снизить выброс вредных веществ либо полностью перейти на безотходное производство.

При работе разрабатываемого слайдера не возникает выбросов вредных веществ, с этой точки зрения оборудование полностью безопасно. Для работы оборудование не требуется дополнительных элементов и веществ, которые необходимо безопасно утилизировать или очищать.

Так как работа оборудования является безотходным то и не требуется утилизация продуктов работы, что положительно влияет на окружающую среду.

Но необходимо учесть, что некоторые части слайдера, например аккумуляторы требуют определенной утилизации. В состав компонентов аккумуляторов входят: щелочи, кислоты, тяжелые металлы. При попадании в гидро и литосферы они могут нанести непоправимый вред.

После отработки своего срока службы, аккумуляторы следует сдавать в специальные службы утилизации подобного оборудования. Подобные службы имеют необходимое оборудование для безопасной утилизации отработанных батарей.

Помимо аккумуляторов в слайдере присутствуют детали и комплектующие из пластика, металла и резины. Некоторые из этих компонентов тоже следует сдавать в специализированные центры

утилизации, например: двигатели и пластиковые компоненты (направляющие, кожухи и опоры).

Подобные меры обеспечат отсутствие пагубного влияния на окружающую среду.

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

«Чрезвычайная ситуация; ЧС: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.» [ГОСТ 22.0.02-94]

Наиболее возможная чрезвычайная ситуация при исследовательских работах-это возникновение пожара в помещении, так как на рабочем месте имеется электрическая проводка под напряжением, питающая оборудование и осветительные приборы. Несоблюдение техники безопасности чревато возникновением пожара и уничтожением дорогостоящего оборудования и техники.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется:

- Проводить организационные мероприятия:
 1. Проводить противопожарный инструктаж с персоналом;
 2. Обучение техники безопасности при работе с оборудованием;
 3. Размещение инструкций по предотвращению и борьбе с пожаром.
- Проводить эксплуатационные мероприятия:
 1. Соблюдение техники безопасности при работе на оборудовании;
 2. Соблюдение норм эксплуатации оборудования;
 3. Обеспечение свободного прохода;

4. Содержание оборудования в исправном состоянии.

- Оснастить помещение средствами пожаротушения в соответствии с планом.

По степени взрывопожарной и пожарной опасности помещение лаборатории в соответствии с классификацией производств по пожарной безопасности относится к категории В (пожароопасные помещения), т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами. Поэтому необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного и организационного плана.

Необходимость строгого соблюдения мер пожарной безопасности при работе с оборудованием требует регулярного проведения инструктажей работников по пожарной безопасности и их действий в случае возникновения пожара в помещении или в соседних комнатах. При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар. Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Поэтому безопасность людей находится в прямой зависимости от времени пребывания их в здании при пожаре. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, их числом и размером. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей,

6.6 Выводы по разделу

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован слайдер для фото-видеосъемки. На этапе обзора аналогов были представлены современные слайдеры и проведен их анализ. Разработана конструкция слайдера.

Был проведен анализ на выявление опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при разработке, изготовлении и эксплуатации оборудования для фото и видео съемки. Данные факторы могут повлечь травмы опасные для здоровья и жизни сотрудника, поэтому были рассмотрены мероприятия для предотвращения подобных случаев.

При разработке и сборке слайдера будут учтены все рекомендации, рассмотренные в этом разделе.

7 Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации были систематизированы и закреплены знания в сфере профессиональной деятельности. Основная цель проекта достигалась путем последовательного решения поставленных задач.

В данной работе проделаны следующие этапы:

1. Проведен обзор современных слайдеров, и проанализированы их конструкции.

2. Проведено теоритическое исследование математической модели динамики поступательного движения каретки слайдера. Проанализировав влияния компонентов друг на друга и выделив наиболее существенные, была составлена расчетная схема системы. Подобрал комплектующие слайдера, были определены параметры модели, а именно массовые характеристики, коэффициенты упругости и трения между соединениями компонентов.

3. Проведен ряд экспериментов и определены недостатки разработанных прототипов.

4. Произведена сборка прототипа слайдера.

5. Проведены испытания прототипа в лабораторных и полевых условиях.

6. Определена экономическая и ресурсоэффективная составляющая работы. Произведен расчет требующихся затрат на реализацию НИР. определены сильные, слабые стороны проекта.

7. Рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места сотрудника, осуществляющего трудовую деятельность в лаборатории. Составлен перечень опасных и вредных факторов, оказывающих влияние на сотрудника.

Разработанный слайдер является конечным продуктом, который может составить конкуренцию на рынке в соответствующем сегменте.

Список источников

- 1) Е. А. Иофис. Фотокинетика / И. Ю. Шебалин. — М.: «Советская энциклопедия», 1981. — 447 с.
- 2) Деникин А. А. Могут ли видеоигры быть искусством? // Международный журнал исследований культуры, № 2(11), 2013. — М.: Эйдос, 2013, с. 90-96
- 3) Canon EOS 700D// Canon Russia [Электронный ресурс] URL: https://www.canon.ru/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_700d/ (дата обращения: 05.03.2018)
- 4) Arduino//Arduino [Электронный ресурс] URL: <https://www.arduino.cc> (дата обращения: 01.03.2018)
- 5) Хрусталёв Д. А. Аккумуляторы. М: Изумруд, 2003.
- 6) Литий-ионный аккумулятор (Li-ion) // Литий-ионный аккумулятор [Электронный ресурс] URL: <http://www.powerinfo.ru/accumulator-liion.php> (дата обращения: 12.04.2018)
- 7) 2. S.S.Zhang, T.R.Jow. Charge and discharge characteristics of a commercial LiCoO₂-based 18650 Li-ion battery // Journal of Power Sources -2006. -Vol 160. –Issue 2 -С. 1403-1409
- 8)Руководство по выбору портативного аккумулятора//Компьютер пресс [Электронный ресурс] URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=23385&iid=1077> (дата обращения .14.04.2018)
- 9) Arduino// Википедия [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino> (дата обращения 02.03.2019).
- 10) Основы динамики технологического оборудования// НИ ТПУ [Электронный ресурс] URL: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/v/VDERUSHEVA/ucheba/Magistr> (дата обращения: 10.10.2018)
- 11) Интервальная съемка // PhotoMonster [Электронный ресурс]

URL: <https://photo-monster.ru/lessons/read/intervalnaya-symka-time-lapse.-praktika.html> (дата обращения: 09.02.2019)

12) Видеоуроки по Arduino. Моторы и транзисторы (5-я серия, ч1) // AmperkaRu - YouTube [Электронный ресурс] URL:

https://www.youtube.com/watch?v=KSMqtOh2JSY&list=PLfDmj22jP9S759DT250VVzfZs_4VnJqLa&index=8 (дата обращения: 12.04.2018)

13) Дистанционное управление Arduino // RemoteXY

URL: <http://remotexy.com/ru/> (дата обращения 05.05.2019)

14) FlyingBear Tornado // Top 3D Shop [Электронный ресурс] URL:

<https://top3dshop.ru/kupit-3d-printer/flyingbear-tornado-2.html>

(дата обращения: 05.04.2019)

15) Принцип работы 3д принтера // О принтерах [Электронный ресурс] URL: <http://printergid.ru/sovety/princip-raboty-3d-printera>

(дата обращения: 05.04.2019)

16) Дефекты 3D печати // Сообщество владельцев 3D принтеров [Электронный ресурс] URL: <https://3dtoday.ru/blogs/leoluch/defects-3d-printing-will-try-to-introduce-a-classification/>

(дата обращения:

06.04.2019)

17) Подробный гид по выбору пластика для 3D-печати // // Top 3D Shop [Электронный ресурс] URL: <https://top3dshop.ru/blog/podrobnyj-gid-po-vyboru-plastika-dlja-3d-pechati.html>

(дата обращения:

06.04.2019)

18) Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. /Москва «Машиностроение» 2003 г.

19) ХУГАД // ИКЕА [Интернет магазин] URL: <https://www.ikea.com/ru/ru/catalog/products/80370691/> (дата

обращения: 21.02.2019)

20) ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

21) ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда

(ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

22) Algorithm Design Jon Kleinberg, Cornell University Eva Tardos, Cornell University 2006.

23) ГОСТ 27843-2006 Определение точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением.

24) Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. -400 с.: ил. – (Электроника).

25) Шень А. программирование: теоремы и задачи. – 2-е изд., испр. И доп. – М.:МЦНМО, 2004. – 296 с.

26) TimeLapse – как снять таймлапс // Lightroom Shop [Электронный ресурс] URL: <http://lightroom.ru/photomaster/1749-timelapse-kak-snyat-tajmlaps-chto-eto-takoe.html> (дата обращения: 06.05.2018)

27) Аналитика по рынку бытовой техники и электроники за 2017 год – от смартфонов до холодильников // Shopolog [Электронный ресурс] URL: <https://www.shopolog.ru/metodichka/kompanii-i-rynki/analiz-rynka-bytovoy-tehniki-i-elektroniki-za-2017-god/> (дата обращения: 10.05.2018)

28) Spedercam // Spidercam.tv [Электронный ресурс] URL: <https://www.spidercam.tv> (дата обращения: 11.06.19)

29) Slider ES80 // TVproject [Интернет магазин] URL: <https://tv-project.com/ru/e-image-es80-slajder.html> (дата обращения: 25.09.2018)

30) Слайдер MY SKATER-DOLLY // Фотосклад [Интернет магазин] URL: <https://www.fotosklad.ru/catalog/slayder-movie-yeah-my-skater-dolly.html> (дата обращения: 25.09.2018)

Приложение А «Аннотация работы на английском языке»

Development of a photo-video slider body

Студент

Группа	ФИ О	Подпись	Да та
8НМ71	Ревин И.В.		

Руководитель ВКР

Должность	Ф И О	Ученая степень, звание	Подпис ь	Дата
Доцент (ОМ, ИШНПТ)	Дронов В.В.	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения ИЯ	Устюжанина А.К.	к.ф.н.		

Introduction

Currently, sliders for photo-video shooting are gaining increasing popularity among both beginners and professionals, because with their help you can create amazingly beautiful panoramic videos with different foreshortening, effects, tilt angles, etc.

At the moment, a large number of sliders are on the market, fewer of them are motorized, even smaller have a convenient design and good quality. They have very high prices, some of them with a undemountable design, which complicates their transportation.

The purpose of this work is to describe working principle of the slider, market analysis with presented models, consideration of the main nodes of the slider, Consideration of various options for the movement of the platform with camera, the final choice of this mechanism, and also preparation for design of a slider.

The developed motorized slider should:

- have a low price;
- be easy to use;
- have a collapsible design;
- easy to transport;
- have a strong and durable construction;
- have a small weight.

Working principle of the slider

Video slider is a compact mobile construction that is used to move the camera (phone) during shooting to create panoramic videos, take photos from different angles, create the “Bullet time” effect.

Sliders can be divided into 2 main categories: radius and straight. The slider is installed on a flat or inclined surface, depending on the conditions of the shooting location. Various slider designs allow you to mount them on tripods. Figure 1 and Figure 2 show the various slider designs.



Figure 1. Slider with straight construction.



Figure 2. Slider with radial design

The slider is a long guide on the legs with a platform moving along it. A camera is installed on the platform using a movable hinge or static fixing. This may be an elongated plate or guides of different types of section. The platform moves along the guide manually or automatically in the case of a motorized

slider. With automated movement, platform speed settings are usually provided. The mechanisms moving the platform vary in equipment.

Market analysis with the models presented

In the Internet you can find a huge number of different sliders costing from \$ 20 to \$ 2000. They differ in construction, materials and working principle. Most of them are inferior to the developed slider according to the criteria described above.

Slider MY SKATER-DOLLY



Figure 3. Slider MY SKATER-DOLLY.

MY SKATER-DOLLY slider consists of two devices - “SKATER” and “DOLLY”. Suitable for all types of video cameras. This is a hybrid unit that combines such equipment as a skater and a slider.

The platform on the four reference points ensures the stability of chambers of any size. Moreover, the rollers can be adjusted by placing them closer or farther from the center of the site. The kit has six adjustable feet. So, “DOLLY” is a stable basis for creating a smooth and level panorama.

MY DOLLY can be installed on two tripods, which will allow shooting at any level. The length of the rail is 160 cm, this is the optimal length for panoramic shooting, but this slider has a non-separable design, which makes it

inconvenient to transport. And also he does not have an automated platform movement. The price is high, and is \$ 300.

Digitalfoto slider



Figure 4. Digitalfoto slider.

One of the most common models. The average price on the market is \$ 800. Often included comes a portable bag.

Parameters:

- track length: 1 m
- maximum speed: 50 cm / s
- min speed: 1 cm / s
- motor power: 1 W
- maximum engine speed: 24 rpm
- max. horizontal bearing load: 50 kg
- max. vertical bearing load: 10 kg

The engine is powered by 3 lithium batteries. The battery charge lasts up to 10 hours. It is possible to adjust the shooting parameters (slider speed, rotation, etc.) at the expense of the module, which makes the shooting automatic.

The disadvantages of this model include the small length of the working surface and the high price.

Slider ES80



Figure 5. Slider ES80.

This type of slider is modular: its working length can be increased to the required size.

Movement in this slider is carried out manually due to a belt transmission. The modularity of the design allows you to customize different lengths, which increases the panorama of shooting. The manufacturer claims that the assembly and disassembly of the slider is fast. Tubes and other parts are made of carbon fiber.

Key product features:

- 8 kg payload;
- modular design;
- adjustable length;
- individually adjustable supports.

The disadvantages of this model include the lack of automated platform movement and the low quality of the slider parts.

So, many of the sliders on the market have significant drawbacks, and many of them have a high price.

Slider main components

The main mechanisms include:

- Engine. The engine moves the camera along the guides.
- Guides tubes. Smooth tubes are most commonly used. Along them goes a platform with a camera.
 - Control module. Controls engine operation, camera shutter, and camera turning mechanisms, if any.
 - Racks. The whole construction is installed on them, in some versions they can be fixed to tripods.
 - Camera carriage. The platform to which the camera is attached, in some versions, can be rotated for more detailed shooting.

Variants of the mechanisms of movement of the platform

For the subsequent design it is necessary to determine the possible variants of the carriage movement mechanism. Consider the possible performance on different sliders.

The principle of movement of the camera carriage can be divided into two broad categories: carriages that move manually, and carriages that move automatically.

The carriage moves along the slider rails using drives. Consider this process in more detail. The carriage usually has rollers on its corpus, as shown in Figure 6.



Figure 6. The image of the rollers on the carriage corpus.

These rollers, rolling on the rail system, move the carriage along the rails. Rails can also cover the rollers from two sides, top and bottom, so that the device can work in an inverted position, in addition, it prevents the carriage from tipping over.

In addition to moving the carriage on the rollers, there is the option of moving along guides, as in Figure 7.



Figure 7. Slider with system for moving along guides tubes.

In this design, the carriage slides along the guides, moving the camera along with it, it is deprived of the possibility of tilting, and the slider can work in an inverted position.

As mentioned earlier, the sliders can be manually controlled, with the operator moving the carriage by the handle. In this case, the design of the device is quite simple, does not require electronics, batteries, and so on. In this case, such a device will have a lower price, compared with an automated slider variation.

To begin, consider carriages that move manually. from the title it is clear that for the movement of the camera a person is needed who will direct both the camera and the carriage itself.

The advantage of this system is the simplicity of the mechanism, due to the lack of electronic circuits, motors, their settings, etc., as well as cheapness, compared to electronic systems that rotate the camera.

The disadvantages of this option include the constant direct presence of the video operator to adjust the angle of rotation of the camera and the movement of the carriage along the rail, as well as inaccurate adjustment of the angle of rotation. This can affect the smoothness of the video, as a result of which you can get a "shaky picture."

Also to such a movement can be attributed to the movement of the camera under its own weight. In this case, there is no need to use the engines or

move the carriage itself; it is enough to tilt the slider at the required angle and the camera will roll down itself.

Another way to move the carriage involves using a motor. With the help of the engine and the control program, you can set commands that will be responsible for moving the carriage, the camera and pressing the shutter.

Consider the sliders with automatic and semi-automatic control.

Video slider with semi-automatic control

Another option are sliders, in which a semi-automatic camera angle control system is applied. An example of such a slider is the video slider “Ashanks S2”, shown in Figure 8.



Figure 8. Video slider "Ashanks S2".

In this video slider, the system is arranged as follows: on the carriage a stepping electric motor is installed, which rotates its shaft at a certain fixed angle when an electric signal is applied to the motor contacts. The signal comes from the control panel by changing the position of the regulator. Also the carriage automatically moves along the rail. This control method has its advantages and disadvantages.

The advantages include fine adjustment of the rotation of the camera, which will allow a smooth video, a relatively low price, compared with

automatic video slider, automatic movement of the carriage along the rails. The disadvantages include the dependence of the operator on the video process, the operator will still have to influence the course of the video, adjusting the rotation angle of the camera. In addition, such a system is quite heavy, it can affect the strengthening of the rail system design. Another disadvantage is the difficulty in designing such a video slider, due to the electronic circuits, electric motors, batteries, etc. installed in it.

Auto Video Slider

At present, there are very few such sliders on the market; they are mainly used in cinema and have a very high price reaching several million rubles. In such sliders, the processes of camera rotation and carriage movement on rails are fully automated, and are programmed before shooting with the help of a remote control or other devices.

For lack of a description of the principle of operation and the device of automatic sliders in magazines and books, you can compare the automatic slider with an industrial robot, shown in Figure 9.



Figure 9. Industrial robot.

It has turning mechanisms, like a slider, it can move on a carriage along rail systems, it has a program in which its various parts rotate at certain angles. Similarly, the slider, according to a predetermined program, moves the carriage along the rails at a given speed to a specified length, and the camera on the carriage rotates at a given angle with a given speed. Thus, there is a smooth video without jerks, the parameters of which can be controlled in advance.

The advantages of such a slider device include fully automated video shooting, even without participation of the operator, obtaining a smooth image and fully programmable parameters of speed and angle of rotation. The

disadvantages include the high price of such a device, a lot of weight and complexity in the design.

The designed slider will be fully automated. Automated sliders have a more complex structure and a higher price, but have their advantages over manual sliders. operator's actions are replaced by the work of stepping electric motors, which are connected to the carriage by a drive. They move the carriage along the rail or along guides according to a previously recorded program or simply by pressing a button.

The electric motor that drives the carriage can be mounted on the body of the slider itself, or directly in the carriage body, in the second case it is more difficult to assemble the engine if there is a function of camera rotation around its axis. This action also requires another engine. To simplify the design, in the designed device the engine will be mounted on the body of the slider itself.

The engine can drive the carriage in different ways: it can be connected to the carriage gear by a toothed belt when using a belt drive, or the engine can rotate the shaft passing through a threaded hole in the carriage body when using screw-nut transmission. When assembling the engine in the carriage body, it is possible to move the latter using a rack and pinion gear, but in this case the toothed rack has too much weight. The design of the designed slider will be applied solution with a belt drive, due to the simplicity of design, low weight, compared with the transfer screw-nut and reliability. Thus, the carriage will be driven by a drive from a stepper motor.

When designing a slider, the possibility of rotating the camera around its axis will be applied. To implement this function, a stepper motor will be installed in the carriage body, which is connected with the camera fastening with its shaft.

The considered solutions will allow to automatically achieve the receipt of such effects as panoramic video, “Time Lapse”, “Bullet time”, photographing from different angles. Examples of such effects are shown in Figure 10.

Timelapse - this is consistently taken, with a certain interval of photographs, summarized later in the video.

Bullet time is a combination shooting technique used to create on the screen the illusion of stopping time, that is, the movement of a camera and a viewer around a frozen object, in reality moving quickly, for example, at the moment of jumping or falling. Used in cinema and computer games, and gained fame thanks to the film "The Matrix", where it is used in many scenes.



Figure 10. Effects of “Time Lapse” on the left image and “Bullet Time” on the right.

Preparing to design a slider

Camera

Canon EOS 5D Mark II will be used for further work. This camera is semi-professional and one of the most frequently used for photo-video shooting. We need to know its characteristics, such as: weight and dimensions. This is necessary for further selection of equipment. The weight of the camera is 810 g. Overall dimensions are 152 * 114 * 75 mm.



Figure 11. Camera Canon EOS 5D Mark II.

Mechanisms

The main mechanisms include:

- engine;
- guides tubes;
- control module;
- racks;
- camera mount.

The engine is selected based on the weight of the camera and camera mounts.

Guides tubes. The tubes will be used, as they are most suitable for moving the camera module.

The control module, due to it, controls the entire shooting process, from engine operation to turning and pressing the camera shutter. In future development it is planned to use the Arduino MEGA 2560 R3 module. This control model has several outputs and meets all the requirements that are suitable for controlling the slider.

Racks, the whole structure will be installed on them, presumably in the future structure it will be possible to install them on tripods. Planned production racks plastic.

Also, in addition to the parts created, standard products will be used for assembly. For example: the chamber area, the “Joker” system tube, nuts, screws, etc.

Estimated cost of creating a slider 12 -15 TR.

Power supply

The slider being developed will be automated. Any motorized photo-video slider has a power source. Currently, in any electronics, a big problem is the choice of the battery, which has a small weight and size, but at the same time a significant capacity.

On this basis, the market offers a fairly small number of solutions, in which a photo-video slider would combine a light but tough design, reliability, good maintainability, low weight, a capacious power source, and at the same time a low price. It is also worth noting that the battery has a significant impact on the final cost of the product, so it is necessary to take a responsible approach to the issue of choice, given all its parameters, advantages and disadvantages.

Analysis of existing solutions

Lithium-ion batteries format 18650

Lithium-ion battery (Li-ion) is a type of electric battery that is widely used in modern consumer electronics and finds its application as an energy source in electric vehicles and energy storage devices in energy systems.

The image of the 18650 battery is shown in Figure 12. The dimensions of such a battery are small and are 66.5 mm in length and 18 mm in diameter. The capacity of such batteries is 2-3.5 A · h, and the voltage is from 3.7 to 4.2 Volts. Battery arrangements are possible to increase capacity with parallel connection or voltage with series connection. In addition, there are arrangements in which the voltage and capacity are simultaneously increased. An example of such an arrangement is shown in Figure 13.



Figure 12. Battery size 18650.

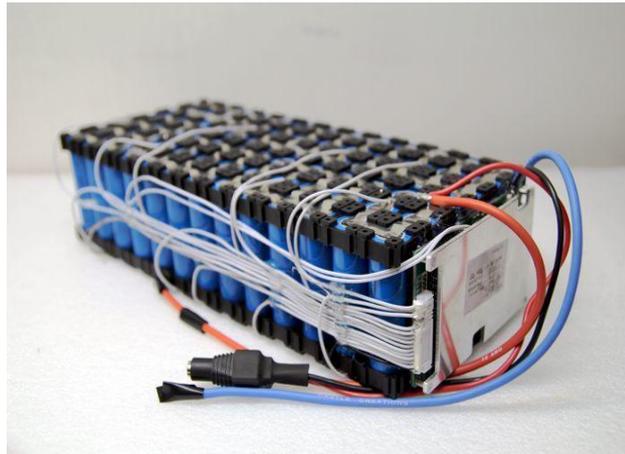


Figure 13. Battery layout of 18650 format.

Thus, the battery is implemented in Tesla cars, the company's engineers came up with a brilliant solution by placing the battery packs in the vehicle floor, in our case, these batteries can be placed directly in the photo-video slider rail system. The Arduino electronic board, which will be described in detail later, requires power from 4.5 to 9 volts, 18650 format batteries are perfect with the following layout: 3 batteries are connected in series to increase the voltage, 6 more are connected in parallel to increase capacity. This solution is ideal for photo-video slider.

The advantages of this type of battery include:

1. Small size of 66.5mm x 18mm;
2. Low price of up to 500 rubles per unit;
3. High capacity from 2 to 3.5 A · h;
4. Ability to build to increase the voltage and capacity;
5. Batteries do not require maintenance;
6. Low self discharge over time.

The disadvantages include:

1. Loss of capacity during storage;
2. Explosion hazard;
3. Loss of capacity during operation (up to 20% at 600 charge-

discharge cycles);

4. Loss of capacity at low temperatures.

Lithium-ion or lead-acid batteries of small size

A lead acid battery is a type of battery invented in 1859 by the French physicist Gaston Plante. The main areas of application: starter batteries in vehicles, emergency sources of electricity, backup sources of energy.

An image of a lead-acid battery is shown in Figure 14.



Figure 14. Lead-acid battery.

These types of batteries are a rectangular case with blocks of electrodes inside; they may have a small size, for example, with a capacity of 3.2 Ah, the size will be 134x67x60mm, but the battery has an impressive weight, about 1 kg. The voltage in such batteries is about 12 volts, and the capacity reaches 80 A · h and above. This is great for powering the electronic part of the slider due to its large capacity and suitable voltage.

The disadvantages of a lead-acid battery include:

1. Problems with the layout on the device due to the large size and weight;
2. Environmentally harmful - electrolyte and lead content make them

- unsafe for the environment;
3. The impossibility of storage in a discharged state;
 4. High sensitivity to temperature changes - affects both battery life and battery life.

The benefits are:

1. Low maintenance requirements - no memory effect, no need to add electrolyte;
2. Low cost and ease of manufacture - in terms of costs for Wh, lead-acid batteries are the least expensive. For example, a 12 V battery with a capacity of 3.2 Ah, which measures 134x67x60mm, costs about 400 rubles;
3. Low self-discharge - self-discharge rate is one of the lowest in battery systems (3-20% per month).

Lithium polymer batteries

A lithium polymer battery is an improved lithium-ion battery design. Polymeric material is used as electrolyte. Used in mobile phones, digital technology, radio-controlled models, etc.

This type of battery can take a different form, usually in the form of a plate. Lithium polymer batteries have a large variation in the values of voltage and capacity. Among the various types on the market, you can find a suitable for the electronic part of the photo-video slider. An image of a lithium-polymer battery is shown in Figure 15.



Figure 15. Lithium polymer battery.

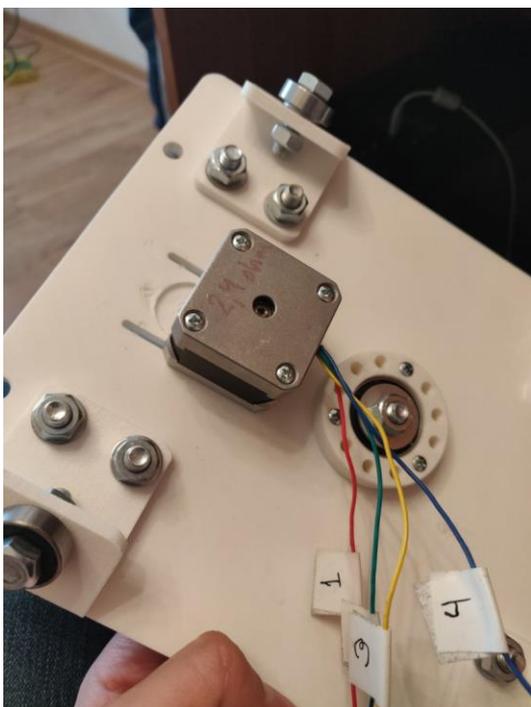
The advantages of this type of battery include:

1. High energy density per unit mass;
2. Low self-discharge;
3. Thickness of elements from 1 mm;
4. The ability to get very flexible forms;
5. No memory effect;
6. Minor voltage drop as discharged;
7. The operating temperature range of lithium-polymer batteries is quite wide: from -20 to $+40$ ° C according to manufacturers.

The disadvantages include:

1. Fire hazard when overcharging and / or overheating;
2. Under the influence of a charge, lithium-polymer and lithium-ion batteries reduce capacity, depending on the temperature;
3. Deep discharge completely disables the lithium-polymer battery;
4. The number of operating cycles of 800-900.

Приложение Б «Фотографии прототипа каретки линейного перемещения»



Приложение В «Исходный код программы управления режимом калибровки»

Скетч управления режимом калибровки:

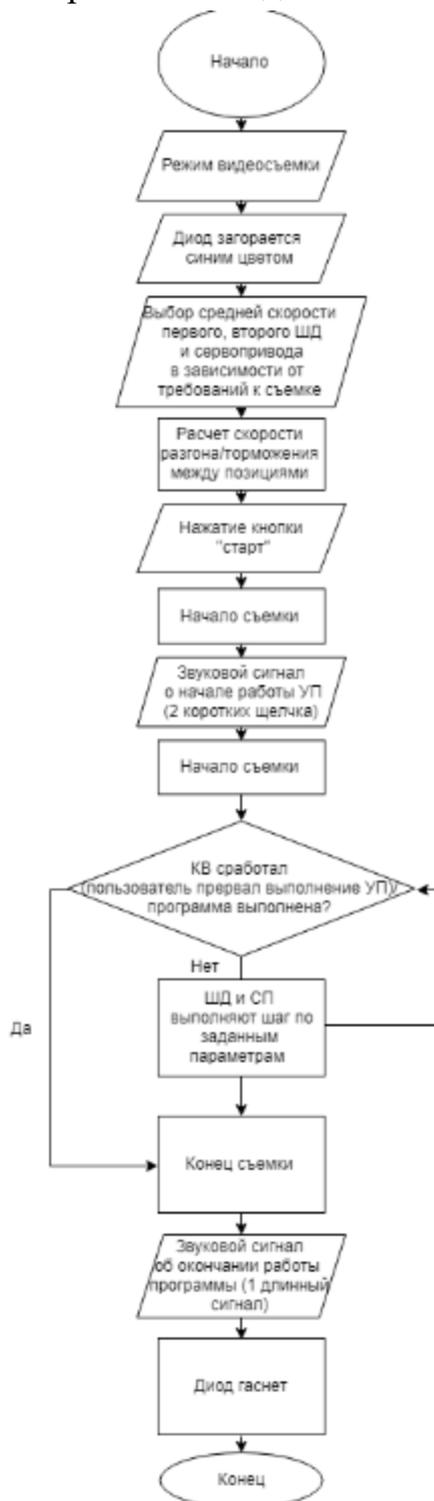
```
// определение режима соединения и подключение библиотеки RemoteXY
#define REMOTEXY_MODE__HARDSERIAL
#include <RemoteXY.h>
#include <Servo.h>
Servo servo;
#include <AccelStepper.h>
AccelStepper Karetka(4, 2, 3, 4, 5);
AccelStepper Povоротniy(4, 6, 7, 8, 9);
} RemoteXY;
#pragma pack(pop)
#define PIN_PHOTO 11
int angle=57;
int realtrnspeed;
int realcarspeed;
int8_t koncevik_left = 12;
int8_t koncevik_right = 13;
void setup()
{RemoteXY_Init ();
servo.attach(10);
pinMode (PIN_PHOTO, OUTPUT);
}
void loop()
{
RemoteXY_Handler ();
//Ручной режим
digitalWrite(PIN_PHOTO, (RemoteXY.photo==0)?HIGH:LOW);
//Наклонный механизм
if (RemoteXY.up==1){angle = angle - 1;delay(20);}
if (RemoteXY.down==1){angle = angle + 1; delay(20);}
servo.write(angle);
if (angle > 110) angle = 110; //ограничим угол сервы 0..180
if (angle < 0) angle = 0;
//Наклонный механизм
//Движение каретки
```

```

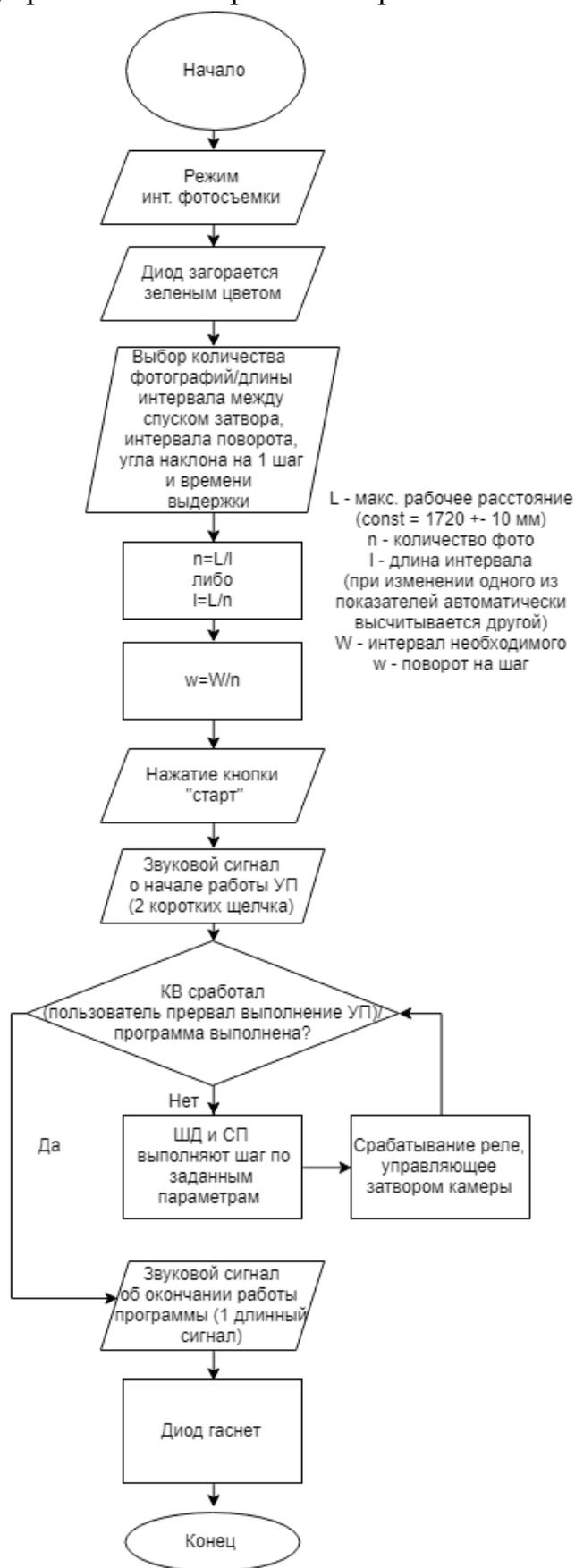
int realcarspeed = RemoteXY.setcarspd * 300;
int showcarspd;
showcarspd = realcarspeed/25;
itoa (showcarspd, RemoteXY.karspd, 10);
Karetka.setMaxSpeed(realcarspeed);
Karetka.setAcceleration(realcarspeed);
if (RemoteXY.left==1) { Karetka.move(-2); Karetka.run();}
if (RemoteXY.right==1){ Karetka.move(2); Karetka.run();}
//Движение каретки
//Поворотный механизм
int realtrnspeed=RemoteXY.settrnspd * 16;
int showtrnspd;
showtrnspd = realtrnspeed/8;
itoa (showtrnspd, RemoteXY.trnspd, 10);
Povorotniy.setMaxSpeed(realtrnspeed);
Povorotniy.setAcceleration(realtrnspeed);
if (RemoteXY.trnleft==1){ Povorotniy.move(-1); Povorotniy.run();}
if (RemoteXY.trnright==1){ Povorotniy.move(1); Povorotniy.run();}
//Поворотный механизм
//Правый концевик
if (digitalRead(koncevik_right)==0){ RemoteXY.koncevik_right_r=255;
Karetka.setMaxSpeed(3000);
Karetka.setAcceleration(5000);
Karetka.stop();
Karetka.move(10); Karetka.run(); }else { RemoteXY.koncevik_right_r=0;}
//Правый концевик
//Левый концевик
if (digitalRead(koncevik_left)==0){ RemoteXY.koncevik_left_r=255;
Karetka.setMaxSpeed(3000);
Karetka.setAcceleration(5000);
Karetka.stop();
Karetka.move(-10
); Karetka.run();
} else { RemoteXY.koncevik_left_r=0;}
//Левый концевик
//Ручной режим
}

```

Алгоритм управления режимом видеосъемки



Алгоритм управления интервальной фотосъемкой



Приложение Г «Распределение задач между участниками проекта»
Синим цветом (рамка - пунктирная линия) обозначен участник – Ревин И.В., красным (рамка - толстая линия) – Булгин М.А., фиолетовым (рамка – обычная линия) – совместная работа.

