

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Агроинженерия
 ООП Технический сервис в агропромышленном комплексе
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка конструкции навесного оборудования для работа-толкателя кормов на животноводческой ферме

УДК: 621.865.12:631.22

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б81	Макиенко Дмитрий Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков В.Г.	К. пед. Наук доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Родионов П.В.	К. пед. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технический сервис в агропромышленном комплексе	Проскоков А.В.	К.т.н., доцент		

Рецензент

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Юрга – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий
ОПК(У)-2	Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способен создавать и поддерживать безопасные условия выполнения производственных процессов
ОПК(У)-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности
ОПК(У)-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен использовать базовые знания экономики и определять экономическую эффективность в профессиональной деятельности
ОПК(У)-7	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	
ПКО(У)-1	Способен осуществлять планирование механизированных сельскохозяйственных работ, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники
ПКО(У)-2.	Способен организовать эксплуатацию сельскохозяйственной техники
ПКО(У)-3.	Способен организовать работу по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники
ПК(У)-1.	Способен обеспечивать эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции
ПК(У)-2.	Способен осуществлять производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при эксплуатации сельскохозяйственной техники и оборудования
ПК(У)-3.	Способен обеспечивать работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения,

	ремонта и восстановления деталей машин
ПК(У)-4.	Способен осуществлять производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники и оборудования
ПК(У)-5.	Способен участвовать в проектировании предприятий технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, машин и оборудования

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Агроинженерия

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Проскоков А.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10Б81	Макиенко Дмитрий Сергеевич

Тема работы:

«Разработка конструкции навесного оборудования для робота-толкателя кормов на животноводческой ферме»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-3/с

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.).	1. Навесное оборудование для робота-толкателя кормов. 2. Режим работы циклический 3. Работает на открытых и закрытых участках. 4. Работа в автоматическом режиме. 5. Автоматическая остановка перед препятствием
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Анализ и расчет оборудования. 3. Технологический расчет характеристик оборудования 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Сборочный чертеж рамы навесного устройства (1 листа А1).

	2. Сборочный чертеж шнека кормораздатчика (1 лист А1). 3. Чертеж ведущего шкива привода ременной передачи (1 лист А3). 4. Чертеж ведомого шкива привода ременной передачи (1 листа А1). 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Родионов П.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент				

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б81	Макиенко Дмитрий Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10Б81	Макиенко Дмитрию Сергеевичу

Институт	ЮТИ ТПУ		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	35.03.06 Агроинженерия

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Данное устройство предназначено для регулярного подталкивания кормов на кормовом столе животным, находящимся на стойловом содержании на животноводческой ферме.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Государственная регистрация программы для электронных вычислительных машин. Патент на полезную модель, промышленный образец.
<i>Объем и емкость рынка</i>	Объем рынка промышленных роботов в России в 2021 г. составил 2,92 млрд руб..
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Происходит укрупнение фермерских хозяйств и сельскохозяйственных организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства.
<i>Себестоимость продукта</i>	275 тыс. руб.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	Прямых конкурентов нашему продукту нет.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Потребителями нового робота будут являться фермерские хозяйства занимающиеся животноводством, что составляет 77 процентов от рынка с/х (животноводство и молочные фермы).
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Бизнес-модель, содержащая 9 ключевых компонентов.

<i>Стратегия продвижения продукта на рынок</i>	План продвижения продукта на рынок включает в себя 2 основных этапа: 1. Стратегия «business to consumer» – начальный этап при отсутствии опытного образца и связей. 2. Стратегия «business to business» – последующий этап при появлении опытного образца и связей.
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы</i>	Бизнес-модель Остервальдера, матрица стратегического планирования SWOT.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков Владислав Геннадьевич	к.пед.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б81	Макиенко Дмитрий Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10Б81	Макиенко Дмитрию Сергеевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	35.03.06 «Агроинженерия»
Уровень образования	Бакалавр	ООП	Технический сервис в агропромышленном комплексе

Тема ВКР

Разработка конструкции робота-толкателя кормов с улучшенными ходовыми характеристиками для применения на животноводческой ферме

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) – негативного воздействия на окружающую природную среду	Объектом исследования является помещение лаборатории робототехники ЮТИ ТПУ г. Юрга. Габариты кабинета: длина 8м, ширина 6м, высота 3м Параметры световой среды – 2 класс, напряженность трудового процесса 1 класс. Итоговый класс условий труда – 2 класс Вентиляция помещения - естественная Вредные и опасные производственные факторы: - опасные и вредные производственные факторы связанные с электрическим током - повышенный или пониженный уровень освещенности
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	физико-химическая природа вредного фактора, его связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
--	---

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	- механические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Экологическая безопасность примененных в производстве материалов. Робот имеет компоненты 4 и 2 класса опасности, которые должны утилизироваться в соответствии с ГОСТ 53691-2009
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Безопасность при возникновении ЧС. В случае несрабатывания автомата аварийного выключения следует надеть токоизолирующие перчатки, отсоединить аппарат от источника тока и отойти на безопасное расстояние.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Родионов П.В.	к. пед. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б81	Макиенко Дмитрий Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 77 страниц машинописного текста, 8 - таблиц, 28 - рисунков. Представленная работа состоит из пяти частей, количество использованных источников – 8. Графический материал представлен на 3 листах формата А1 и 1 листе А3.

Ключевые слова: разработка, проектирование, робот-толкатель, шнекоротор, раздача корма, навесное оборудования, стартап, срок окупаемости, безопасность и экологичность.

Цель работы: разработать навесную конструкцию комбосмесителя-раздатчика для робота-толкателя кормов.

В аналитической части приведены основные характеристики комбосмесителей для животноводческих ферм и их сравнение.

В технологической части представлены электронные компоненты для позиционирования робота-толкателя кормов и приведены необходимые расчеты для определения режима работы навесного устройства.

В разделе «Конструкторская часть» выпускной квалификационной работы представлены чертежи компонентов навесного устройства, компоновка, и приведены расчеты для определения параметров рабочих органов.

В разделе «Социальная ответственность» выявлены опасные и вредные факторы при создании и эксплуатации робота, определены мероприятия по их ликвидации, а также составлена техника безопасности.

В экономической части представлена концепция стартап-проекта для продвижения робота-толкателя кормов на рынке.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013 и в комплексных системах автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, SolidWorks и представлена на компакт-диске CD-R (в конверте на обороте обложки).

Abstract

The final qualifying work consists of 77 pages of typewritten text, 8-tables, 26-figures. The presented work consists of five parts, the amount of literature used-the Graphic material is presented on 3 sheets of A1 format and 1 sheet of A3.

Keywords: development, robotic self-propelled platform, robot-pusher, auger, control system, positioning systems, circuitry, startup, cost, safety and environmental friendliness.

The purpose of the work: to develop a hinged structure of a mixer-distributor for a feed pusher robot.

The analytical part presents the main characteristics of feed mixers for livestock farms and their comparison.

The technological part presents the electronic components for positioning the feed pusher robot and provides the necessary calculations to determine the operating mode of the attachment.

In the section "Design part" of the final qualifying work, drawings of the components of the hinged device, layout, and calculations are given to determine the parameters of the working bodies.

The section "Social responsibility" identifies dangerous and harmful factors when creating and operating a robot, measures to eliminate them, as well as safety measures.

The economic part presents the concept of the start-up project to promote the feed pusher robot on the market.

The work was performed in the text editor Microsoft Word 2013 and in the integrated computer-aided design system COMPAS-3D, SolidWorks and is presented on a CD-R (in an envelope on the back of the cover).

Содержание

Введение	14
1 Аналитический обзор	15
1.1 Обзор и анализ кормораздатчиков для ферм КРС	17
1.2 Принцип работы кормосмесителя	18
1.3 Классификация кормораздатчиков:	18
1.4 Стационарные установки	19
1.5 Наиболее распространенные модели стационарных раздатчиков:	20
ТВК-80Б	20
1.6 Мобильные кормораздатчики	21
1.7 Распространённые модели мобильных устройств подачи корма:	21
2. Анализ и расчет оборудования	29
2.1 Описание конструкции робота-толкателя	29
2.2 Датчики ориентации в пространстве и аварийного отключения	30
2.2 Описание механизма навесного устройства	42
3 Расчеты и технические характеристики	46
4 Концепция стартап-проекта	49
4.1 Продукт как результат научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ	49
4.2 Способы защиты интеллектуальной собственности	51
4.3 Объем и емкость рынка	51
4.4 Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт	53
4.5 Себестоимость продукта	55
4.5.1 Затраты на комплектующие	55
4.5.2 Затраты на заработную плату	57
4.5.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате рабочих	59
4.5.4 Прочие затраты	60
4.5.5 Себестоимость продукта	60
4.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта и сравнение технико-экономических характеристик продукта с аналогами	60
4.7 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта	61
4.8 Бизнес-модель проекта	62
4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок	62
5 Социальная ответственность	64

5.1 Описание рабочего места в лаборатории ЮТИ ТПУ	64
5.2 Анализ опасных факторов при эксплуатации агрегата	65
5.2.1 Безопасность механического оборудования	65
5.2.2 Безопасность элементов	66
5.3 Анализ вредных факторов проектируемого изделия	67
5.3.1 Механизация и автоматизация технологических операций.....	68
5.3.2 Безопасность органов управления	69
5.3.3 Безопасность средств защиты, входящих в конструкцию	69
5.3.4 Безопасность при монтажных и ремонтных работах	71
5.3.5 Безопасность при транспортировке и хранении	72
5.3.6 Безопасность при размещении оператора робота-толкателя	72
5.3.7 Требования безопасности к обслуживающему персоналу	73
5.3.8 Пожарная безопасность.....	73
5.4 Экологическая безопасность исходных материалов	73
5.4.1 Охрана окружающей среды	74
5.5 Безопасность при чрезвычайных ситуациях	74
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
5.7 Заключение по разделу «Социальная ответственность»	75

Введение

Увеличение частоты пододвигания кормов обосновывает себя тем, что частое поедание скотом корма в любое время суток, днем и ночью, вследствие чего возрастает потребление кормов по всему стаду, что создает благоприятные условия для здоровья и самочувствия животных и так же содействует росту продуктивности.

Фермеры часто встречаются с проблемой подравнивания корма. В случае когда корм лежит неравномерно более крупные коровы отпихивают коров меньшего размера от тех мест где корм еще остался и перекрывают путь к нему. Следовательно, коровы малого размера травмируются и не получают корма в достаточном размере. В результате чего идет уменьшение удоев и общей продуктивности скота, фермер терпит экономические потери. При недостаточно систематическом пододвигании и обеспечении непрерывной доступности идет сортировка корма, что повышает остаток и перерасход кормов. Подравнивание – значительный и полезный процесс, с которым человек нередко справляется плохо. Человек физически не способен в одиночку вовремя справиться с необходимым объемом работ: пододвинуть, размешать, подровнять.

Для решения выше перечисленных задач человек обращается к современным разработкам, таким как роботизированные подталкиватели кормов. Эти механизмы способны самостоятельно определить план участка, наметить маршрут, задать рабочий график и определить границы обрабатываемого участка. Любая иная техника и даже человеческий фактор негативно сказываются на психическом состоянии животных, что приводит к уменьшению их продуктивности. Робот толкатель позволяет убавить риски стресса у скота. Он проводит запрограммированные работы предельно тихо и незаметно. Качество исполнения работы на много выше и не требует лишних затрат на содержание сотрудников и инвентарь.

Цель работы – разработка конструкции навесного оборудования для роботизированной платформы для пододвигания кормов, функционирующей как на закрытых, так и открытых участках территории требующей обработке.

Варианты работ, исполняемые роботом толкателем, прямо сопряжены с пододвиганием и переворачиванием кормов при помощи шнекороторного механизма.

1 Аналитический обзор

Кормораздатчик — особое устройство, задачи которого состоят в приеме, перевозке и дозированной раздаче кормов и их смесей. Раздатчики могут высыпать зеленые корма, сенаж, силос, немолотый корм и фуражные смеси, как в кормушки на одну, так и на обе стороны. На рынке кормораздаточной техники представлено множество различных систем с емкостью бункера от 1,5 до 20 м³ и более. В одной лишь в Европе есть не менее 30 компаний которые представляют более 400 разных видов раздатчиков-смесителей и их модификаций. По способу соединения с источником энергии миксеры разделяются на самоходные, прицепные и стационарные, по расположению перемешивающих рабочих органов — на горизонтальные и вертикальные, а по наличию или отсутствию режущего агрегата — на доизмельчающие или только смешивающие.

Смесители-раздатчики горизонтального типа по сравнению с вертикальными лучше дробят и перемешивают элементы корма и гарантируют более высокую равномерность выдачи смеси. Но горизонтальные механизмы имеют небольшой дорожный просвет, что усложняет их применение на неблагоустроенных фермах и грунтовых дорогах. Смесители подобного типа весьма восприимчивы к сторонним включениям из-за небольших промежутков между режущими и противорежущими элементами. Камни, куски бетона и т. д., попадающие в

корм, приводят к серьезным поломкам, на устранение которых необходимо немало денег и времени.

Самоходные миксеры почти всегда комплектуются загрузочными фрезами для самозагрузки из силосных и сенажных ям с одновременным дополнительным измельчением основных кормов и из куч — сыпучих ингредиентов рациона. Прицепные миксеры комплектуются загрузочными фрезами или грейферными погрузчиками с различными насадками. Миксеры могут отличаться друг от друга объемом кормовых бункеров для загружаемых в них кормов.

Современные кормораздатчики-смесители позволяют разом измельчать, смешивать, распределять и точно дозировать корма, благодаря компьютерному управлению и электронным весам. Вдобавок их можно использовать в различных системах кормления (раздельное кормление, полносмешанный рацион, частично смешанный).

Весовой механизм включает в себя тензодатчики и электронный блок. Электронный блок, используя информацию от тензодатчиков, вычисляет массу кормов в бункере и показывает ее на табло. Программируемое устройство позволяет задавать лиминальные значения массы нескольких (до 20) ингредиентов. При достижении установленного значения массы ингредиента подается звуковой сигнал.

Практичность многоцелевых миксеров оценили многочисленные фермерские хозяйства. Переход режимов измельчения сочных и сухих травяных кормов для КРС. Есть возможность выверения лучшего состава кормовой смеси раздельно для крупного рогатого скота различных возрастов и с учетом норм откорма (молочные, тельные, кормящие, бычки на откорме).

Смесители-раздатчики вертикального типа обычно обладают более широким дорожным просветом, меньше восприимчивы к посторонним включениям, лучше, чем горизонтальные, управляются с измельчением и перемешиванием крупногабаритных рулонов и тюков сена и соломы, не

допускают излишнего дробления корма, но выдают смешанный корм менее равномерно. Они проще по конструкции, надежнее в эксплуатации, менее энерго- и металлоемки. При одинаковой емкости бункера вертикальные смесители выше, чем горизонтальные, что усложняет их применение в помещениях с невысокими воротными проемами и перекрытиями.

1.1 Обзор и анализ кормораздатчиков для ферм КРС

Мобильные кормораздатчики состоят из следующих узлов:

- ходовая часть – крепкая сварная рама, к которой на рессорах закрепляются колеса с пневматикой, обеспечивающей мягкость хода прицепного оборудования;
- на колесный механизм ставятся тормоза с гидравлическим приводом, работник может их кабины управлять остановкой и торможением;
- кузов кормораздатчика цельный, сделан из металла, оборудован откидным задним бортом;
- в кузове поставлен транспортер для выгрузки, тип транспортера зависит от варианта кормораздатчика, может быть – ленточным, ленточно-планочным, скребковым или ленточно-цепным;
- раздаточный механизм – несколько битеров на подшипниках, приводящих в движение транспортер (одно- или двусторонний);
- перемещение ленты транспортера обеспечивает мотор определенной мощности (этот показатель зависит от модели смесителя кормов);
- в емкость смесителя установлен мощный миксер, в который подается назначенная норма корма для крупного рогатого скота с четкой дозой премикса.

1.2 Принцип работы кормосмесителя :

в емкость миксера смесителя загружается корм — последние модификации оборудованы удобными автоматическими дозаторами, есть возможность точного наблюдения нормирования образующих смеси и премикса;

из бункера со смесителем состав высыпается на транспортерную ленту или прямо в кормушки; кормораздатчики бывают, как прицепными, так и самоходными и универсальными.

Для фермерских хозяйств, занимающихся разведением крупного рогатого скота молочного и мясного направления более удобны подвижные автоматизированные кормораздатчики с миксерами смесителями, позволяющие эффективно выверять состав смеси, ориентируясь на нужды хозяйства.

1.3 Классификация кормораздатчиков:

по типу передвижения — неподвижные и мобильные;

по способу раздачи — одно- и двусторонние;

по грузоподъемности — одно- и двуосные.

По способу передвижения раздатчики кормов, используемые на фермах, могут быть:

Неподвижными — ставятся внутри ферм, прямо над или внутри кормушек, и тем или иным методом дозированно распределяют фураж из бункера, где подготавливаются корма либо смеси по емкостям. неподвижные кормораздатчики отличаются по виду передающего фураж рабочего органа, на механические — транспортерные, гидравлические, пневматические и самотечные.

Транспортерные — отличаются по типу механизма, ленточные, скребковые или цепочные, для привода обычно применяют электродвигатель;

Подвижными — они могут загрузиться кормом в любом месте, привезти его к месту и там распределить по кормушкам. Бывают установленные на тракторных прицепах или тележках (привод на механизмы раздачи подается от трактора) или самоходные, помещенные на раме автомобиля или полностью автономные, часто на электрическом ходу.

По типу раздачи

Кормораздатчики, которые используются на фермах для КРС, могут подавать пищу в кормушки как с одной стороны, так и с двух сторон.

По грузоподъемности

Деление по грузоподъемности используется для мобильных раздатчиков и характеризует, какую массу фуража сможет транспортировать данный раздатчик.

1.4 Стационарные установки

Неподвижные установки чаще всего устанавливаются на фермерских хозяйствах с большим поголовьем скота. Это помогает упростить и

облегчить кормёжку животных. Впрочем, на небольших фермах подобные раздатчики тоже возможно заметить (например, если подвижные устройства не годятся из-за размеров кормушек или самого помещения).

1.5 Наиболее распространенные модели стационарных раздатчиков:

ТВК-80Б. Это ленточная модель, которая подходит для всех сухих и твёрдых кормов. В составе устройства есть лента в форме замкнутого кольца, шириной около 0,5 м. Питание происходит от электромотора, который заставляет двигаться ленту. Корм из бункера одинаковыми долями распределяется вдоль ёмкости для кормления, а затем устройство отключается. Такой раздатчик позволяет полностью автоматизировать процесс кормёжки скота.

РК-50А. Раздатчик с ленточным транспортёром располагается над кормушкой и распределяет мелкие корма. Устройство механизма такое: наклонный и поперечный транспортёр, 1 или 2 раздатчика-транспортёра, блок управления.

КРС-15. Вид скребкового раздатчика корма для животных. Чаще применяется для сочного, сухого корма и различных смесей. Транспортёр, состоящий из двух раздающих каналов, проходит по дну кормушки. Устройство начинает работу с помощью электродвигателя. Корм подаётся в ограждение, а потом раздаётся скребками. Как только скребок заканчивает полный оборот – привод отключается.

ТВК-80Б

В качестве ленточного раздатчика рассмотрим модель ТВК-80Б. Состоит он из ленточно-цепочного транспортера, установленного внутри

желоба-кормушки. Лента только одна, закольцованного типа. С одной стороны раздатчика имеется редукторный привод с эл. двигателем, а с другой – ведомый барабан с механизмом натяжки ленты.

Загружается транспортер кормом из бункера или мобильного раздатчика, приводной механизм запускается, и транспортер перемещает и распределяет корм по всей длине помещения.

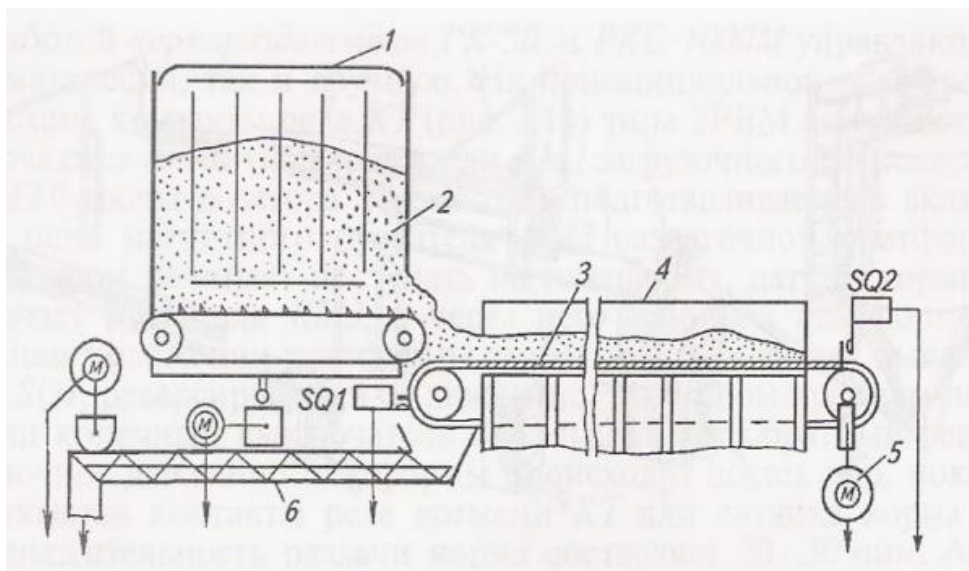


Рис.1.1 Схема кормораздатчика ТВК-80Б. 1 – питатель; 2 – накопительная емкость; 3 – транспортерная лента; 4 – кормушки; 5 – реверсивный электропривод; 6 – транспортер.

1.6 Мобильные кормораздатчики

Мобильные раздатчики могут использоваться на всех фермах, где это позволяют габариты помещений. Преимущество таких раздатчиков в том, что они не только раздают корм животным, но и доставляют пищу с места хранения или приготовления. А раздатчики-смесители ещё и смешивают корм перед тем, как отдать его в употребление.

1.7 Распространённые модели мобильных устройств подачи корма:

КТУ-10. Перемещается на тракторном прицепе и подходит для работы с различными медалями тракторов «Беларусь». В составе устройства поперечный и выгрузной транспортёр, несколько битеров. Скорость подачи зависит от скорости перемещения тягача. Корм может подаваться с двух направлений или с одного. Минимальная область поворота раздатчика не меньше 6,5 м, поэтому он не подходит для узких помещений.



Рис. 1.2 Мобильный раздатчик КТУ-10

АКМ-9. По сути, представляет собой кормовой цех, так как способен приготовить и раздавать кормовые смеси из соломы, сенажа, пищевых добавок, силоса. Достаточно манёвренный и рассчитанный на поголовье от 800 до 2 000 голов КРС. Может «работать» с тракторами ТС класса 1,4, в том числе МТЗ-80 и МТЗ-82.



Рис. 1.3 мобильный раздатчик АКМ-9

РММ-5,0. Малогабаритный механизм, функциями напоминающий КТУ-10. Только благодаря небольшим размерам, этот раздатчик способен работать даже в узких помещениях. Может взаимодействовать с тракторами «Беларусь», Т-25, ДТ-20.



Рис. 1.4 Раздатчик РММ-5,0

КС-1,5. Относится к категории раздатчиков-смесителей. Перемещается по рельсам. Корм после перемешивания раздаётся по кормушкам шнековыми устройствами. Питание происходит от электромотора с помощью редуктора.



Рис. 1.5 раздатчик КС-1,5

КСП-0,8. Тоже смешивающая модель, без колёсной тележки. По принципу работы во многом схож с раздатчиком КС-1,5. Управляется оператором с площадки, который приводит в движение определённые рычаги.



Рис. 1.6 Раздатчик КСП-0,8

РС-5А. Ещё одна разновидность смешивающего механизма. Как и остальные, он приводится в движение электродвигателем. Тележка движется по специальным колёям в полу. В управлении так же есть рычаги, а оператор находится непосредственно на тележке, на сиденье.

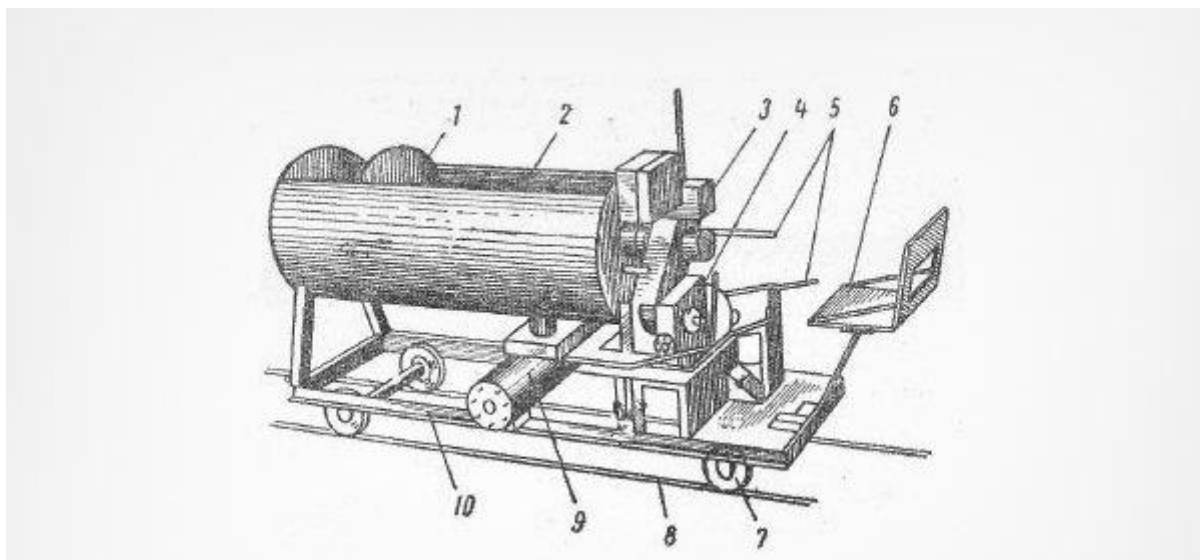


Рис. 1.7 Раздатчик РС-5А

МК-12Г. Миксер-кормораздатчик Интермикс производства компании СКМ является средством для измельчения, смешивания и раздачи кормовых смесей (зеленая масса, силос, сенаж, рассыпное и прессованное сено, солома, а также корм в виде брикетов).

Скорость вращения шнеков составляет 15 об/мин, которая является оптимальной для качественного измельчения и смешивания всех типов загружаемых кормов и их состояния (мерзлые, влажные, длинноволокнистые). Уменьшается нагрузка на вал отбора мощности и двигатель трактора работает в экономном режиме, что увеличивает ресурс трактора и сокращает расход ГСМ.

На шнеках кормосмесителей установлены несколько типов ножей - серповидные и круглые (формы «ромашка»), обеспечивающие бережное отношение к кормам, сохранение структуры корма, быстрое и качественное измельчение и смешивание с минимальными затратами производительности. Ножи изготавливаются из высококачественной борсодержащей стали, проходят двухступенчатую термообработку и закалку режущей кромки ТВЧ, что значительно увеличивает ресурс и функциональные характеристики режущих элементов. Для смешивания компонентов корма каждый шнек

имеет противоположную навивку витков, обеспечивающих транспортирование смешиваемого корма в середину и вверх.

Выгрузной ленточный транспортер с гидроприводом улучшает равномерность раздачи корма. Лента транспортера изготавливается из полиуретана с повышенной стойкостью к истиранию. Длина транспортера может быть изготовлена под заказ от 50 до 300 см. Стационарные миксеры кормораздатчики Интермикс вместимостью бункера от 20 до 30 куб.м. могут дополнительно комплектоваться выгрузным транспортером с электроприводом для загрузки тракторных прицепов и кормораздатчиков типа КТ и КТУ с различной высотой выгрузки и длины транспортировки. Транспортер подключается непосредственно к шкафу управления стационарного миксера-кормораздатчика, прост и удобен в эксплуатации.

Шасси машины представляют собой одноосный или двухосный тракторный прицеп. Основные конструктивные элементы шасси изготовлены из металлического квадратного профиля сечением 120 х 120 мм и металлического листа толщиной 10 мм. Колесная тележка изготовлена из металлического листа толщиной 10 мм, приварена к основному шасси и собрана на болтовых соединениях. Бункер изготовлен из металлического листа толщиной 6 и 8 мм с помощью прессования и сварки.



Рис. 1.8 Раздатчик МК-12Г

2. Анализ и расчет оборудования

2.1 Описание конструкции робота-толкателя

Конструкция робота-толкателя разрабатывалась в учебной версии SolidWorks. С использованием функционала CAD системы произведены конструирование и расчет элементов робота-толкателя. Проектировались детали устройства, осуществлялась узловая и общая сборка устройства, с применением надстройки анимации движения модели рассматривались основные движения робота-толкателя.

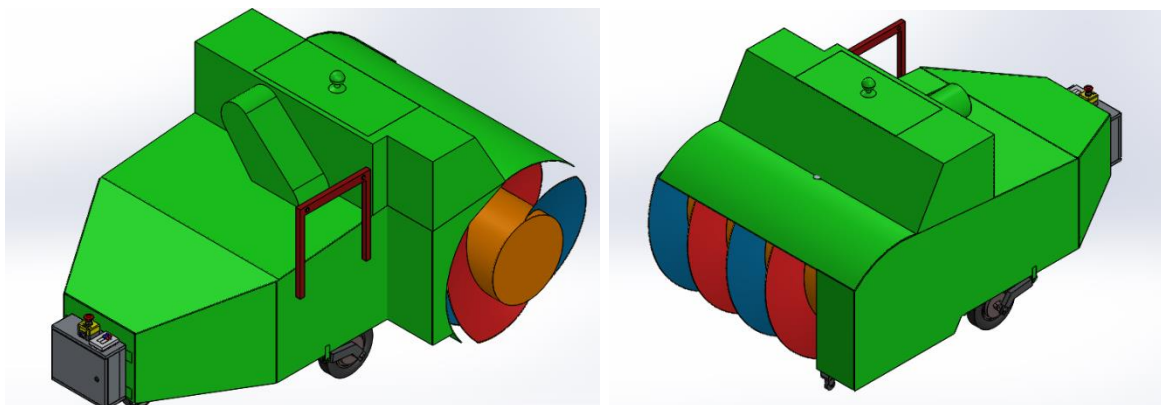


Рисунок 2.1 Общий вид робота-толкателя

Робот-толкатель конструктивно состоит из пространственной рамы, качающейся колесной балки и навесного устройства с активным шнекоротором и бункером для концентратов (См. рис. 2.1)

Колесная балка крепится к пространственной раме через кронштейны с установленными в них сайлентблоками. К вилкам колесной балки крепятся мотор-колеса. Пространственная рама робота располагается над колесной балкой и выполнена из профильной трубы и уголка. К пространственной раме справа крепится планка с ультразвуковыми датчиками для считывания информации о расстоянии до края кормового стола.

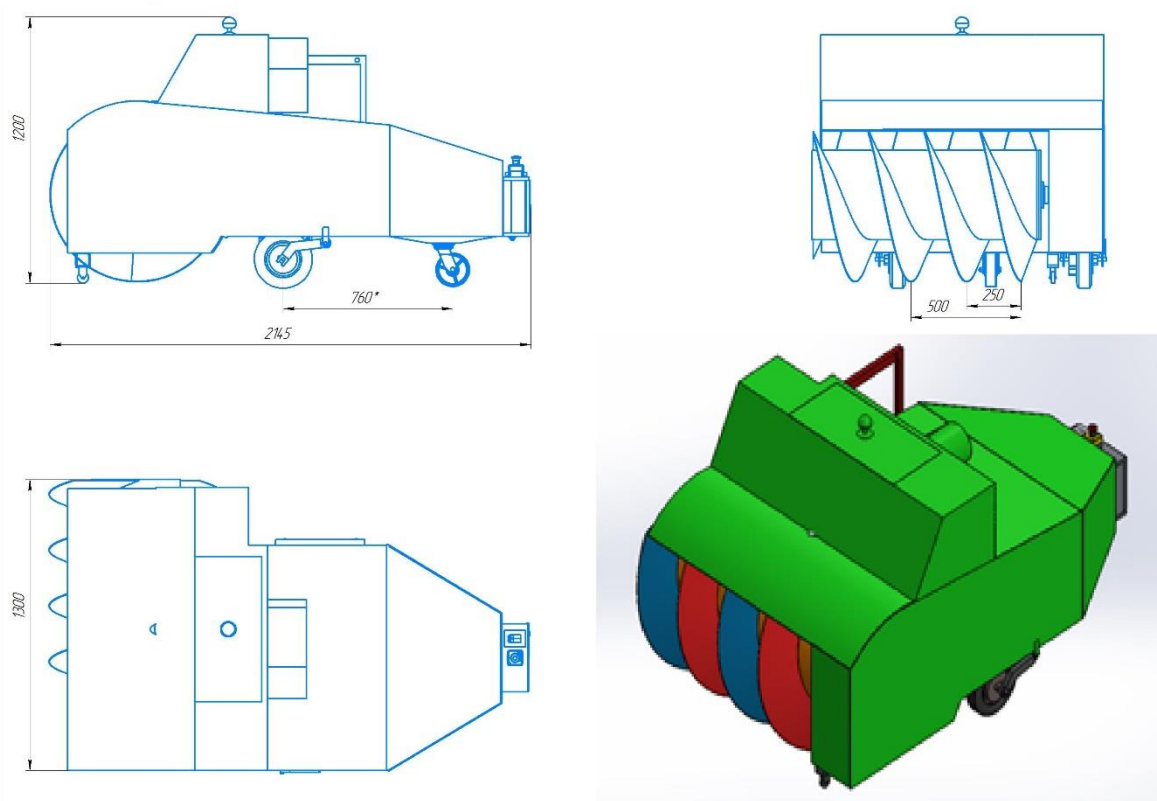


Рисунок 2.2 Общий вид робота-толкателя

Подъемный механизм представляет собой 2 сборочные единицы, состоящие из шаговых двигателей, передающих крутящий момент через червячные редукторы на валы, соединенные с эксцентриками на которые закреплены шарикоподшипники, опирающиеся на колесную балку. Подъемный механизм способен поднимать робота-толкателя с установленной на него навеской и засыпанным в бункер концентратом, что составляет 450 кг.

2.2 Датчики ориентации в пространстве и аварийного отключения

В данной работе была применена система фирмы Marvelmind Robotics, изображенная на рис 25. Эта система включает в себя не менее четырех ультразвуковых маяков, установленных по периметру участка и одного центрального маяка, установленного на движущееся средство.

Система позволяет определять координаты робота с точностью до 2 см с площадью покрытия до 1000м²



Рис. 2.3 Комплект ультразвуковых датчиков Marvelmind Robotics

Управление ходовыми моторами робота осуществляется контроллером Arduino Mega на базе ATmega 2560 и усилительным блоком управления моторами «Dual Motor Drive». Arduino – это электронное устройство, состоящее из одной печатной платы, которое способно управлять разными датчиками, электродвигателями, освещением, передавать и принимать данные. Arduino - это целое семейство устройств разных размеров и возможностей [12].

Arduino – это микроконтроллер семейства Atmega. Микроконтроллер представляет из себя микропроцессор с памятью и различными периферийными устройствами, реализованный на одной микросхеме. Фактически это однокристальный микрокомпьютер, который способен выполнять относительно простые задачи.

Arduino позволяет подключать к нему различные периферийные устройства. Среди них, например:

- кнопки;
- светодиоды;
- микрофоны и динамики;
- электродвигатели и сервоприводы;
- ЖК дисплеи;
- считыватели радиометок (RFID и NFC);

- ультразвуковые и лазерные дальномеры;
- bluetooth, WiFi и Ethernet модули;
- считыватели SD карт;
- GPS и GSM модули. А также десятки различных датчиков.

Для упрощения процесса общения с микроконтроллером разработана специальная программная среда – Arduino IDE. В её состав включены десятки примеров хороших, работающих программ.

Что же касается Arduino Mega 2560 (См. Рис. 26), то этом устройстве максимальное из всех плат семейства Arduino количество пинов и расширенный набор интерфейсов. Также у Arduino Mega больше встроенной памяти. Основные характеристики платы приведены в таблице 3.

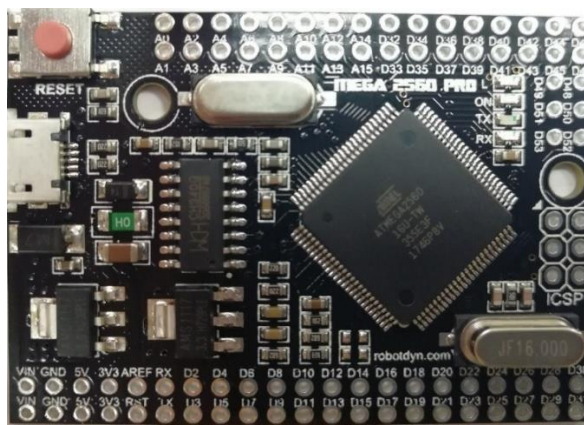


Рис. 2.4 Arduino Mega 2560

Таблица 1 Характеристики Arduino Mega 2560

Микроконтроллер	ATmega2560
Рабочее напряжение	5В
Аналоговые входы	16
Напряжение питания (рекомендуемое)	7-12В
Напряжение питания (предельное)	6-20В

Цифровые входы/выходы	54 (из которых 15 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов)
Максимальный ток одного вывода	40 мА
Максимальный выходной ток вывода 3.3V	50 мА
Flash-память	256 КБ из которых 8 КБ используются загрузчиком
SRAM	8 КБ
EEPROM	4 КБ
Тактовая частота	16 МГц

Блок управления мотор-редукторами движения платформы «Dual Motor Drive» (См. Рис. 27) принимает логические команды от контроллера и преобразует выходные маломощные сигналы дискретной логики в усиленные сигналы, достаточные для управления двумя четырьмя мотор-редукторами платформы.



Рис. 2.5 Dual Motor Drive

С целью обеспечения стабильной связи между роботом и базовым компьютером на расстоянии до одного километра, связь робота с управляющим компьютером выполнена через радио модули NRF24L01 с усилителем радиоканала на частоте 2.4 ГГц. К компьютеру, на котором

установлен блок принятия решений через COM порты, реализованные USB разъем подключены радио-модем Marvelmind Robotics и радио модуль NRF24L01, соединенный с компьютером через контроллер Arduino Mini. Маяки, по команде радио-модема, обмениваются ультразвуковыми сигналами (См. Рис. 28). Время отправки и время приема ультразвуковых меток фиксируется, рассчитывается расстояние между маяками, в результате управляющим компьютером формируются данные о геометрии участка и положении робота на участке.

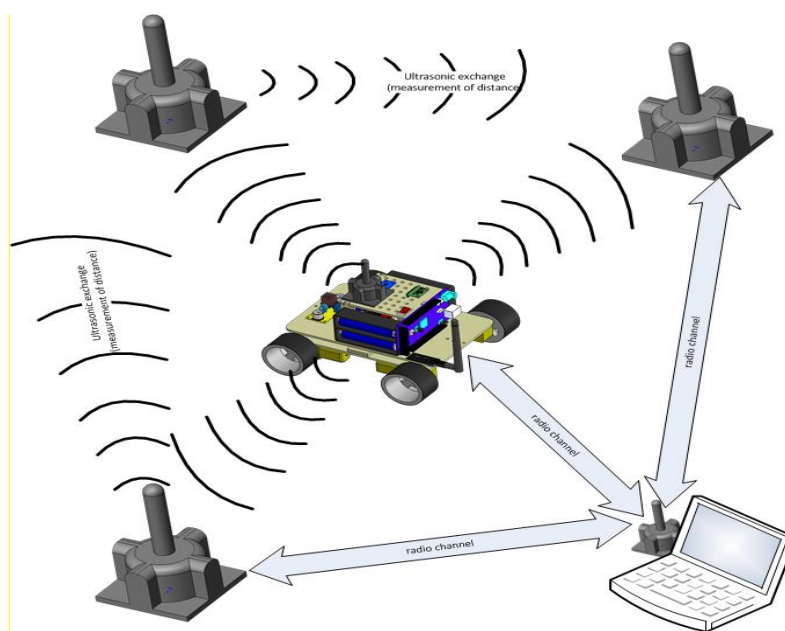


Рис. 2.6 Схема взаимодействия датчиков системы позиционирования

С помощью специальной программы, написанной для разработанного комплекса управления вся полученная информация и координаты робота фиксируются. Затем определяется вектор, который задает траекторию движения.

Требования к управляющему компьютеру: наличие как минимум двух USB-портов для подключения радиомодема NRF24L01; возможность подключения графического дисплея с разрешением не ниже 800x600 точек; установленная система Windows не ниже XP или Linux.

В данном проекте в качестве управляющего компьютера применен микрокомпьютер Raspberry Pi3 (См. Рис. 29), так как он минимально соответствует предъявляемым требованиям и имеет небольшую стоимость.

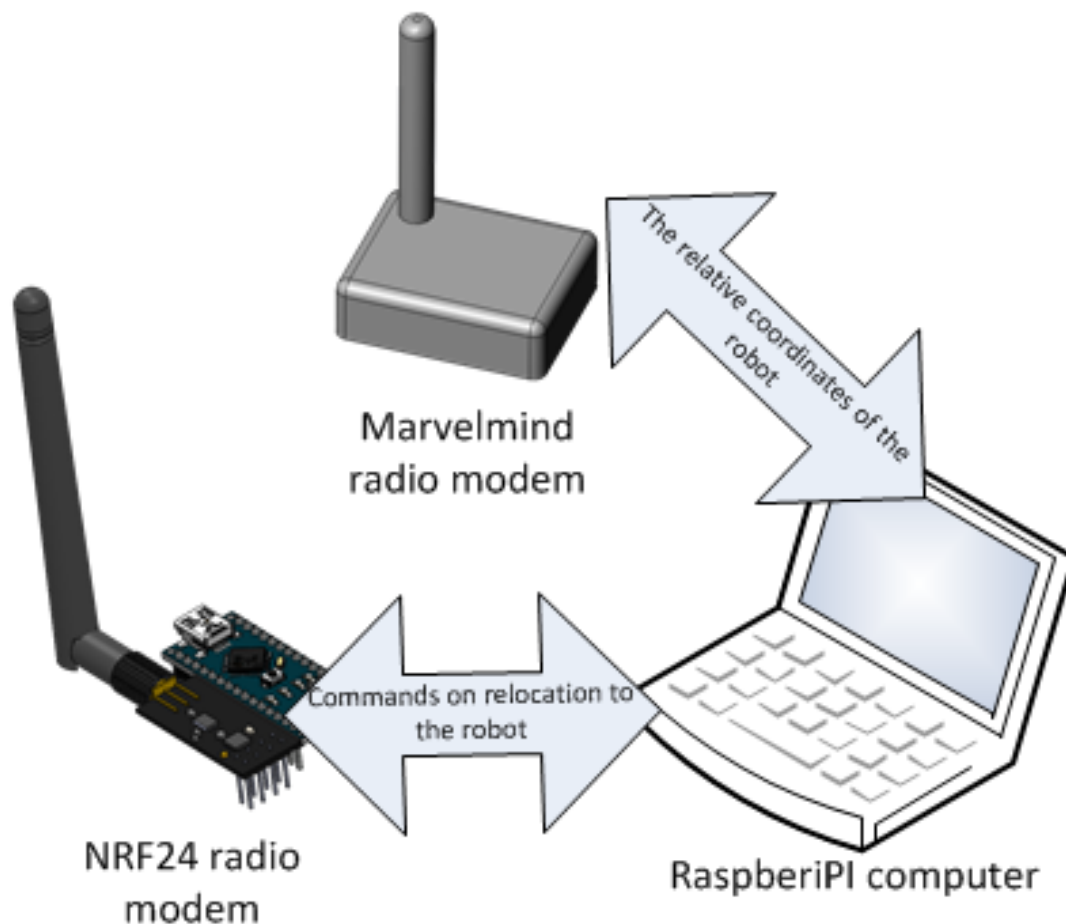


Рис. 2.7 Набор передатчиков для управления газонокосилкой

Для корректировки текущего направления робот также оснащен электронным гироскопом, акселерометром и электронным компасом, которые размещены в микросхеме модуля MPU6050 от RobotClass (См. Рис. 30). Эти приборы позволяют сохранять прямолинейное направление движение робота в случае проскальзывания ведущих колес с грунтом или несоответствия скоростей вращения колес [13].

Характеристики модуля MPU6050 ROC:

- напряжение питания: от 3,5 до 6 В;
- потребляемый ток: 500 мкА;

- ток в режиме пониженного потребления: 10 мкА при 1,25 Гц, 20 мкА при 5 Гц, 60 мкА при 20 Гц, 110 мкА при 40 Гц;
- диапазон: $\pm 2, 4, 8, 16g$;
- разрядность АЦП: 16;
- интерфейс: I2C (до 400 кГц).

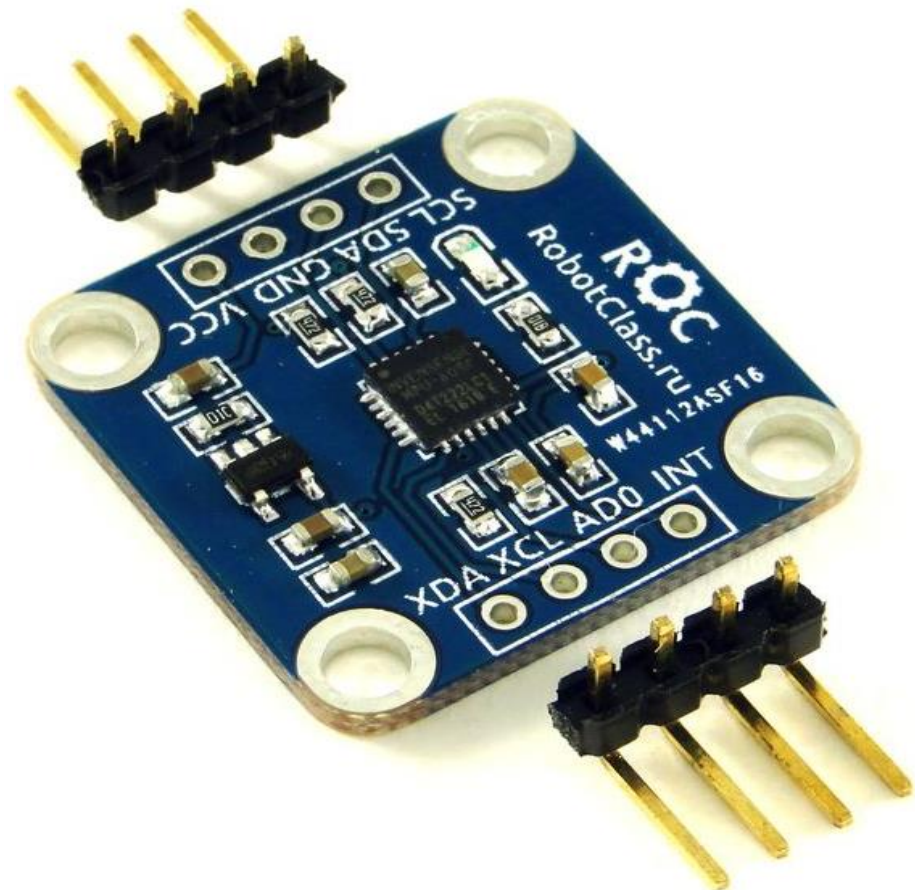


Рис. 2.8 Модуль MPU6050

С целью предотвращения столкновения с возможными преградами на обрабатываемой площади робот оснащен ультразвуковыми сенсорами (См. Рис. 31).

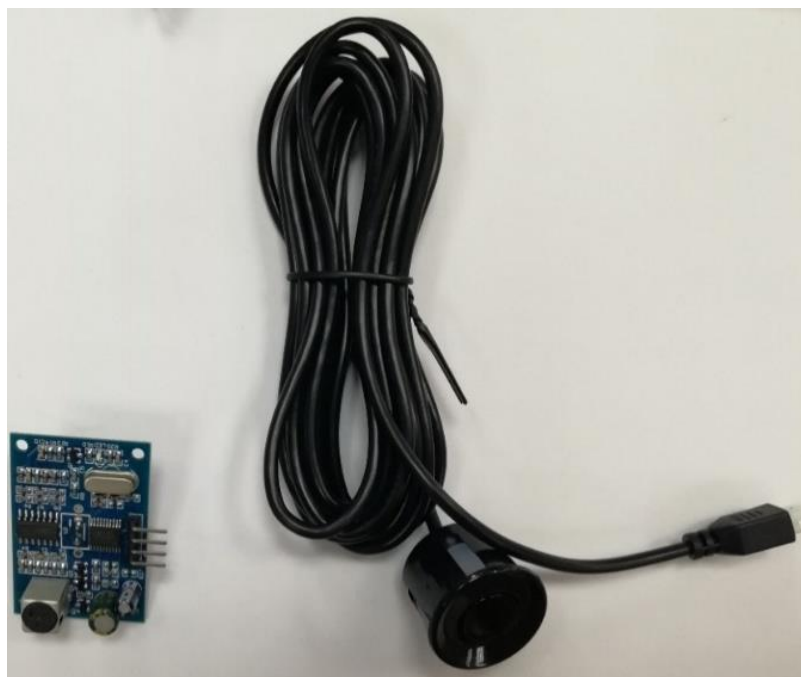


Рис. 2.9 Ультразвуковой сонар

Конструктивно ультразвуковой сонар представляет собой ультразвуковой радар, датчики которого являются одновременно излучателями и приемниками. От количества датчиков зависит точность и чувствительность системы. Одна часть датчика испускает ультразвуковой сигнал, вторая часть - улавливает отраженный от предмета сигнал и разницу во времени передает на головной прибор. По разнице между выпущенным и принятым сигналом и определяется расстояние до объекта.

Информация от этих датчиков также передается на управляющий компьютер и служит для корректировки вектора движения с целью объезда препятствий.

Технические спецификации и особенности сонара:

- Измерение расстояния в диапазоне от 10 до 400 см
- Точность измерения до ± 1 см
- Если ультразвуковой сигнал распознан, датчик возвращает логическое значение «Истина»
- Автоматическая идентификация производится программным обеспечением микрокомпьютера EV3

- Напряжение питания: 5 В.
- Потребление в режиме тишины: 2 мА
- Потребление при работе: 15 мА
- Максимальная частота опроса датчика: 20 Гц (Период опроса 50 мс)
- Частота ультразвука: 40 кГц
- Дальность обзора: 2 см – 4 м
- Разрешение (градация выходного сигнала): 0,3 см
- Эффективный угол наблюдения: 15°
- Рабочий угол наблюдения: 30°
- вес — 8,28 грамм
- Размеры: 45*20*15 мм. ДхШхГ (Ш — без учета контактов подключения)

Для отслеживания работы самоходной автоматизированной платформы на нее была установлен передатчик TS83, который служит для передачи видео сигнала с камеры (См. Рис. 32). Он работает на частоте 5.8Ghz с возможностью выбора одного из 32 каналов. Данный частотный диапазон (5645 - 5880 Mhz) позволяет получать видеосвязь хорошего качества и разрешения. На передатчике есть цифровой индикатор выбранного канала.



Рис. 2.10 Передатчик TS832

Мощность передатчика TS832 составляет величину 600 mW, что позволяет получить уверенный прием сигнала на расстоянии до 1500 - 2000 метров с качественными антеннами. Вес передатчика TS832, несмотря на большую величину излучаемой мощности, всего 21 грамм.

Особенности:

- 32 канала: диапазоны А, В, Е и F.
- Две кнопки для переключения диапазона и канала.
- Отображение 2-х цифр для диапазона и канала.
- Вывод 2-х независимых сигналов: аудио и видео.

Характеристики:

- Входное напряжение: 7,4-16 В (3S Lipo / ~ 12 В)
- Выходное напряжение: соответствует входному

напряжению

- Мощность передатчика: 600 мВт
- Антенна: 2 дБ
- Рабочий ток: 220 мА при 12 В
- Ширина канала под видео – 8 МГц
- Ширина канала под аудио - 6,5 МГц
- Вес: 21 гр.
- Размеры: 54x32x10 мм (без антенны)

- Поддерживаемые форматы видео: NTSC / PAL
- Антенна: SMA

Чтобы вывести изображение с камеры на экран смартфона, был приобретен приемник видеосигнала USV 5.8G 150CH. С его помощью возможно наблюдать за действиями робота удаленно. Приемник работает на частоте 5.8Ghz с возможностью выбора одного из 32 каналов.

Принцип действия ультразвукового датчика аналогичен работе радара, они улавливают цель по отраженному сигналу. Скорость звука – величина постоянная. На основании этого таким датчиком вычисляется расстояние до некоторого объекта, соответствующее диапазону времени между выходом сигнала и его возвращением.

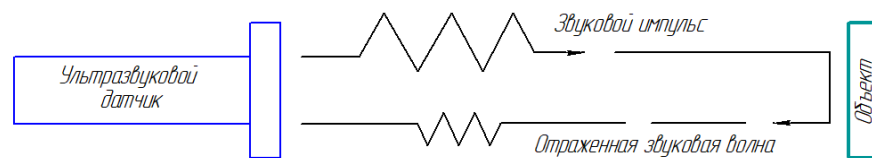


Рис. 2.11 Схема работы ультразвукового датчика

Ультразвуковые датчики идеально подавляют фоновые шумы, так как расстояние до объекта определяется с помощью измерения времени полета звуковой волны, а не её интенсивности. Практически все материалы, отражающие звук, могут использоваться в качестве объектов обнаружения, независимо от их цвета. Даже прозрачные материалы и тонкие пленки не представляют проблемы для ультразвуковых датчиков. Ультразвуковые датчики могут определять цели на расстоянии от 30 мм до 8 м, при этом производя измерения с очень высокой точностью. Некоторые модели датчиков способны выполнять измерения с точностью до 0,18 мм. Ультразвуковые датчики могут видеть через запыленный воздух, туман или частицы тонера. Даже небольшой налет на мембране сенсора не влияет на его работу. Слепая зона датчика составляет всего 20 мм, а плотность излучаемого потока очень мала.

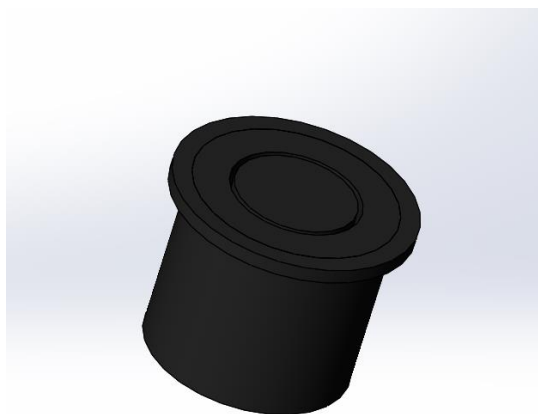


Рис. 2.12 Ультразвуковой датчик

Назначение ультразвукового датчика, это определение расстояния до предметов, находящихся перед ним. Для этого датчик посылает звуковую волну высокой частоты (ультразвук), ловит обратную волну, отраженную от объекта и, замерив время на возвращение ультразвукового импульса, с высокой точностью рассчитывает расстояние до предмета.

Ультразвуковой датчик может выдавать измеренное расстояние в сантиметрах или в дюймах. Диапазон измерений датчика в сантиметрах равен от 0 до 255 см, в дюймах – от 0 до 100 дюймов. Датчик не может обнаруживать предметы на расстоянии менее 3 см (1,5 дюймов). Так же он не достаточно устойчиво измеряет расстояние до мягких, тканевых и малообъемных объектов. Кроме режимов измерения расстояния в сантиметрах и дюймах датчик имеет специальный режим "Присутствие/слушать". В этом режиме датчик не излучает ультразвуковые импульсы, но способен обнаруживать импульсы другого ультразвукового датчика.

Датчики приближения позволяют обнаруживать присутствие объектов без необходимости в физическом контакте. Это может оказаться важным как с точки зрения безопасности, так и полезным с точки зрения удобства эксплуатации. Датчик создает вокруг себя электрическое поле. Силовые линии этого поля замыкаются на землю и окружающие объекты, тем самым

образуя пространственный конденсатор, емкость которого может быть измерена. При приближении объекта часть линий электрического поля начинает замыкаться через него, изменяя общую емкость пространственного конденсатора. Измерительная схема датчика фиксирует эти изменения и определяет расстояние до объекта, а также его положение. Таким образом, датчики обеспечивают трехмерное распознавание объектов и жестов.

В нашем роботе датчики будут использоваться для аварийного отключения рабочего механизма в случае нахождения перед ним человека, животного или преграды. Датчики расположены на передней части навесного оборудования по краям рамы.

2.2 Описание механизма навесного устройства

Конструкция навесного устройства для робота-толкателя разрабатывалась в учебной версии SolidWorks. С использованием функционала CAD системы были произведены конструирование и расчет элементов механизма

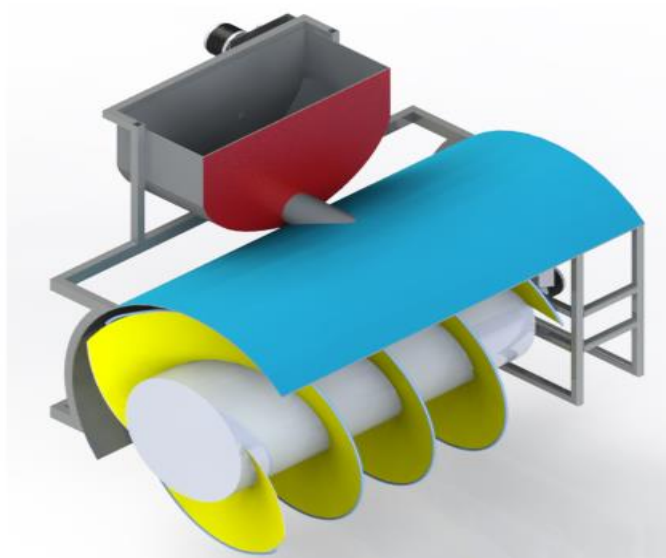


Рис. 2.13 Общий навесного оборудования в сборе (вид спереди)

Навеска состоит из крепежной рамы, с помощью которой она крепится непосредственно к роботу, бункера-кормосмесителя объемом 60л, шнека-кормосмесителя, ременной передачи, двузаходного шнекоротора, двух мотор-редукторов, опорного колеса и ступицы.

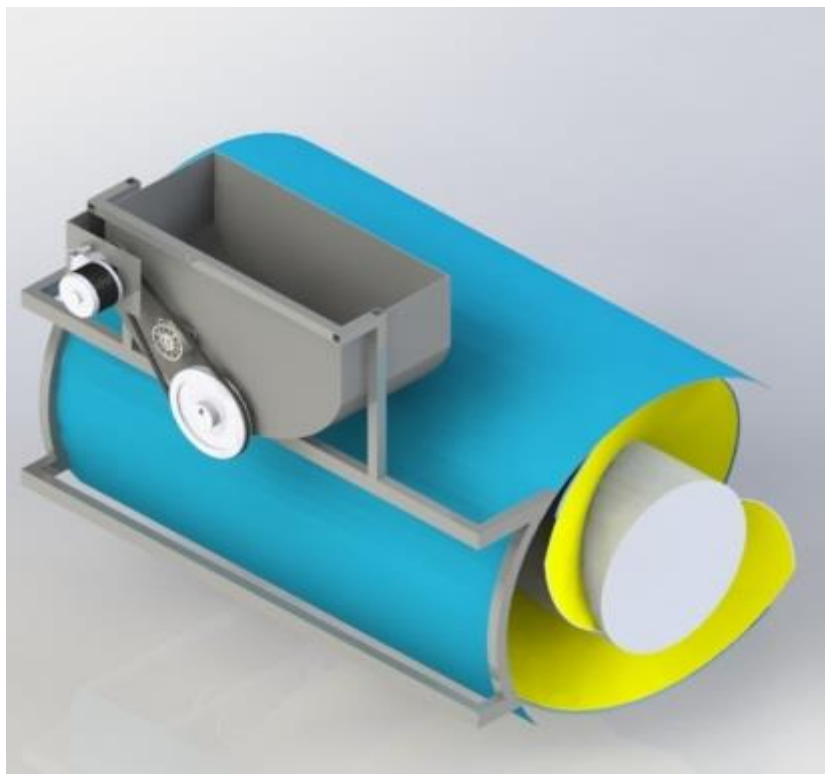
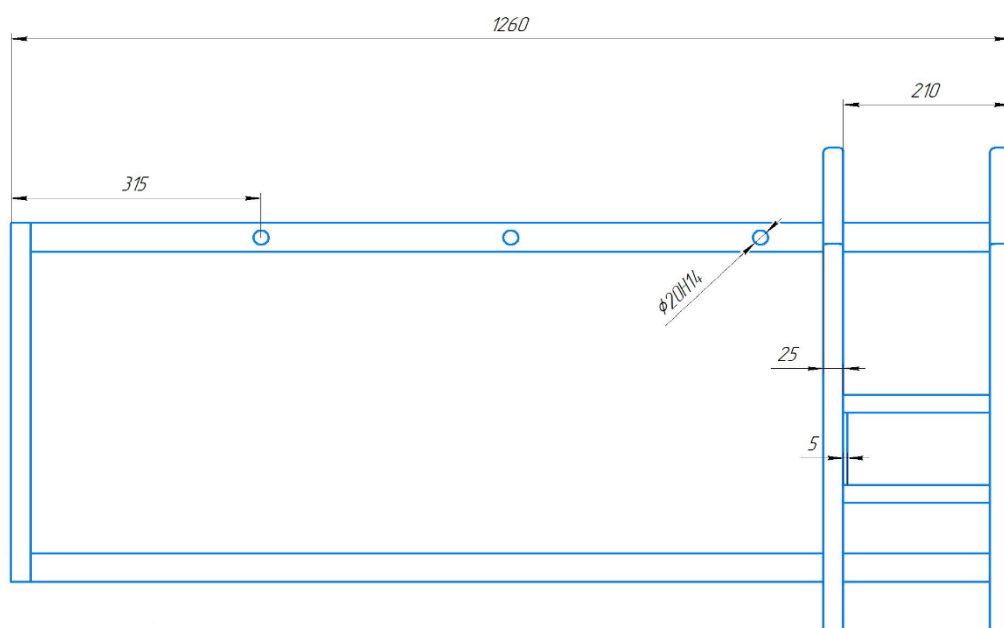


Рис. 2.14 Общий навесного оборудования в сборе (вид сзади)



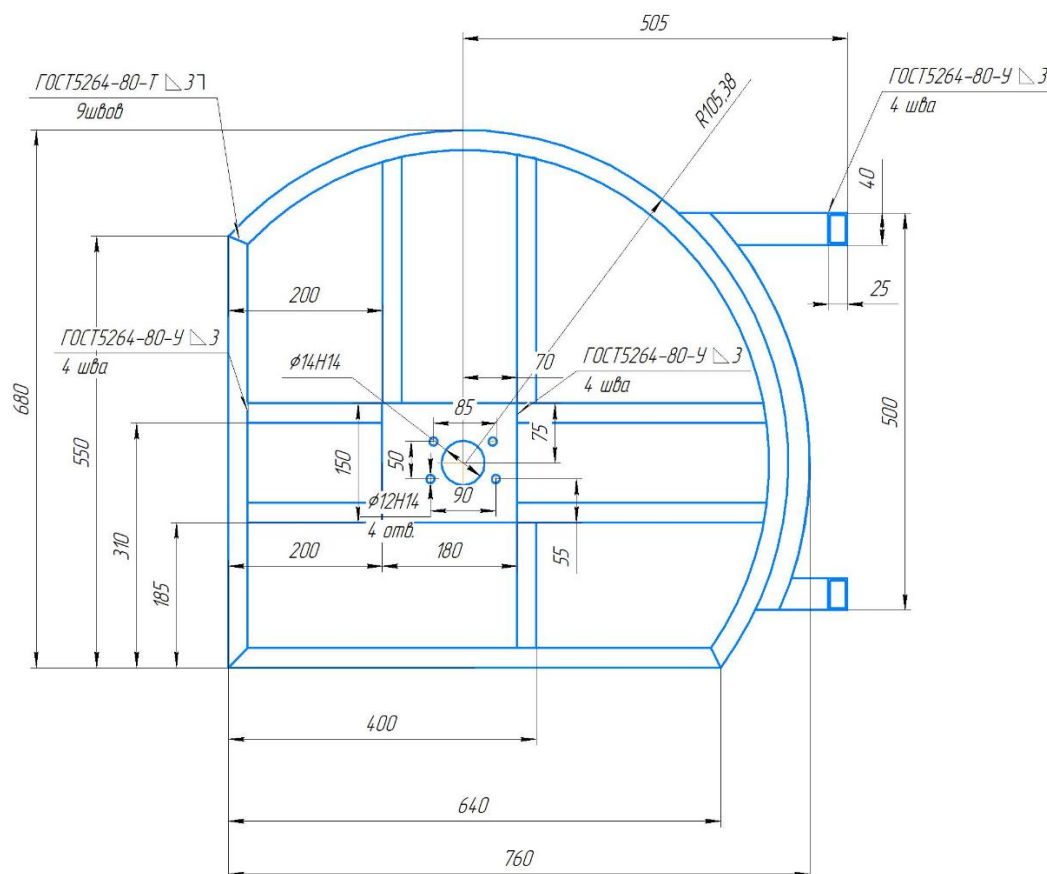


Рис. 2.15 Сварная рама

Бункер крепится к верхней части рамы, посередине конструкции, чтобы подкормка высыпался точно на шнекоротор, и органично перешивался с кормом. Внутри бункера расположен шнек подачи корма, опирающийся на подшипники, к которому крепится шкив ременной передачи до источника питания.

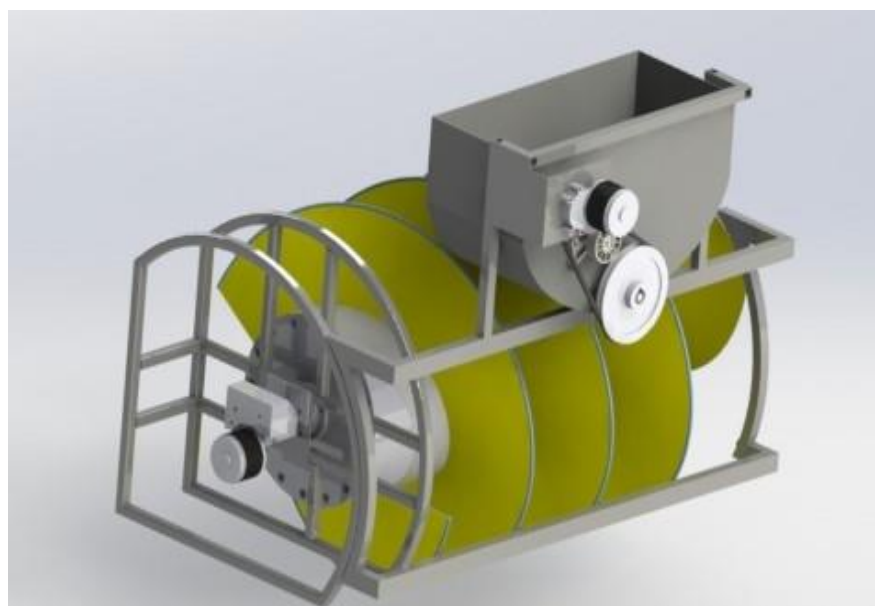
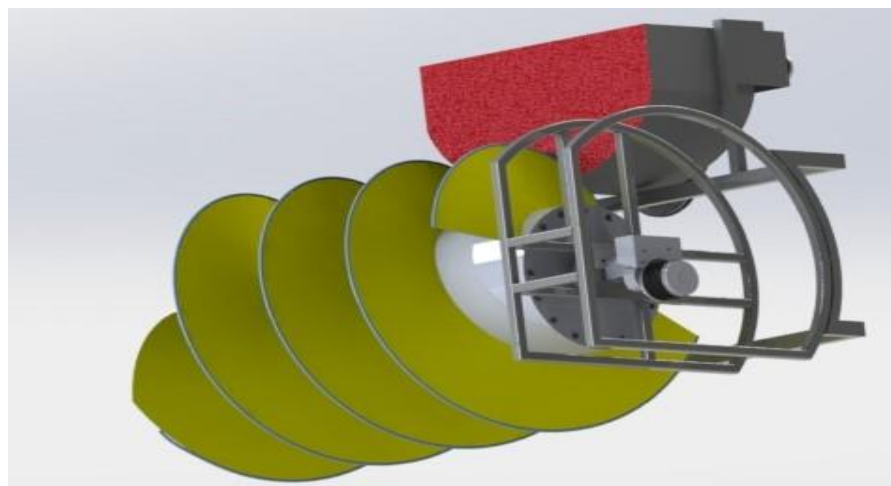


Рис. 2.16 Общий вид без крышки

Рис. 2.17 Кормоподающий шнек

Двузаходный шнекоротор-подталкиватель закреплен на раме ступицей питается через кулачковую муфту от мотор-редуктора.

3 Расчеты и технические характеристики

Скорость работа составляет 10м/мин, при перемешивании корма он должен высыпать кормовую добавку весом около 100 гр за 1 метр проезда, при плотности кормовой добавки 600-1300 кг / м³ ГОСТ 23513-79.

Бункер имеет объем 60л, масса кормовой добавки помещающейся в бункер составляет 36 кг

Требуемая частота вращения шнека для выталкивания необходимой массы из бункера составляет 86 об/мин.

Шаг винта 60мм, 0.06м

Диаметр винта 100мм, 0.1м

Объемная производительность 0.1м³/час

Расчет ременной передачи кормосмесителя

Диаметр малого шкива (ведущего) - 60мм

Передаточное число:

$$i = n_1/n_2 = 3.5 \quad (1);$$

Где n_1 - скорость вращения ведущего шкива;

n_2 - скорость вращения ведомого шкива

$$i = 300/86 = 3.5;$$

Расчетный диаметр большего шкива

$$d_2 = id_1 \quad (2);$$

Угол обхвата ремнем меньшего шкива

$$\alpha = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a}, \text{ при } \alpha > 110^\circ \quad (3);$$

$$\alpha = 180 - 57 \frac{200 - 60}{375} = 160^\circ$$

Диаметр большого шкива (ведомого) - 200мм

Линейная скорость ремня v :

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} = \frac{\pi d_2 n_2}{60000}, \text{ м/с (4);}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 300}{60000} = \frac{\pi \cdot 200 \cdot 86}{60000} = 1, \text{ м/с;}$$

Межцентровое расстояние определяется конструктивными особенностями привода. Рекомендуемое межцентровое расстояние вычисляют по формуле:

$$0,7(d_1 + d_2) < a < 2(d_1 + d_2) \text{ (5);}$$

Межцентровое расстояние - 375мм

В зависимости от выбранного межцентрового расстояния расчетную длину ремня L_p (в мм) вычисляем по формуле:

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{\pi \gamma}{180}(d_2 - d_1) \text{ (6)}$$

Где γ - угол, равный $(90^\circ - a/2)$, град.

Вычисленную расчетную длину округляем до ближайшей стандартной расчетной длины ремня в соответствии с ГОСТ 1284.1

Длина ремня - 1180 мм

Также в программе компас-3д, был произведен расчет шнека для бункера кормораздатчика, и развертка пера.

Развертка пера шнека

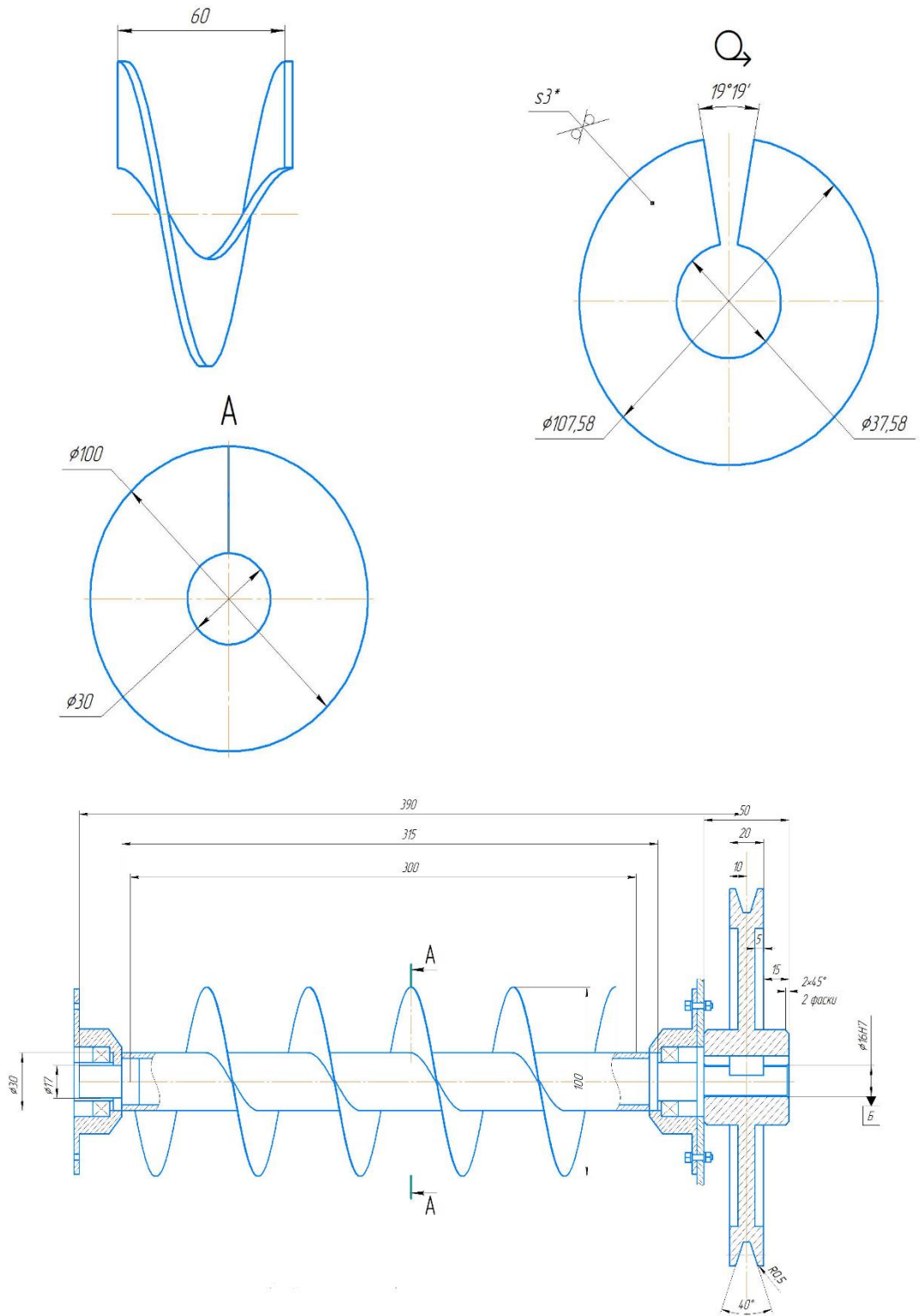


Рис. 3.1 Чертеж шнека кормораздатчика

Расчет двузаходного кормоподающего шнекоротора

Длина наружной винтовой линии витка шнека по теореме Пифагора:

$$L = ((\pi \cdot d)^2 + t^2)^{0.5} \quad (7);$$
$$L = ((\pi \cdot 775)^2 + 500^2)^{0.5} = 2500$$

Аналогично длина внутренней винтовой линии витка шнека:

$$L = ((\pi \cdot d)^2 + t^2)^{0.5} \quad (8);$$
$$L = ((\pi \cdot 400)^2 + 500^2)^{0.5} = 1350$$

Высота витка шнека:

$$a = (D - d) / 2 \quad (9);$$
$$a = (775 - 400) / 2 = 187,5$$

Ширина кольцевого сектора заготовки должна быть равна высоте витка шнека:

$$a = (D - d) / 2 \quad (10);$$
$$a = (775 - 400) / 2 = 187,5$$

4 Концепция стартап-проекта

Цель данного проекта заключается в создании предприятия, производящего автоматизированные роботы-толкатели кормов для животноводческих ферм.

4.1 Продукт как результат научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Подталкивание кормовой смеси к краю кормового стола – операция, обеспечивающая максимальную доступность кормовой смеси для животных.

Автоматизация данного процесса позволяет повысить продуктивность вследствие стимулирования животных к поеданию корма, обеспечить равномерное качество кормовой смеси, снизить трудоемкость операции подталкивания кормов, уменьшить потери кормовой смеси.

Предлагаемый продукт представляет собой устройство, позволяющее осуществлять операции подталкивания, ворошения и внесения добавок в кормовую смесь в автономном режиме. После обслуживания кормового стола на одном пролете, робот совершает переезд на следующий пролет и обслуживает новый кормовой стол. При завершении цикла обслуживания всех кормовых столов, робот-толкатель возвращается на исходную точку, которая является станцией для зарядки аккумуляторов.

Разрабатываемое устройство сможет решать следующие задачи:

- 1) Оптимальная производительность в течение суток. Так как подталкивать работает круглосуточно, у животных всегда будет в достатке, кормовая смесь;
- 2) Стабильное качество производимой работы вследствие исключения человеческого фактора;
- 3) Внесение добавок в кормовую смесь. Данное устройство оснащено бункером для сыпучих продуктов;
- 4) Освежение кормовой смеси методом ворошения. Робот-толкатель оснащен вращающимся от электродвигателя шнекоротором, позволяющим перемешивать кормовую массу и разбивать комочки освежая запахи до животных;
- 5) Уменьшение потерь кормовой смеси. Кормовая смесь расходуется более эффективно;
- 6) Увеличенная производительность относительно аналогов. Так как данный робот снабжен качающейся колесной балкой, он обладает улучшенными ходовыми характеристиками, которые позволяют

перемещаться между пролетами с животными и обслуживать несколько кормовых столов.

4.2 Способы защиты интеллектуальной собственности

Защита интеллектуальной собственности будет осуществляться путём подачи заявок в Федеральную службу по интеллектуальной собственности на создание патентов на промышленный образец и на полезную модель. Срок действия авторских прав для полезных моделей составляет 10 лет, а для промышленных образцов - 5. Также для работы робота будет создана управляющая программа, на которую будет подана заявка на свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Авторское право на программу для ЭВМ действует в течение всей жизни автора и 50 лет после его смерти.

4.3 Объем и емкость рынка

В конце 2020 г., по оценке Всемирной ассоциации робототехники (International Federation of Robotics, IFR), объем рынка достиг 16,5 млрд долл. Продажи промышленных роботов в 2019 г. сократились в количественном выражении на 12 % по отношению к 2018 г., с 422 до 373 тыс. единиц. При этом суммарное количество роботов, находящихся в эксплуатации, составило 2,7 млн единиц (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Количество промышленных роботов в мире.

Аналитики прогнозируют, что уже к 2025 г. примерно четверть всех операций будет выполняться роботами. Объем мировых расходов на робототехнику уже через три года прогнозируется в объеме 250 млрд долл., а ежегодный среднегодовой темп роста отрасли составит 12...14 %. При этом объем рынка будет оцениваться в районе 35 млрд долл. Только с 2020 по 2022 г. будет установлено около 2 млн новых роботов[1].

Сельское хозяйство, в отличие от других отраслей экономики, во время пандемии продолжило функционировать так как было признано стратегически важной для государства отраслью. Кроме того, объемы производства сельскохозяйственной продукции были увеличены по причине прекращения импорта в страну, что сказалось на потребностях АПК в дополнительном технологическом вооружении. Помимо увеличившегося спроса на продукцию сельхозмашиностроения прекратились его поставки из-за рубежа, что способствовало появлению дефицита на рынке сельскохозяйственных роботов.

После снятия ограничений рост сельхозмашиностроения продолжил расти как внутреннем, так и на внешнем рынке. Многие зарубежные производители сельскохозяйственной техники в период пандемии приостановили своё производство, вследствие чего создавался дефицит на внешнем рынке, который позволил отечественным производителям увеличить экспорт своей продукции. Помимо этого, на фоне пандемии начал снижаться курс рубля, что побудило отечественный АПК всё чаще отказываться от продукции иностранного производства в пользу отечественного продукта. Также во времена ограничений, наряду с прекращением ввоза новых импортных машин, был прекращен ввоз и запасных частей, что также стало влиять на выбор производителя.

Рынок промышленных роботов в России вырос с 1,92 млрд руб. в 2018 г. до 2,92 млрд руб. в 2021 г., что свидетельствует о ежегодном приросте

выручки в размере 21-22%. Количество людей, занятых в отрасли автоматизации сельского хозяйства за 2019-2020 гг. выросло на 29% [2].

В 2022 г. ограничения на ввоз иностранной техники возобновлены, что способствует дефициту продукции на российском рынке по причине недостатка предложения отечественными компаниями (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Доля отечественного производства на рынке сельскохозяйственной техники.

4.4 Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт

Агропромышленный комплекс является важным сектором российской экономики, в котором производятся жизненно важные для общества продукты и сосредоточен огромный экономический потенциал. Доля агропромышленного комплекса в российском ВВП достигает 4,5%. Развитие сельского хозяйства определяет уровень продовольственной безопасности государства и социально-экономическую обстановку в обществе.

Рост производства сельскохозяйственной продукции обусловлен введением в отрасль автоматизированных систем, обладающих искусственным интеллектом.

По данным сельскохозяйственной микропереписи 2021 года количество фермерских хозяйств уменьшилось на 25% - с 136,7 до 102,4 тыс. Однако общая площадь сельскохозяйственных угодий в среднем на один объект переписи увеличилась на 101,5% - с 226,5 до 456,3 га (рисунок 4.3). Следовательно, общая площадь сельскохозяйственных угодий фермерских хозяйств выросла на 42,1%.

Количество сельскохозяйственных организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства увеличилось на 26,3% - с 7,6 до 9,6 тыс. Общая площадь сельскохозяйственных угодий в среднем на один объект переписи увеличилась на 8% - с 5885,1 до 6353,4 га (рисунок 4.3). Следовательно, общая площадь сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственных организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства выросла на 36,4% [3].



1.1. ЧИСЛО ОБЪЕКТОВ И ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В РАСЧЕТЕ НА ОДИН ОБЪЕКТ ПЕРЕПИСИ ПО КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПЕРЕПИСЕЙ 2016 И 2021 ГГ.

	Число объектов переписи, тыс. единиц		Общая площадь сельскохозяйственных угодий в среднем на один объект переписи, га	
	ВСХП-2016	СХМП-2021	ВСХП-2016	СХМП-2021
Сельскохозяйственные организации — всего	36,0	34,4	2 501,8	3 408,9
из них:				
сельскохозяйственные организации, не относящиеся к субъектам малого предпринимательства	7,6	9,6	5 885,1	6 353,4
малые сельскохозяйственные предприятия	24,3	20,9	1 790,7	2 400,1
в том числе:				
малые предприятия (без микропредприятий)	7,1	6,5	3 786,4	4 123,3
микропредприятия	17,2	14,4	964,7	1 380,2
Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели — всего	174,8	123,2	226,5	456,3
в том числе:				
крестьянские (фермерские) хозяйства	136,7	102,4	256,3	476,8
индивидуальные предприниматели	38,0	20,8	119,1	306,6
Личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан	23 496,9	16 626,7 ¹⁾	0,5	0,6 ¹⁾
Некоммерческие товарищества — всего	75,9	72,2	15,2	15,4 ²⁾
в том числе:				
садоводческие	67,3	66,2	15,1	15,5
огороднические	2,8	1,7	10,1	9,5
дачные и др.	5,8	4,3	18,7	15,8

¹⁾ Информация приведена по обследованным объектам.
²⁾ Общая площадь земли в среднем на один объект.

Рисунок 4.3 — Сравнительные показатели сельскохозяйственной микропереписи 2021 года

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что происходит укрупнение фермерских хозяйств и сельскохозяйственных

организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства.

4.5 Себестоимость продукта

Себестоимость продукта складывается из таких составляющих как:

- затраты на приобретение комплектующих;
- услуги сторонних организаций;
- затраты на заработную плату рабочих;
- отчисления на социальные нужды по заработной плате рабочих
- амортизационные отчисления;
- аренда и содержание производственного помещения.

4.5.1 Затраты на комплектующие

Одной из статей расходов являются затраты на покупку комплектующих. Стоимость комплектующих определяем по фактическим ценам, результаты сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1Стоимость комплектующих

№	Наименование	Норма шт.(метры)	Цена, руб./шт.	Сумма, руб.
1	Аккумулятор гелевый	3	11000	33000
2	Электродвигатель для вращения шнекоротора	1	2100	2100
3	Мотор-колеса	2	7100	11400
4	Колесо поворотное	1	400	400
5	Труба профильная 25*25 мм	8	163	1304
6	Пульт	1	3500	3500
7	Набор электронных компонентов	1	5000	5000
8	Автоматический выключатель	2	150	300
9	Металл листовой 2мм	7	1300	9100
10	Покраска	1	3500	3500

11	Электродвигатель для бункера	1	4000	4000
12	Набор парктроников	8	300	2400
13	Розетка с преобразователем питания	1	366	366
14	Пруток стальной	8	130	1040

Продолжение таблицы 4.1

15	Набор беспроводных видео-передатчиков	1	500	500
16	Силовая электроника	3	300	900
17	Шкаф электрический	1	600	600
18	Метизы	-	1000	1000
19	Червячный редуктор	2	2700	5400
20	Подшипник 6008 (108)	2	640	1280
21	Ступица ВАЗ 2108	1	2300	2300
22	Муфта кулачковая	1	937	937
23	Шаговый двигатель	2	2630	5260
24	Труба профильная 40*25 мм	15	237	3555
25	Пост кнопочный	1	300	300
26	Сайлентблок ВАЗ 2108	2	145	290
27	Уголок металлический 25*25 мм	7	101	707
28	Колесо неповоротное	1	140	140
29	Пластик АБС листовой	8	800	6400
30	Датчик металла	2	750	1500
31	Итого			111279

Так как сварочные работы будут производиться на стороннем предприятии, необходимо учесть стоимость их услуг. Стоимость работ будет равна стоимости материалов, тогда затраты составят 19206 руб.

4.5.2 Затраты на заработную плату

Для производства продукции необходим штат сотрудников в который входят инженер-конструктор, инженер-электроник, программист и слесарь-сборщик. Размер заработной платы работников назначим равной средней

заработной плате соответствующей отрасли труда и сведем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Затраты на заработную плату на единицу продукции

Сотрудник	Оклад, руб.
Инженер-электроник	110000
Программист	110000
Инженер-конструктор	90000
Слесарь-сборщик	65000
Итого	375000

Для единицы продукции затраты на оплату труда работникам составляют деление годового фонда оплаты труда на годовую программу выпуска продукции.

$$N = 375000 \cdot 12/50 = 90000 \text{ руб.} \quad (1)$$

4.5.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате рабочих

Помимо выплаты заработной платы рабочим необходимо осуществлять обязательные социальные отчисления такие как обязательное пенсионное страхование, обязательное медицинское страхование, обязательное социальное страхование.

Таблица 4.3 – Затраты на социальные отчисления на единицу продукции

Годовой фонд заработной платы, руб.	Страховой взнос	Тариф, %	Величина взносов, руб.
4500000	ОПС	22	990000
	ОСС	2,9	130500

	ОМС	5,1	229500
Итого, руб.	1350000		
Итого на единицу продукции, руб.	27000		

4.5.4 Прочие затраты

К прочим затратам для создания данного продукта относятся расходы на ремонт оборудования, аренду и содержание помещения, накладные расходы. Стоимость прочих затрат оценим как 25% от количества затрат на комплектующие, тогда прочие затраты оцениваются в 27819 руб.

4.5.5 Себестоимость продукта

Расчет себестоимости продукта по элементам затрат отражен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Себестоимость продукта

Элементы затрат	Стоимость, руб.
1. Затраты на комплектующие	111279
2. Оплата труда	90000
3. Страховые взносы во внебюджетные фонды	27000
4. Прочие расходы	27819
5. Сварочные работы	19206
ИТОГО	275304

Таким образом, примерная себестоимость продукта оценивается в 275 тыс. руб.

4.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта и сравнение технико-экономических характеристик продукта с аналогами

С учетом выявленных недостатков аналогов мы предлагаем вариант конструкции робота-толкателя с повышенными ходовыми характеристиками. Мобильность осуществляется за счет возможности подъема шнекоротора при переезде между кормовыми столами. Также преимущество перед другими производителями будет за счет применения более совершенной системы позиционирования робота.

Можно выделить следующие конкурентные преимущества разрабатываемого продукта:

1. Увеличение времени непрерывной работы. Время непрерывной работы предлагаемого продукта составляет 60 мин., а у аналогов – 30 мин.

2. Повышенная производительность. Данный робот сможет обслуживать до трех пролетов с животными, тогда как другие могут обслуживать только один пролет.

3. Ворошение кормовой массы. Роботы-толкатели по принципу действия подразделяются на два класса: сталкивающие вращающимся цилиндром и смещающие активным шнекоротором. Второй вариант более предпочтителен так как вместе со смещением происходит ворошение кормовой массы и обновление запахов привлекающих животных.

4. Улучшенная система позиционирования. Аналоги оснащаются ультразвуковыми, индуктивными датчиками и радиомаяками. Новый продукт помимо данных систем будет обладать системой распознавания графических образов.

4.7 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Основным потребителем роботов-толкателей являются средние и крупные фермерские хозяйства, специализирующиеся на КРС, а также небольшие крестьянские фермерские хозяйства.

Основным риском для реализации проекта является невысокая вероятность доведения проекта до стадии испытания, а также выход в продажу конкурента с аналогичными характеристиками.

4.8 Бизнес-модель проекта

В качестве бизнес-модели была составлена модель Остервальдера, представленная в приложении А.

4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Для составления стратегии продвижения необходимо определить сильных и слабых сторон проекта, возможные угрозы для реализации, которые появились или могут появиться в его внешней среде. Для этого воспользуемся методом стратегического планирования – SWOT-анализом (таблица 4.5).

Таблица 4.6 – Матрица SWOT

Сильные стороны (S): 1. Высокие ходовые характеристики; 2. Высокая эффективность капиталовложений для покупателя при использовании на нескольких пролетах; 3. Увеличенное время работы на одном цикле заряда; 4. Улучшенная система позиционирования.	Слабые стороны (W): 1. Низкая вероятность доведения проекта до стадии испытания; 2. Недоверие клиента к новому производителю; 3. Небольшой производственный опыт у команды проекта.
Возможности (O): 1. Получение обратной связи от покупателей; 2. Разработка навесных устройств к продукту; 3. Развитие навыков команды продукта; 4. Появление спроса на последующие продукты.	Угрозы (T): 1. Не востребованность новой продукции на рынке; 2. Отказ от государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий; 3. Появление аналога со схожими характеристиками.

Продвижение продукта будет производиться в два основных этапа.

Первый этап рассчитан на использование стратегии «business to consumer» при отсутствии опытного образца и связей среди потенциальных потребителей:

– Поиск заинтересованных покупателей;

- Нахождение посредников для продажи;
- Участие в конференциях и выставках;
- Публикация научных работ;
- Тестирование на эксплуатационных участках.

Второй этап рассчитан на использование стратегии «business to business» при появлении опытного образца и связей среди потенциальных потребителей:

- Продажа готового оборудования покупателям;
- Привлечение новых покупателей;
- Контроль качества создаваемого продукта;
- Предоставление скидок, отсрочек оплаты;
- Сервисное обслуживание оборудования;
- Обучение персонала.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела «Концепция стартап-проекта» были изучены объем и емкость рынка промышленных роботов в России и в мире, рассмотрено современное состояние и перспективы развития отрасли сельского хозяйства, рассчитана себестоимость продукта, определены преимущества перед аналогичной продукцией, составлены бизнес-модель и матрица SWOT-анализа, разработан план продвижения продукта на рынок.

5 Социальная ответственность

Целью данного раздела является показать безопасность и экологичность предлагаемой конструкции робота-толкателя кормов.

Так как изделие находится на этапе проектирования, то выявить проявления вредных и опасных факторов не представляется возможным. Но можно сформулировать требования безопасности.

5.1 Описание рабочего места в лаборатории ЮТИ ТПУ

Объектом исследования является рабочее место конструкторов робота-толкателя, которое расположено в учебном корпусе института . Основные параметры помещения: длина помещения $a = 8$ м, ширина помещения $b = 6$ м, высота помещения $h = 3$ м. Потолок бетонный, стены – бетонные с окнами. Конструктор выполняет работы, связанные с разработкой и проектированием конструкции, а также монтаж электронных блоков управления. На рабочем месте имеется:

- электронное оборудование для моделирования частей конструкции, а также для программирования управления.
- оборудование для монтажа, сборки и регулировки механических и электрических частей разрабатываемых механизмов. (паяльные станции, верстак, тиски, сверлильный станок.

В лаборатории используется общая система освещения, это естественное освещение (создаваемое прямыми солнечными лучами) и искусственное освещение лампами накаливания.

В лаборатории используется естественная вентиляция (неорганизованная), поступление и удаление воздуха происходит через окна, форточки.

Вредными факторами на рабочем месте конструктора могут стать:

- недостаточная освещенность;
- ненормативные параметры микроклимата;

В качестве возможных опасных факторов можно выделить:

- механические опасности;
- опасность поражения электрическим током;
- пожарную опасность.

5.2 Анализ опасных факторов при эксплуатации агрегата

Автоматизированный робот-толкатель должен обеспечивать все необходимые требования безопасности при эксплуатации.

5.2.1 Безопасность механического оборудования

Агрегат должен обеспечивать требования безопасности при эксплуатации и ремонте, монтажных работах, транспортировании и хранении. Данный вид безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.001-2013, ГОСТ12.2.003-9 и ГОСТ12.0.003-2015 обеспечивается:

- выбором принципов действия, конструктивных схем, безопасных элементов конструкции и т. п.;
- компоновкой конструкции из безопасных материалов и веществ;
- применением в конструкции средств автоматизации, механизации и дистанционного управления;
- выбором безопасных органов управления;
- применением в конструкции средств защиты;
- соблюдением требований безопасности при эксплуатации и ремонте, монтажных работах, транспортировании и хранении.

- профессиональным отбором и обучением работников;
- выбором конструкции оборудования и электрооборудования с учетом пожарной безопасности;
- включением требований безопасности в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению;
- контролем за соблюдением требований безопасности, правил эксплуатации и трудового законодательства по охране труда рабочими.

В данном проекте разработаны меры по обеспечению безопасной эксплуатации робота-толкателя в течение всего срока эксплуатации.

При эксплуатации и в условиях, установленных эксплуатационной и ремонтной документацией по ГОСТ 2.601-2019 и ГОСТ 2.602-2013, не должно создавать опасности в чрезвычайных ситуациях в результате воздействия негативных факторов, которые имеют место при чрезвычайных ситуациях. Такими факторами являются: электробезопасность, изолированность рабочих механизмов, безопасность во время движения робота при нахождении людей на маршруте движения робота, и т.п.. Предполагается, что робот будет работать в условиях животноводческой фермы, как в закрытых помещениях, так и на открытых пространствах.

5.2.2 Безопасность элементов

Элементами конструкции агрегата являются электроприводы, которые соответствуют требованиям по электробезопасности ГОСТ 12.1.019-2017:

- электропривод обеспечивает безопасность рабочих при вводе в эксплуатацию и, непосредственно, эксплуатации, как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований, предусмотренных эксплуатационной документацией;
- материалы электропривода не окажут опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных

условиях эксплуатации, а также не создадут пожаро-взрывоопасных ситуаций, т.к. выбраны материалы с классом опасности 4 и не пожаровзрывоопасны;

- для устранения опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу и к другим не токоведущим частям электроустановки, оказавшимся под напряжением, применяется защитное зануление. Доступные металлические части оборудования, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции, должны быть надежно электрически соединены короткими проводниками с заземляющим проводом;

- конструкция электропривода и его отдельных частей исключает возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения при всех предусмотренных условиях эксплуатации и монтажа (демонтажа), т.к. спроектированные сочленяемые узлы и детали предполагается выполнить с достаточным запасом прочности;

- элементы конструкции электропривода не имеют острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями, представляющих опасность травмирования работающих;

- конструкция электропривода исключает самопроизвольное ослабление или разъединение креплений сборочных единиц и деталей, за счёт надёжного крепления;

- проведение измерения физических величин при помощи ручных измерительных инструментов разрешается только при обеспечении мер, исключающих возможность контакта, работающего с токоведущими частями.

5.3 Анализ вредных факторов проектируемого изделия

Безопасность работа обеспечивается использованием в конструкции безопасных материалов и веществ. Согласно требованиям, ГОСТ 12.3.002-2014:

- материалы конструкции МК не оказывают вредного действия на работающих. При использовании материалов, которые могут оказывать вредное воздействие, предусмотрены соответствующие средства защиты работающих;

- использование новых веществ и материалов разрешено только после утверждения в установленном порядке соответствующих гигиенических нормативов.

Таблица 12. Материалы, входящие в конструкцию оборудования.

Наименование материалов	Класс опасности
Каркас установки из металла	5
Электрические силовые и контрольные кабели	10
Пластиковые части обшивки робота-толкателя	8

Все вещества и материалы прошли гигиеническую проверку и поверку на пожароопасности. Материалы конструкции оборудования не оказывают опасного и вредного воздействия на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также не создают пожаро-взрывоопасные ситуации.

5.3.1 Механизация и автоматизация технологических операций

Для того, чтобы оператор не имел прямого контакта с роботом во время работы используется модуль для дистанционного управления. Это позволяет избежать травм, которые могут появиться при ручном управлении.

5.3.2 Безопасность органов управления

Включение будет осуществляться при помощи автоматического выключателя, находящегося на задней панели робота-толкателя кормов.

Для обеспечения дополнительной безопасности на работе предусмотрена автоматическая остановка при разрыве сигнала управления, то есть при потере сигнала управления подача тока на токоведущие части будет приостановлена.

5.3.3 Безопасность средств защиты, входящих в конструкцию

Средства защиты обеспечивают безопасность при эксплуатации устройства и сконструированы с учетом требований ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 12.2.061-81:

- средства защиты выполняют свое назначение непрерывно в процессе функционирования электропривода или при возникновении опасной ситуации;
- конструкция и расположение средств защиты не ограничивает технологические возможности оборудования, и обеспечивают удобство эксплуатации и технического обслуживания.

К самостоятельной работе оператора робота-толкателя допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие предварительный (при поступлении на работу) и периодический (в течение трудовой деятельности) медицинский осмотр, обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке.

Оператор робота-толкателя обязан проходить повторный инструктаж на рабочем месте не реже 1 раза в 6 месяцев, проверку знаний требований охраны труда не реже 1 раза в 12 месяцев. Оператор робота-толкателя обязан соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда и пожарной безопасности, уметь пользоваться первичными средствами

пожаротушения, не загромождать доступ к противопожарному инвентарю, гидрантам и запасным выходам, применять средства индивидуальной защиты.

Для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий работники обязаны использовать предоставляемые работодателями бесплатно спецодежду, спецобувь, выдаваемые по нормам:

- костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий – 1 шт.;
- перчатки с полимерным или точечным покрытием – 6 пар;
- очки защитные – до износа.

Спецодежда должна содержаться в исправном состоянии, при выполнении работ должна быть застегнута. В карманах не должно быть колющих и режущих предметов. К работе не допускаются работники находящиеся в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном потреблением наркотических средств, психотропных, токсических или других одурманивающих веществ. Прием пищи проводится в специально отведенных помещениях, на рабочем месте принимать пищу запрещено. Курение разрешается только в местах, специально отведенных для курения, обозначенных знаком «Место курения». Работники обязаны немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя работ о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о появлении острого профессионального заболевания (отравления).

Таблица 13. Средства защиты, предусмотренные в роботе-толкателе.

Вил. тип средств	Назначение	Способ крепления	Материалы для изготовления
Кнопка отключения	Для отключения от источника питания в случае внештатной ситуации	Крепится к каркасу	Пластик
Программное отключение робота	Для отключения робота при возникновении ЧС		
Спецодежда	Для исключения воздействия на работника электрического тока		
Резиновые перчатки	Для исключения воздействия на работника электрического тока		Резина

5.3.4 Безопасность при монтажных и ремонтных работах

Безопасность при монтажных и ремонтных работах обеспечивается средствами защиты, инструментами и приспособлениями, которые удовлетворяют требованиям соответствующих государственных стандартов.

Средства защиты, инструменты и приспособления подвергаются осмотру и испытаниям. К обслуживанию изделия допускаются лица, прошедшие специальный инструктаж и изучившие данное техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

При монтаже и эксплуатации должны соблюдаться:

- правила устройства электроустановок;
- правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

- правила технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

5.3.5 Безопасность при транспортировке и хранении

Масса робота-толкателя вместе с установленными аккумуляторами, шнелеротором и бункером составляет примерно 350 кг, можно снять навесное оборудование и транспортировать все отдельно, тогда вес платформы будет составлять 150 кг. В процессе монтажа, транспортировки, хранения и ремонта на производственном оборудовании необходимо использовать такое грузоподъемное оборудование как кран-балки, краны-укосины и т. д.

Конструкция агрегата обеспечивает возможность надёжного закрепления его составных частей на транспортном средстве или в упаковочной таре. Помещение для хранения должно быть сухим и не пыльным, в помещении не должно быть сильных электромагнитных установок.

5.3.6 Безопасность при размещении оператора робота-толкателя

Согласно требованиям, ГОСТ 12.3.002-2014, ГОСТ 12.3.003-86, ГОСТ 12.3.061-81, СНиП 31-01-03:

- производственные площадки, на которых выполняются работы, соответствуют требованиям действующих норм и правил, утвержденных органами государственного надзора;

- организация рабочих мест оператора ПК отвечает требованиям безопасности с учетом эргономических требований, устанавливаемых в государственных стандартах на конкретные производственные процессы, производственное оборудование и рабочие места.

5.3.7 Требования безопасности к обслуживающему персоналу

К обслуживанию и управлению роботом-толкателем допускаются лица:

- имеющие профессиональную подготовку в высших или среднетехнических заведениях;
- прошедшие инструктаж, обучение и проверку знаний по охране труда;
- не имеющие медицинских противопоказаний.

5.3.8 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность оборудования должна быть обеспечена в соответствии с требованиями настоящих стандартов, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.018-93, ГОСТ 12.2.007.0-75, ПУЭ 5.3, ПТЭ, и ПТБ, СНиП 3.05.06, СНиП 3.05.07 [1].

С учётом этих показателей выбран тип исполнения, вид взрывозащиты электрооборудования и степень его защиты от пыли и влаги. Для обеспечения пожарной безопасности объекта, где предполагается использовать агрегат необходимо использовать мероприятия пожарной профилактики:

- организационные (инструктаж персонала и т.п.);
- режимные (курение в специальных местах);
- эксплуатационные (профилактические осмотры).

5.4 Экологическая безопасность исходных материалов

Одним из экологических показателей является экологическая безопасность исходных материалов и веществ, входящих в конструкцию

оборудования. При изготовлении и эксплуатации агрегата выполнены все нормативные природоохранные требования.

Выводы: 1) в проекте разработан комплекс организационных, технических и других мероприятий, направленных на обеспечение безопасности труда; 2) внедрение разработанного и сконструированного робота и мероприятий с соблюдением требований ГОСТ, СНиП позволит считать данный проект относительно безопасным и экологичным.

5.4.1 Охрана окружающей среды

В конструкции робота-толкателя применены безопасные и экологичные в соответствии со стандартами ССБТ и охраны окружающей среды, сертифицированные материалы и вещества.

5.5 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

При возникновении ЧС необходимо:

- 1) Отключить электропитание установки;
- 2) Выполнить предписание должностных инструкций разработанных на рабочем месте;
- 3) Покинуть участок выполнения работ и поступить в распоряжение начальника ГО и ЧС.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Контроль за выполнением требований безопасности при эксплуатации агрегата возлагается на должностные лица в соответствии с правовыми и нормативными документами по созданию безопасности и нормальных условий труда.

Разработанный агрегат должен соответствовать основным требованиям безопасности машин и оборудования «Технического регламента Таможенного союза» (ТР ТС 010/2011), а также дополнительным требованиям безопасности для сельскохозяйственных и других самоходных мобильных машин настоящего регламента.

5.7 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

В результате проведенного анализа опасных и вредных производственных факторов можно сделать вывод, что для исследуемого рабочего места большинство факторов, потенциально представляющих опасность для здоровья сотрудников, соответствуют нормативным значениям. В ходе проведения исследования рабочих мест было проанализировано влияние вредных и опасных факторов, которые были разделены на следующие группы:- соответствующие нормам: уровень шума и вибрации, пожарная опасность, параметры микроклимата, загазованность и запыленность рабочей зоны;- несоответствующие нормам и требующие принятия мер со стороны администрации для снижения вредного воздействия этих факторов – освещение.

Данные меры будут способствовать эффективной работоспособности, сохранять жизнь, обеспечивать безопасность работников организации и беречь имущество от повреждения.

Список использованной литературы

1. <https://ferma.expert/jivotnie/krs/oborudovanie/kormorazdatchiki-dlya-ferm-krs/>
2. <https://tractorreview.ru/navesnoe-i-pricepnoe-oborudovanie/kormorazdatchiki/kormorazdatchik-ks-1-5-2.html#3>
3. <https://agroserver.ru/kormorazdatchiki/>
4. <https://mehanik-ua.ru/remont-mashin-i-oborudovaniya/337-razdachi-kormov-i-udaleniya-navoza.html>
5. Карсунцева О. В. Долгосрочные глобальные тренды как драйверы инновационного развития мирового рынка промышленной робототехники // Бизнес. Образование. Право. 2021. No 3 (56). С. 40—47. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.56.373.
6. Никонец, О.Е. Рынок робототехники в сельском хозяйстве в условиях пандемии COVID-19: вызовы и возможности / О. Е. Никонец, Т. А. Мандрик // Вестник НГИЭИ. — 2022. — № 2. — С. 118-136. — ISSN 2227-9407.— Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/317531> (дата обращения: 14.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Росстат – Сельскохозяйственная микроперепись 2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/75792> – Загл. с экрана. (Дата обращения 10.05.22).
8. ФЗ №69 «О пожарной безопасности» / Главное управление МЧС России, 1994

Приложение А

(Справочное)

Бизнес-модель Остервальдера

Ключевые партнеры – ООО «ЮРГИНСКАЯ ПРОМВЕНТИЛЯЦИЯ»; – ООО«Юрга. Технологии.Инновации» – ООО «МолСиб»	Ключевые виды деятельности – Производство продукта; – Продажа продукта; – Сервисное обслуживание продукта.	Ценностные предложения – Выгодность (экономит финансы покупателя); – Возможность приобретения (аналогичная продукция не реализуется на территории России).	Взаимоотношения с клиентами – Поддержка обратной связи с клиентами; – Гибкие условия сотрудничества.	Потребительские сегменты – Крупные и средние фермерские хозяйства на территории России.
	Ключевые ресурсы – Материальные (производственное оборудование), – Интеллектуальные (запатентованные технология и промышленный образец); – Команда проекта (сотрудники).		Каналы сбыта – Прямые поставки; – Продажи через дистрибьюторов.	
Структура издержек – Закупка комплектующих; – Оплата труда и отчисления на социальные нужды работников; – Аренда и содержание помещения; – Амортизационные отчисления		Потоки поступления доходов – Реализация продукции; – Привлечение средств гранта; – Сервисное послепродажное обслуживание		

Формат	Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						