



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
ООП/ОПОП Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка мобильного робота-доставщика, функционирующего в естественных условиях города Томска

УДК 007.52:52-83-021.383

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е91	Мвила Ва Кунтобо Кен		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Беляев Александр Сергеевич			

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Поберезкина Екатерина Евгеньевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алена Владимировна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Киселев Александр Викторович	К.Т.Н.		

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)-6	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
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 представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК(У)-2	Владеет физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем
ОПК(У)-3	Владеет современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности
ОПК(У)-4	Готов собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать

Код компетенции	Наименование компетенции
	достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-5	Способен использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
ПК(У)-2	Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования
ПК(У)-3	Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий
ПК(У)-4	Способен осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск
ПК(У)-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
ПК(У)-6	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем
ПК(У)-7	Готов участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок
ПК(У)-8	Способен внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК(У)-9	Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем
ПК(У)-10	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-11	Способен производить расчёты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
ПК(У)-12	Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
ПК(У)-13	Готов участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен проводить проверку технического состояния оборудования, обоснование экономической эффективности внедрения проектируемых модулей и подсистем мехатронных и робототехнических устройств, настройку системы управления и обработки информации с использованием соответствующих инструментальных средств



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Е91	Мвила Ва Кунтобо Кен

Тема работы:

Разработка мобильного робота-доставщика, функционирующего в естественных условиях города Томска	
Утверждена приказом директора	11.04.2023 № 101-28/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	04.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(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.).</i></p>	<p>Объект исследования – мобильный робот-доставщик, функционирующий в естественных условиях города Томска.</p> <p>Разрабатываемый объект должен осуществлять доставку грузов массой не более 15 кг и преодолевать препятствия не выше 12 см.</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</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. Литературный обзор по тематике ВКР и поиск аналогов. 2. Аналитический обзор по мобильным роботам outdoor типа 3. Разработка 3д модель конструкции мобильного робота 4. Разработка структурная схема мобильного робота 5. Расчет двигателя мобильного робота 6. Подбор компонентов мобильного робота 7. Выбор конструкции 8. Расчет исполнительные элемента

	9. Разработка 3Д модели
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Структурные схемы 2. 3Д модель
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ООД ШБИП

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.04.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Беляев Александр Сергеевич			11.04.2023
Ассистент ОАР ИШИТР	Поберезкина Екатерина Евгеньевна			11.04.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E91	Мвила Ва Кунтобо Кен		11.04.2023

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Уровень образования Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Е91	Мвила Ва Кунтобо Кен

Тема работы:

Разработка мобильного робота-доставщика, функционирующего в естественных условиях города Томска
Срок сдачи обучающимся выполненной работы: 04.06.2023

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	<i>Основная часть ВКР</i>	60
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	20
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Беляев Александр Сергеевич			11.04.2023

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Поберезкина Екатерина Евгеньевна			11.04.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Киселев Александр Викторович	к.т.н.		11.04.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е91	Мвила Ва Кунтобо Кен		11.04.2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 92 с., 40 рис., 29 табл., 46 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: мобильный робот, робот-доставщик, робот outdoor-типа, робот высокого проходимости, робот курьера.

Объектом исследования является мобильный робот-доставщик, функционирующий в естественных условиях города Томска.

Цель работы – разработка платформа мобильного робота-доставщика.

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены разные типы существующих роботов доставщиков и разные конструкции роботов высокой проходимости. После обзора было принято решение использовать конструкцию робота высокой проходимости, разработанной американской компанией Nasa под названием Perseverance. Была спроектирована структурная схема, рассчитана мощность двигателя, подобраны компоненты мобильного робота и разработана 3D-модель мобильного робота.

В дальнейшем планируется продолжить работу по данной тематике с изменением системы управления мобильного робота, используя систему глобального позиционирования.

Выпускная квалификационная работа подготовлена в текстовом редакторе Microsoft word 2016, графический материал – в пакете flowchart Maker.

Содержание

Введение.....	11
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	13
1 Обзор аналогов.....	14
1.2 Обзор механики повышенной проходимости.....	19
2 Выбор конструкции.....	21
3 Расчет и выбор исполнительные элементы.....	24
3.1 Расчет двигателя.....	24
3.2 Выбор драйвера двигателя.....	30
3.3 Выбор микроконтроллера.....	31
3.4 Выбор серводвигателя.....	33
3.5 Выбор камеры.....	34
3.6 Выбор шагового двигателя.....	35
3.7 Выбор драйвера для шагового двигателя.....	36
3.8 Выбор пульт дистанционного управления.....	37
3.9 Выбор батареи.....	39
3.10 Выбор модуля понижения питания.....	41
4 Разработка 3D-модели.....	42
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	49
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	49
5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	55
5.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	56
5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	56
5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
5.4 Разработка графика проведения научного исследования.....	59
5.5 Бюджет научно-технического исследования.....	60
5.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования ...	60

5.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	61
5.5.3	Основная заработная плата исполнителей	61
5.5.4	Дополнительная заработная плата исполнителей	63
5.5.6	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	63
5.5.7	Накладные расходы	63
5.5.8	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	64
5.5.9	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования	65
6	Социальная ответственность	70
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
6.2	Производственная безопасность	72
6.2.1	Повышенный уровень шума	73
6.2.2	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	74
6.2.3	Нервно-психологические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	75
6.2.4	Статические перегрузки, связанные с рабочей позой.....	76
6.2.5	Умственное перенапряжение и перенапряжение анализаторов	76
6.2.6	Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	76
6.3	Экологическая безопасность.....	77
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	78
	Вывод по главе 6	80
	Заключение	81
	Список использованных источников	82
	Приложение А_(обязательное) Техническое задание на разработку	90

Введение

В последнее время роботизация захватывает все сферы человеческой жизни. На крупных предприятиях роботы используются для перемещения тяжелых посылок и для их расклада, в военной сфере, чтобы выслеживать противника. В сельском хозяйстве роботы используются для посева и сбора сельскохозяйственной продукции. Они также используются при исследовании почвы других планет, так, например, робот Perseverance, созданный компанией Nasa [1] который в настоящее время исследует земли Марса.

На сегодняшний день, доставка еды в городских условиях становится неотложной задачей. Многие компании приступили к разработке мобильных роботов, способных доставлять посылки из одной точки в другую. В США крупные компании, такие как Amazon, Starship, CargoPod и другие, уже разработали собственных мобильных роботов-доставщиков. В Европе, такие страны как Франция, также уже разработали несколько мобильных роботов типа курьера. Это робот Ez-Pro [2] крупной компанией Renault и робот TwinswHeel [3]. В Италии, в свою очередь, разработали робота-доставщика Гиту. Некоторые китайские компании также приступили к производству такого рода мобильных роботов-доставщиков, например, компания DJ.com разработала робота JD[4], а компания Segwa робота Loomo Go [5]. По сравнению с другими странами мира, в России работает только одна крупная компания с производством мобильных роботов типа доставщика. Так обстоит дело с компанией Яндекс.

Безусловно, большинство компаний разработали мобильных роботов, работающих в городских условиях. Основные трудности при разработке роботов доставки связаны с внедрением автономного управления, поскольку условия природной среды предполагают множество внешних воздействий, влияние которых трудно предсказать. По этой причине существующие решения могут применяться только на гладких и хорошо заасфальтированных поверхностях. Так, например, робот-доставщик компании Яндекс не справляется с преодолением снежных сугробов. Поэтому целью данной работы является разработка платформы мобильного робота, способного доставлять по снегу

посылки весом не более 15 килограммов и преодолевать препятствия высотой до 12 сантиметров.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- 1) выбор конструкции мобильного робота;
- 2) разработка структурной схемы;
- 3) расчет и выбор исполнительных элементов;
- 4) разработка 3D-модели робота-доставщика.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В представляемой работе использовались следующие термины с соответствующими определениями:

Wi-Fi – беспроводная связь по стандарту передачи данных IEEE 802.11;

GPS – система глобального позиционирования;

DC – постоянный ток.

Робот outdoor типа – робот который функционирует в условиях естественной среды.

1 Обзор аналогов

Для усовершенствования конструкции мобильного робота для доставки посылок, был поставлен вопрос об изучении конструкции мобильных роботов, уже существующих в России и других странах мира.

В России только компания Яндекс попыталась разработать мобильного робота по доставке. Конструкция данного робота позволяет ему легко перемещаться по ровной поверхности, такой как тротуар или брусчатка, но в снегу этот робот в конечном итоге где-то застревает. Робот Яндекс имеет 6 ведущих мотор-колес. Передняя ось на независимой рессорной подвеске, а задние две – на рессорно-балансирной. Он весит 70 килограмм и движется со скоростью 8 км/ч.

В истории реализации платформы мобильного робота Яндекса можно увидеть, что была добавлена балансирная подвеска передних двух осей и была дополнительно загружена средняя ось с помощью пружин, чтобы робот смог поворачиваться преимущественно вокруг центра средней оси [6].

На рисунке 1 представлена конструкция робота-курьера Ровер от компании Яндекс [7].



Рисунок 1 – Робот-курьер Яндекса

В США был разработан робот-доставщик компанией Starship. Starship тоже имеет 6 колес, что позволяет ему иметь хорошую устойчивость. Но, учитывая диаметр его шин, а также расстояние его шасси от Земли, последний не сможет беспрепятственно передвигаться по снегу слоем 12 см. На рисунке 2 представлена конструкция робота курьера Starship.



Рисунок 2 – Робот-курьер Starship

После изучения конструкции итальянского робота Gita, было выявлено, что этот робот был разработан для перемещения по плоским поверхностям. Тем более, наличие двух колес не гарантирует хорошую устойчивость при движении в снегу. Смотря дистанции шасси до земли, этот робот имеет большую возможность застревать в снегу и не выйти из него. Поэтому можно сделать вывод что данный робот не сможет хорошо перемещаться в снегу 12 сантиметров по высоте. На рисунке 3 представлена конструкция робота курьера Gita.[8]



Рисунок 3 – Робот Gita

После исследования робота Donkey было показано, что этот робот может перемещаться в различных климатических условиях, таких как дождь, снег, ветер, при высоких и низких температурах, однако количество шин робота, не гарантирует ему хорошей устойчивости на неровной поверхности, так как робот может потерять равновесие и упасть, не имея возможности подняться. На рисунке 4 представлен конструкцию робот курьер Donkey [9].



Рисунок 4 – Робот-курьер Donkey

После исследования американского робота Magna было установлено, что этот робот обладает хорошей устойчивостью благодаря наличию 6 шин. Этот робот может перемещаться как снаружи, так и внутри зданий по ровной асфальтированной поверхности, такой как пешеходный переход или тротуары. Однако этот робот не может идеально передвигаться по снегу, учитывая тот факт, что он был создан для городских условий. На рисунке 5 представлена конструкция робота курьера разработан международной компанией Magna [10].



Рисунок 5 – Робот-курьер Magna

Далее была изучена конструкция робота-доставщика Kar-Go. Было замечено, что Kar-Go представляет собой робота-доставщика автомобильного типа без водителя, предназначенного для передвижения по дорогам, а не по тротуарам, что характерно для нашего типа роботов. Было выявлено, что этот робот достаточно устойчив из-за наличия четырех шин в контакте с землей. Но, учитывая расстояние его брызговика от Земли, последний может заклинить его в снегу. Поэтому данному роботу будет трудно свободно перемещаться в снегу. На рисунке 6 представлена конструкция робота курьера Kar-Go [11].



Рисунок 6 – Робот-курьер Kar-Go

После изучения конструкции робота-разведчика Scout от компании Амазон [12], было выявлено, что наличие шести колес у этого робота обеспечивает ему хорошую устойчивость. Несомненно, этот робот был разработан для передвижения по ровной поверхности. Следовательно, он не может хорошо передвигаться по снегу из-за диаметра его шин и небольшого расстояния шасси от Земли. Scout способен уклоняться от препятствий, таких как люди и животные. На рисунке 7 представлена конструкция робота курьера Scout-Amazon.



Рисунок 7 – Робот-курьер Scout-Amazon

Далее была изучена конструкция робота-доставщика Fedex. Было выявлено, что у него 4 основные большие шины и 2 маленькие шины, позволяющие ему подниматься по лестнице. Было выявлено, что робот Fedex способен подниматься по лестнице из-за своей конструкции, но не сможет свободно передвигаться по снегу, потому что расположение этих 4 основных шин близко друг к другу не гарантирует ему хорошей устойчивости, иначе этот робот может легко потерять равновесие и упасть, пытаясь преодолеть препятствия. На рисунке 8 представлена конструкция робота-курьера FedEx [13].



Рисунок 8 – Робот-курьер FedEx

Таким образом, изучив различные типы существующих роботов-доставщиков, было обнаружено, что ни один из них не может идеально перемещаться в естественных условиях, таких как камни, песок, травы и снег, преодолевая препятствие до 12 см по высоте. Как решение этой проблемы, была изучена конструкция робота марсохода, как часть вездеходных роботов.

1.2 Обзор механики повышенной проходимости

Решением, которое поможет улучшить конструкцию нашего мобильного робота, будет замена шасси. Примером шасси, которое можно адаптировать, является шасси робота Perseverance, которое позволяет независимо от местности, на которой находится робот, всегда иметь 5 шин в контакте с землей в зависимости от его конструкции. Это придает ему хорошую устойчивость и способность преодолевать препятствия.

Однако был определен недостаток мобильного робота Perseverance - наличие тяжелых металлических шин, которые препятствуют снижению скорости передвижения робота за счет увеличения затрат на его производство. Также металлические шины прокалываются через определенный промежуток времени из-за силы трения между шинами и твердыми породами. Как и в случае с его предшественником Curiosity [14].

На рисунке 9 представлена конструкция робота Perseverance [15].



Рисунок 9 – Робот Perseverance

Характеристики:

- производитель: американская компания Nasa;
- масса робота: 1025 кг;
- размеры: 3х2.7х2.2 м;
- мощность каждого привода: до 350 Вт;
- 6 колесные мобильный робота.

Так как колесные роботы лишены этих недостатков, то их проходимость определяется гибкостью и исправной работой подвески. Было установлено, что на пересеченной местности с перепадами высот колесная платформа 6х6 с так называемой «балансирной подвеской» показала себя хорошо. Однако было замечено, что такая конструкция подвески снижает маневренность робота, поскольку в этом нет необходимости. При поворотах и резких переключениях передач балансиры смещаются под действием высокого крутящего момента одного из колес, так что противоположное колесо балансира отрывается от земли, что очень негативно сказывается на подвижности и управляемости платформы. Также следует отметить, что задние шины не имеют подвески по сравнению с передними, это позволяет роботу преодолевать препятствия, но из-за того, что у него нет подвески для задних шин, у этого робота все равно не будет 5 шин, соприкасающихся с землей при движении по неровной местности [16].

На рисунке 10 представлена конструкция робота высокой проходимости с управляемой балансирной подвеской.



Рисунок 10 – Робот высокой проходимости с управляемой балансирной подвеской

В рамках данной работы будет разработана платформа мобильного робота небольшого размера по сравнению с роботом Perseverance. Характеристики разрабатываемого робота определяются при разработке технического задания (приложение А).

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Е91	Мвила Кен Ва Кунтобо

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	стоимость ресурсов определялась по средней рыночной стоимости, в соответствии с окладами сотрудников организации.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	коэффициент календарности - 1,5; действительный годовой фронт рабочего времени 198 дн.; коэффициент дополнительной заработной платы 0,12; премиальный коэффициент, равный 0,3; коэффициент доплат и надбавок примем равным 0,2. районный коэффициент 1,3; коэффициента накладных расходов 10%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	отчисления в социальные внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценить потенциальных потребителей исследования, проанализировать конкурентных решений, представить SWOT – анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Представить план этапов работ, определить трудоёмкость и построить календарный график, сформировать бюджет НИ.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определить интегральные показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности разработки. Рассчитать сравнительную эффективность проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT. 3. График проведения и бюджет НИ. 4. Оценка ресурсной и финансовой эффективности НИ	

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	01.03.2023 г.
--	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ШБИП	ОСГН, Былкова Татьяна Васильевна	канд. экон. наук		01.03.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е91	Мвила Кен Ва Кунтобо		01.03.2023 г.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время, роботизированные платформы мобильного робота уже существует, но тех, которые способны перемещаться по не равномерной поверхности находятся еще в начальном этапе своего развития и часто встречается только очень дорогие мобильные роботизированные платформы как тех, которые построены компания NASA. В нашем случае разрабатываем роботизированной платформ outdoor типа который способен перемещать в естественных условия как камнях, песках, травах и преодолевать препятствие до 12 см при этом перевозя груз до 15 кг при этом по дешевым ценном.

В данном разделе будет проведена оценка ресурсоэффективности проекта, а также оценка его конкурентных преимуществ и недостатков.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений. Для оценки конкурентоспособности проекта проводилось сравнение экономических и технических параметров нашего роботизированного мобильного платформа с репликой мобильного робота от Perseverance по названию «DIY Perseverance Rover.»

Анализ проводился по следующим техническим и экономическим критериям:

Технические:

- **размеры модели.** Длина 1*0.7 м марсоход и 0.0382 * 0.0283 м. В зависимости от функции робота может повлиять размеры робота;
- **использованное приложение при построении 3Д модели.** В зависимости от удобства и эконом времени, использованное приложение может повлиять при построении 3Д модель робота;

- **использованный материал для распечатки детали.** В зависимости от функции робота и места передвижения робота, материал корпуса может повлиять на крепкость робота;
- **мощность двигателей.** В зависимости от функции робота и скорость перемещения робота, мощности двигателей необходимое для обеспечения обозначены функции робота;
- **функции марсохода.** данный критерий показывает насколько набор доступный функции удовлетворяет запросам пользователя;
- **система управление.** В зависимости от задачи робота, система управления может меняться;
- **максимальная скорость движения робота.** Данный критерии позволяет определить необходимый мощность робота в зависимости от заданные функции робота;
- **время автономное управление робота.** Данный критерии позволяет определить емкость батареи робота;
- **максимальная высота обхода препятствия.** данный критерии позволяет различить уровень преодоления препятствия по высоте.

Экономические:

- **цена.** Стоимость продукта в значительной степени влияет на решение об его использовании. К примеру, ориентировочная стоимость копия роботизированного мобильного платформа составляет порядка 25 000 рублей (к примеру, ориентировочная стоимость роботизированного марсохода Perseverance составляет 2.4 миллиард долларов или 128.3 миллиард рублей);
- **удобства использования.** Под удобством понимается возможность управления роботом;
- **количества функции.** Под функции понимается задача исполнении робота;
- **система управления.** Под управлением понимается использованный систем для перемещения робота;

- **время автономное управление.** Под время автономное управление понимается продолжительность автономной работы робота без разрядки;

- **время ожидания.** Срок ожидания поставок. Для разрабатываемого нами роботизированного мобильного робота учитывается срок собственного изготовления платформа.

Для количественной оценки конкурентоспособности использовалась следующая формула:

$$K = \sum B_i \times B_i,$$

Где К – конкурентоспособность решения;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -ого показателя.

Собственное решение обозначено как k_1 , решение NASA – k_2 .

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		B_{k1}	B_{k2}	K_{k1}	K_{k2}
Технические критерии					
1. Размеры модели	0,2	4	5	0,8	1
2. использованное приложение при построении 3Д модели	0,1	3	5	0,3	0,5
3. Использованный материал для распечатки детали	0,1	4	5	0,4	0,5
4. Мощность двигателей	0,1	4	4	0,4	0,4
Экономические критерии					
5. Цена	0,2	4	2	0,8	0,4
6. Удобство использования	0,2	4	2	0,8	0,4
7. Время ожидания	0,1	3	3	0,3	0,3
Итого	1	26	26	3,8	3,5

В результате проведенного выше анализа было показано, что разрабатываемый в ходе работы платформ роботизированный мобильный робот будет обладать большей конкурентоспособностью, чем копию разработки марсохода Perseverance.

SWOT-анализ

Обратимся к анализу факторов внешней и внутренней среды научного исследования.

Внутренняя среда проекта включает работников, занятых в проекте, способ или технология осуществления проекта, имеющиеся материально-вещественные и информационные ресурсы.

Внешняя среда может быть определена как множество сил и субъектов, которые оказывают непосредственное или опосредованное влияние на проект.

По результатам ситуационного анализа можно оценить, обладает ли проект внутренними силами и ресурсами, чтобы реализовать имеющиеся возможности и противостоять угрозам, и какие внутренние недостатки требуют скорейшего устранения.

Для начала определим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Затем составим интерактивные матрицы (Таблица 12 – 15), чтобы понять, как соотносятся эти категории, и как это может отразиться на проекте. При построении интерактивных матриц «+» ставится там, где ожидается сильная взаимосвязь внутренней и внешней среды, «-» – при слабой взаимосвязи, и «0» – при неоднозначной связи.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта: сильные стороны и возможности

		Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	0	+	+	-
	B4	-	0	+	+	+
	B5	0	+	+	+	0
	B6	+	+	+	+	0

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта: слабые стороны и возможности

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	+	0	0	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	-	-	-	-
	B4	-	-	0	0	-
	B5	-	-	0	0	-
	B6	-	-	+	+	0

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта: сильные стороны и угрозы

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+
	У3	-	+	-	-	+
	У4	+	0	+	-	-
	У5	-	-	+	+	0

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта: слабые стороны и угрозы

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+
	У3	-	+	+	+	-
	У4	+	-	-	-	-
	У5	+	+	0	0	+

Наконец, сведем все данные в Таблице 16.

Таблица 16 – Матрица SWOT-анализа научного-исследовательского проекта

	<p>Сильные стороны: С1. Дешевизна. С2. Высоко проходимость. С3. Широкая область применения. С4. Удобство эксплуатации. С5. Возможность добавления новые функции на работе.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Способность только переводить груз до 15 кг Сл2. Управление роботом при помощи радио приемник. Сл3. Не полностью автоматизированную система управления робота. Сл4. Возможность использования радиоприемник для управления робота Сл5. Мало функции</p>
<p>Возможности: В1. Популяризация и продвижение исследований в области мобильных робот В2. Прокат навыки построение 3д модели в приложении инверторе В3. Замена зарубежной компонентной базы на отечественную. В4. Использование инфраструктуры ТПУ, привлечение специалистов из ТПУ к работе над проектом. В5. Сотрудничество со специалистами в области мобильного робота из ТПУ. В6. Сотрудничество с специалистами, производящими распечатки 3Д модели детали из ТПУ. В6. Сотрудничество с фирмами, производящими мобильный робот.</p>	<p>Благодаря преимуществам проекта при участии в различных конкурсах и конференциях им могут заинтересоваться другие люди, что будет способствовать развитию области. Сотрудничество со специалистами из ТПУ позволит развивать проект как с технической стороны, так и с точки зрения практического применения. Конкурентоспособные преимущества позволяют коммерциализировать проект, а продвижение от лица ТПУ позволит упростить эту процедуру.</p>	<p>Возможность добавления новые функции в будущем к данным роботам как навигации при помощи GPS «GPS-навигации», добавления датчики для автономное управления и решение новые задачи роботу, роботизированная рука, механизм сбора почвы и так далее. Сотрудничество со специалистами из ТПУ поможет обеспечить реализацию возможные новые функции данного робота. Сотрудничество из ТПУ позволит осуществлять работы по импортозамещению компонентов. Финансирование от ТПУ, а также выигранные гранты будут способствовать скорейшему выходу устройства на рынок.</p>

Продолжение таблицы 16

<p>Угрозы: У1. Блокирующие санкции. У2. Нестабильная политическая обстановка. У3. Повышение стоимости компонентной базы. У4. Ограничение по расстоянием по получению сигнала радиоприемник к роботу. У5. Обеспечение больше мощности двигателей для определены задачи работа.</p>	<p>Сильные стороны проекта помогут сохранить его актуальность во время тяжелой экономической ситуации.</p>	<p>Текущий политический и экономический кризис может привести к тому, что придется значительно изменять компонентную базу робота. Тем не менее, всегда остается возможность разработать элементы из отечественных компонентов, но на это потребуются намного больше времени. Обеспечение больше мощности двигателей работа также увеличивает стоимость создания и продажа модели.</p>
---	--	---

В результате SWOT-анализа было показано, что проект имеет достаточно ресурсов для развития и продвижения, а также для борьбы с угрозами. При наступлении риска У4, рассчитанный бюджет для реализации проекта увеличится. При решении разработать самому собственные компоненты, удлинится время реализации проекта. Для того чтобы избежать этого последствия, предлагаем воспользоваться имеющимся потенциалом в области разработки собственных электронных компонентов у Томского политехнического университета и наши купленные раньше для других проектов. Также на время реализации проекта может серьезно повлиять угроза У3.

5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Результаты SWOT анализа дали нам понять, что на случай возникновения угроз для проекта необходимо рассмотреть альтернативные варианты реализации проекта. В случае угрозы У3 нам придется искать собственные компоненты сами по магазинам в России или разрабатывать их сами. Но в случае угрозы У4, нам будет необходимо использовать GPS-навигации для управления робота по дальним дистанции. Разработка собственные компоненты приведет к изменению бюджета и времени реализации проекта, а собственно и его финансовой

эффективности и ресурсоэффективности. Далее будем обозначать этот вариант исполнения как альтернативный.

5.3 Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов, работ и распределение исполнителей приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителей
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
Выбор направлений исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент
	3	Литературный обзор	Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ работы наиболее популярных роботизированных платформ мобильного робота	Студент
	6	Изучение конструкции марсохода Perseverance	Студент
	7	Построение каждого детали ровера отдельно и сборка конструкции ровера	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка и расчет конструкции мобильного робота	Студент
	11	Разработка структурной схемы марсохода	Студент
	12	Расчет и выбор компоненты состоящие мобильный робот	Студент
	13	Оценка эффективности производства и применения разработки	Студент
	14	Разработка социальной ответственности по теме	Студент
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	15	Изготовление опытного платформы роботизированного мобильного робота	Студент
	16	Лабораторные испытания проекта	Руководитель, студент
Оформление отчета по НИР	17	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент

5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Результаты расчетов временных показателей проведения научно-исследовательского проекта для основного (О) и альтернативного (А) вариантов приведены в таблице 18. Для периода работ с сентября 2022 года по май 2023 года (включительно) коэффициент календарности составляет:

$$k_{\text{кал}} = \frac{273}{273 - 92} = 1,5.$$

Таблица 18 – Временные показатели проведения научного исследования

Вариант исполнения	Трудоемкость работ						Длительность работ T_p , раб. дн.		Длительность работ T_k , кал. дн.	
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни		Рук.	Студ.	Рук.	Студ.
	Рук.	Студ.	Рук.	Студ.	Рук.	Студ.				
	Составление и утверждение технического задания									
(О)	3	3	7	7	4,6	4,6	2,3	2,3	4	4
(А)	3	3	7	7	4,6	4,6	2,3	2,3	4	4
	Подбор и изучение материалов по теме									
(О)	1	10	2	20	1,4	14	1,4	14	3	23
(А)	1	10	2	20	1,4	14	1,4	14	3	23
	Литературный обзор									
(О)		1		3		1,8		1,8		3
(А)		1		3		1,8		1,8		3
	Календарное планирование работ по теме									
(О)	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	2	2
(А)	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	2	2
	Анализ работы наиболее популярных платформ роботизированных мобильных роботов									
(О)		10		20		14		14		23
(А)		10		20		14		14		23
	Реализация конструкции платформа мобильного робота outdoor типа									
(О)		5		10		7		7		12
(А)		5		10		7		7		12
	Анализ конструкции ровера при использовании механизм Аккармана									
(О)		1		3		1,8		1,8		3
(А)		1		3		1,8		1,8		3
	Оценка эффективности полученных результатов									
(О)	1		2		1,4		1,4		3	
(А)	1		2		1,4		1,4		3	

Продолжение таблицы 18 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ T_p , раб. дн.		Длительность работ T_k , кал. дн.	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни		Рук.	Студ.	Рук.	Студ.
	Рук.	Студ.	Рук.	Студ.	Рук.	Студ.				
Определение целесообразности проведения ОКР										
(О)	1		2		1,4		1,4		3	
(А)	1		2		1,4		1,4		3	
Разработка структурной схемы мобильного робота										
(О)		1		2		1,4		1,4		3
(А)		1		2		1,4		1,4		3
Расчет и выбор компоненты мобильного робота										
(О)	2	10	5	20	6,2	14	6,2	14	10	30
(А)	5	20	7	40	10	28	10	28	15	42
Разработка функциональную схему мобильного робота										
(О)		7		15		10,2		10,2		17
(А)		7		15		10,2		10,2		17
Оценка эффективности производства и применения разработки										
(О)		3		7		4,6		4,6		8
(А)		3		7		4,6		4,6		8
Разработка социальной ответственности по теме										
(О)		3		7		4,6		4,6		8
(А)		3		7		4,6		4,6		8
Изготовление моделирования платформы мобильного робота										
(О)		5		12		7,8		7,8		13
(А)		10		20		26		26		39
Распечатки 3Д детали										
(О)	2	2	5	5	3,2	3,2	1,6	1,6	3	3
(А)	2	2	5	5	3,2	3,2	1,6	1,6	3	3
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)										
(О)		3		7		4,6		4,6		8
(А)		3		7		4,6		4,6		8
Итого (О)							15	90,4	28	146
Итого (А)							18,8	122,8	33	197

5.4 Разработка графика проведения научного исследования

На основе длительности работ в календарных днях из таблицы 11 был построен календарный план-график исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. Календарный план-график приведен в виде диаграммы Ганта на рисунке 39.

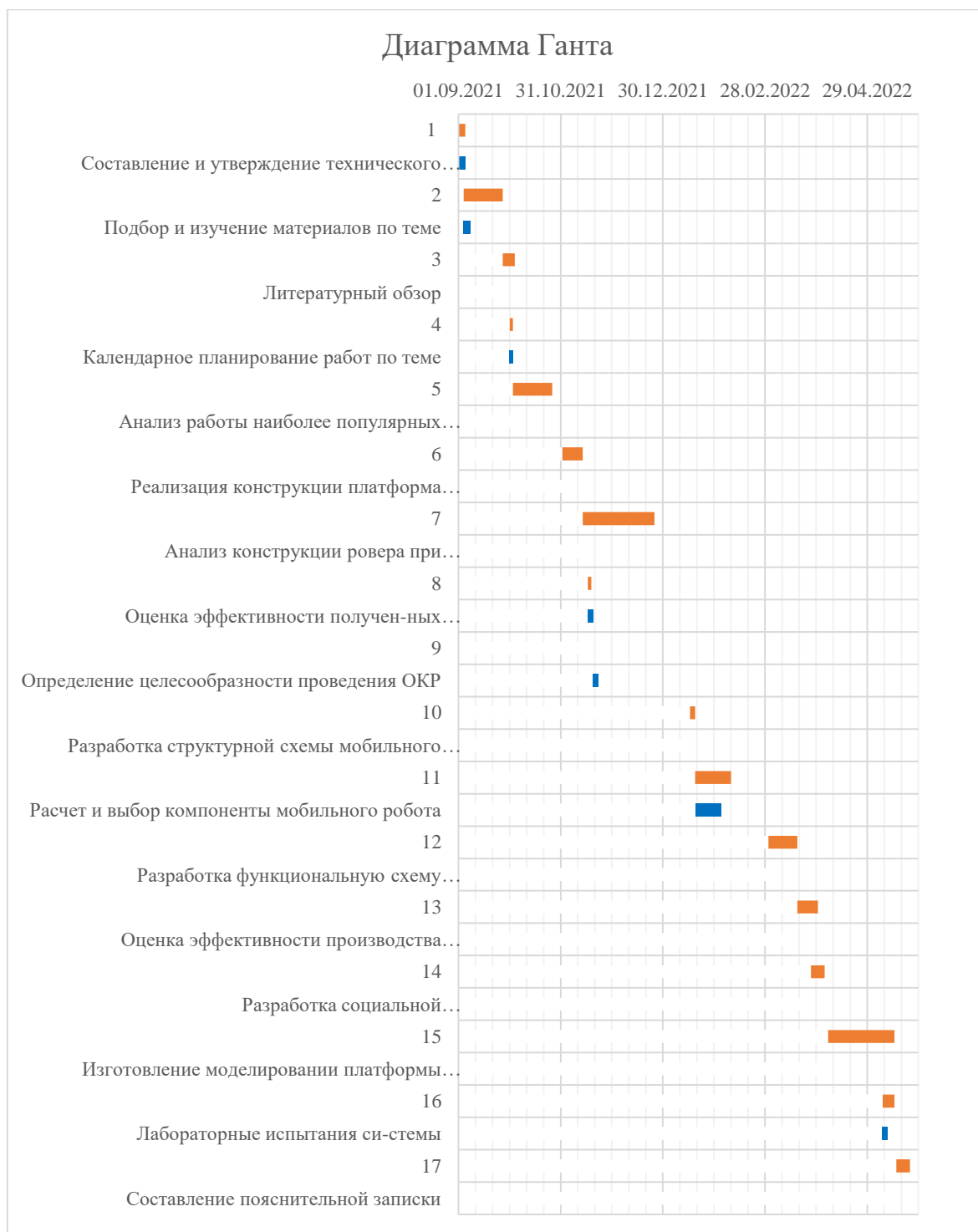


Рисунок 39 – Диаграмма Ганта

5.5 Бюджет научно-технического исследования

5.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты необходимые сборки платформа мобильного робота для основного (О) и альтернативного (А) исполнения представлены в таблице 19. Расчеты проведены с учетом того что планируется собрать платформ 6 колесные мобильного робота.

Таблица 19 – Затраты на комплектующие и материалы

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (0.8 _м), руб.	
		(О)	(А)	(О)	(А)	(О)	(А)
Электрический мотор редуктор XD-37GB555	шт.	6	6	1200	1200	7200	7200
Сервопривод DS3225MG	шт.	5	5	590	600	2950	3000
Драйвер двигателя постоянного тока DRV8871	шт.	6	–	200	–	1200	1200
Шаговый электродвигатель Cloudray Nema	шт.	1	–	630	650	630	650
Драйвер шагового двигателя DRV8825	шт.	1	1	52	60	52	60
Плата MEGA2560	шт.	1	1	950	1200	950	1200
Модуль модуляции XL4016 PWM	шт.	1	1	150	200	150	200
Аккумулятор LION POWER Lipo 3S	шт.	1	1	1400	2000	1400	2000
Штекеры XT60 XT90	шт.	–	–	20	40	20	40
Пульт дистанционного управления FlySky FS-iA6B	шт.	1	–	3800	4000	3800	4000
FPV-системы передатчик	шт.	1	1	1500	1500	1500	1500
Custom PCB	шт.	1	1	500	1300	500	1300
						20352	22150

5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения научных работ приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Модернизированный 3D принтер DIY	1	43000	43000
Осциллограф двухканальный	1	40250	40250
Вольтметр универсальный цифровой В7-22В	1	12000	12000
Многофункциональный генератор АКПП-3408/1	1	20475	20475
Паяльная станция Lukey 868	1	5280	5280
Лабораторный источник питания EA-PS 2084-03 В	1	29000	29000
Ноутбук ASUS K501U	1	72000	54000
Итого			256480

5.5.3 Основная заработная плата исполнителей

В таблице 21 приведены расчеты основной заработной платы исполнителей научно-исследовательской работы для двух вариантов исполнений проекта: основного (О) и альтернативного (А).

Для расчёта среднедневной заработной платы [32] использовали формулу

$$Z_{он} = \frac{Z_m M}{F_d},$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб;

M – количество месяцев работы без отпуска в течении года при отпуске в 48 рабочих дня $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (из таблицы 21).

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Нормативы для расчёта заработной платы:

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок примем равным 0,2.

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{мс}$, руб.	k_{np}	k_{∂}	k_p	Z_m , руб.	$Z_{он}$, руб.	T_p , раб. дн.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{осн}$, руб.
							(О)	(А)	(О)	(А)
Руководитель (профессор, д.н.)	52700	0,3	0,2	1,3	102765	5370	15	18,8	80559	100968
Студент	13900	0,3	0,2	1,3	27105	1416	90,4	122,8	128006	173885

Итого $Z_{осн}$	20856 5	274853
-----------------	------------	--------

5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

В плане затрат для расчета дополнительной заработной платы будем учитывать коэффициент дополнительной заработной платы равный 0,12. Результаты расчета дополнительной заработной платы для всех вариантов исполнения проекта приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	Дополнительная заработная плата, руб.	
	(О)	(А)
Руководитель	9667	12116
Студент	15361	20866
Итого	25028	32982

5.5.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		Дополнительная заработная плата, руб.	
	(О)	(А)	(О)	(А)
Руководитель	80559	100968	9667	12116
Студент	128006	173885	15361	20866
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3			
Итого:	(О)		(А)	
	70078		92350	

5.5.7 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. В нашем случае накладные расходы включают: печать и ксерокопирование материалов исследования, почтовые расходы, ремонт и обслуживание лабораторного оборудования. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{Сумма расходов по пунктам 0-0}) \cdot k_{нр}, \quad (1)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 10%.

Тогда для основного варианта проекта:

$$Z_{накл.осн.} = 0,1 \cdot (56214 + 179005 + 208565 + 25028 + 70078) = 53889 \text{ руб.} \quad (2)$$

Для альтернативного варианта:

$$Z_{накл} = 0,1 \cdot (72214 + 179005 + 274853 + 32982 + 92350) = 65141 \text{ руб.} \quad (3)$$

5.5.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	(О)	(А)	
1. Материальные затраты НТИ	56 214	72 214	Пункт 0
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	179 005	179 005	Пункт 0
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей	208 565	274 853	Пункт 0
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	25 028	32 982	Пункт 0
5. Отчисления во внебюджетные фонды	70 078	92 350	Пункт 0
6. Накладные расходы	53 889	65 141	Пункт 0
7. Бюджет затрат НТИ	592 779	716 545	

5.5.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования

Как было сказано выше, есть два варианта исполнения рассматриваемого проекта: основной и альтернативный. Для принятия решения о выборе конкретного варианта исполнения можно воспользоваться интегральными показателями эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности может быть рассчитан как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (4)$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для основного варианта имеем:

$$I_{финр}^{исп.(O)} = \frac{\Phi_{p(O)}}{\Phi_{max}} = \frac{592779}{716545} = 0,83, \quad (5)$$

Для альтернативного варианта:

$$I_{финр}^{исп.(A)} = \frac{\Phi_{p(A)}}{\Phi_{max}} = 1,$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитаем следующим образом:

$$I_p = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i, \quad (6)$$

где I_p – интегральный показатель ресурсоэффективности для разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b – бальная оценка i -го параметра разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 26.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Бальная оценка параметра	
		(O)	(A)
1. Размеры модели	0,2	4	4
2. использованное приложение при построении 3Д модели	0,1	3	3
3. Использованный материал для распечатки детали	0,1	4	4
4. Мощность двигателей	0,1	4	4
5. Цена	0,2	4	3
6. Удобство использования	0,2	4	4
7. Время ожидания	0,1	3	2
Итого	1	3,8	3,5

$$I_{p(O)} = 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 = 3,8. \quad (7)$$

$$I_{p(A)} = 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 = 3,5. \quad (8)$$

Также рассчитаем интегральный показатель эффективности вариантов исполнений проекта следующим образом:

$$I_{исп.(O)} = \frac{I_{p-исп.(O)}}{I_{финр}} = \frac{3,8}{0,83} = 4,58, \quad (9)$$

$$I_{исп.(A)} = \frac{I_{p-исп.(A)}}{I_{финр}} = \frac{3,5}{1} = 3,5, \quad (10)$$

Наконец найдем сравнительную эффективность основного варианта исполнения относительно альтернативного:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.(O)}}{I_{исп.(A)}} = \frac{4,58}{3,5} = 1,31,$$

Значение сравнительной эффективности больше 1 говорит о том, что основной вариант является более предпочтительным в плане финансовой и ресурсной эффективности. Это было очевидно, поскольку альтернативный вариант исполнения предполагает больше времени на реализацию при большем бюджете проекта. Именно по этой причине данный вариант остается запасным на случай наступления угроз, рассмотренных при SWOT анализе.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Е91	Мвила Кен Ва Кунтобо

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: роботизированная платформа мобильного робота outdoor типа</p> <p>Область применения: в не естественных условиях города Томска как в снегах, по камням, в песках, на травах.</p> <p>Рабочей зоной является лаборатория 101 в 10 корпусе центре ТПУ. Площадь помещения 18 м², освещение смешанное.</p> <p>Наличие оборудования: ПК, паяльная станция, лабораторный источник питания, 3д принтер, сверла.</p> <p>Технологический процесс включает следующие виды работ: работа с компьютером, с 3Д принтером, с электрооборудованием, с паяльной станцией, флюсом и припоем, с руками для сборки макета мобильного робота outdoor типа.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. От 11.04.2023).</p> <p>Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p> <p>ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.</p> <p>НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата; – повышенный уровень шума; – умственное перенапряжение;

<p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие или недостаток естественного света – Недостаточная освещенность рабочей зоны – перенапряжение органов зрения; – статическое электричество. – Повышенная напряжённость электрического поля – Поражение электрическим током <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; – Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; <p>Средства коллективной и индивидуальной защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> – дымоуловители; – диэлектрические перчатки, галоши, коврики; – заземление; – защитные очки;
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:</p>	<p>На атмосферу влияют вредные выбросы при производстве составных элементов робота, также пагубное влияние на литосферу при их утилизации. Воздействие на гидросферу пренебрежимо мало</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:</p>	<p>В аудиторном помещении, возможно, ЧС техногенного характера – пожар (возгорание)</p>

<p>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</p>	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ООД ШБИП</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>	<p>-</p>		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Е91</p>	<p>Мвила Кен Ва Кунтобо</p>		

6 Социальная ответственность

Область применения платформа мобильного робота outdoor типа – в неестественных условиях города Томска.

Данная платформа разработана для мобильного робота наружного типа, способного доставлять грузы весом до 15 килограммов, идущие в неестественных условиях города Томска со снегом, камнями, скрежетом, преодолевая препятствия высотой до 12 см. Разработанная платформа может быть использована для типа робота-доставщика товаров или робота-курьера. Его также можно использовать для работы спасателей-людей в неестественных условиях, где трудно быть человеком, а также для исследования почвы других планет.

В нашем случае разработанная платформа будет использоваться для доставки товаров весом менее 15 килограммов.

Потенциальными потребителями данной платформы является компания занимающаяся предоставлением мелких грузов и еды, а также для компаний занимающихся разработкой outdoor-роботов.

Рабочей зоной является лаборатория (офис) площадью 18 м². В лаборатории располагается персональный компьютер для осуществления работы. Рабочим процессом в лаборатории является разработка платформа мобильного робота outdoor типа для доставки мелких грузов и еды.

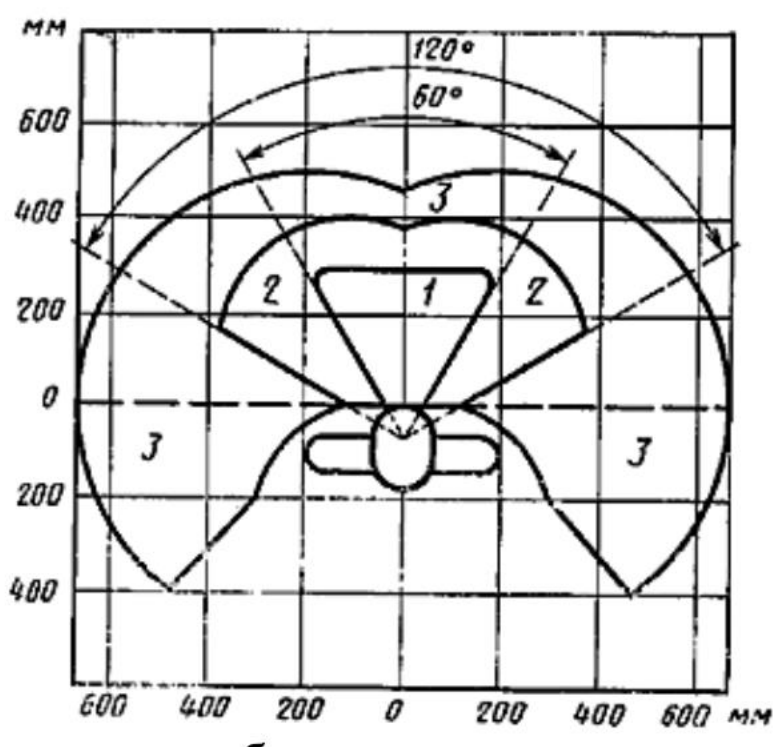
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовое регулирование трудовых отношений в Российской Федерации выполняется согласно Трудовому кодексу Российской Федерации [33].

Согласно Трудовому кодексу, для проведения работы по научно-исследовательскому проекту установлена шестидневная рабочая неделя с одним выходным днем. Рабочее время с понедельника по пятницу с 15:00 по 20:00, в субботу с 10:00 по 18:00, обеденный перерыв 13:00-14:00. Рабочее время перенесено в будние дни во вторую половину дня в связи с тем, что один из

исполнителей проекта является студентом и совмещает работу над проектом с учебой в университете. Таким образом, продолжительность рабочего времени равна 32 часам в неделю.

Большая часть работ проводится сидя за персональным компьютером (ПК), поэтому рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032-78 [34]. Вид работ, выполняемый на данном рабочем месте, можно отнести к легкой работе (по ГОСТ 12.1.005-88 [35]). Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. При этом выполнение трудовых операций "часто" и "очень часто" должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля, приведенных на рисунке 40. Операции с органами управления ПК – клавиатурой и мышью принимаются очень частыми.



1 – зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления;

2 – зона для размещения часто используемых органов управления;

3 – зона для размещения редко используемых органов управления.

Рисунок 40 - Зона для выполнения ручных операций и размещения органов управления

Так как за ПК могут работать как мужчины, так и женщины, то

- высота рабочей поверхности должна быть равна 655 мм;
- высота сиденья 420 мм;
- высота пространства для ног не менее 600 мм;
- ширина пространства для ног не менее 500 мм;
- расстояние от сиденья до нижнего края рабочей поверхности не менее 150 мм.

Конструкция кресла оператора должна соответствовать требованиям ГОСТ 21889-76 [36].

6.2 Производственная безопасность

Условия труда, в которых производится разработка алгоритма сегментации, в том числе и устройство, на котором производится работа, могут вызывать появление вредных и опасных факторов производства.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» при разработке алгоритма сегментации могут возникнуть следующие факторы, которые представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Возможные опасные и вредные производственные факторы в офисе

Факторы	Нормативные документы
Вредные факторы	
Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция [37].
Отсутствие недостатков необходимого искусственного освещения	СП 52. 13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[38]

Продолжение таблицы 27 - Возможные опасные и вредные производственные факторы в офисе

Нервно-психологические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности». [39]
Статические перегрузки, связанные с рабочей позой	ГОСТ Р ИСО 11226-2008. группа Т58. Система стандартов безопасности труда. [40] Эргономика. Ручная обработка грузов. Статические рабочие положения
Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой	МР 2.2.9.2311-07 «Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды»[41]
Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
Опасные факторы	
Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.[42]

6.2.1 Повышенный уровень шума

Источниками шума непосредственно в рабочей зоне являются система охлаждения и видеокарта ПК.

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

В таблице 28 приведены предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума для помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ согласно СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [43].

В качестве мероприятий по снижению шума можно:

- использовать средства индивидуальной защиты (беруши, наушники);
- увеличить поверхностную плотность полотна дверей между лабораторией и мастерской, плотно пригнать полотно к коробке, устранить щели между дверью и полом при помощи порога с уплотняющими прокладками или фартука из прорезиненной ткани или резины, а также применить уплотняющие прокладки в притворах дверей.

Таблица 28 – Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях лабораторий для проведения экспериментальных работ

Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука L_A экв), дБА	Максимальный уровень звуко $L_{A \text{ макс}}$, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	90

6.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Основной причиной возникновения данного вредного фактора является недостаточное освещение рабочей зоны.

Освещение рабочего места, которое не удовлетворяет нормам может затруднять длительную работу так, как вызывает высокое утомление работников и способствует развитию нарушений зрения.

Нормы освещённости кабинетов, рабочих комнат, офисов и представительств указаны в СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*».[44]

Работа за персональным компьютером является работой очень высокой точности так, как наименьший размер объекта различения — это размер одного пикселя монитора, который равен 0,297 мм. Ниже приведены требования к освещению для данного типа работы.

Таблица 29 – Требования к освещению в офисе

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Средняя освещенность на рабочей поверхности и от системы общего освещения, лк, не менее	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации и освещенности K_n %, не более
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	750	150	16	10

В офисах, где используются персональные компьютеры, освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Вдобавок, окна в офисе должны располагаться на севере или северо-востоке.

6.2.3 Нервно-психологические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

Данный вредный фактор отражает такое состояние организма человека, при котором происходит снижение эффективности труда на неопределённый промежуток времени, зачастую он проявляется неожиданно после совершения какой-либо работы.

Чтобы снизить влияние этого фактора на работников, работодателю следует предусмотреть перерывы во время рабочего дня для своих подчинённых.

А работнику, в свою очередь, нужно правильно использовать время отдыха и работы, стараться ложиться спать в одно и то же время и заниматься спортом.

6.2.4 Статические перегрузки, связанные с рабочей позой

Данный фактор, чаще всего связан с рабочей позой, и зачастую может возникать из-за неправильного оснащения рабочего места, к примеру стул у работников на рабочем месте не даёт регулировать высоту или наклон спинки. Чтобы устранить влияние этого фактора, работодателю следует руководствоваться приказом Минтруда России об организации безопасного рабочего места. Рабочее место работников должно быть оборудовано креслом с возможностью регулировки его высоты и наклона спинки.

6.2.5 Умственное перенапряжение и перенапряжение анализаторов

В связи с тем, что основной вид работ связан с взаимодействием с ПК и анализом информации, повышаются умственная нагрузка и нагрузка на зрительные анализаторы.

Для предупреждения развития переутомления обязательными мероприятиями являются:

- проведение упражнений для глаз через каждые 20-25 мин работы за ПЭВМ;
- проведение во время перерывов сквозного проветривания помещений с ПЭВМ с обязательным выходом из него людей;
- осуществление во время перерывов упражнений физкультурной паузы в течении 3 – 4 мин.

6.2.6 Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

В процессе разработки алгоритма сегментации у работников могут появиться травмы от воздействий электрическим током. Это воздействие чаще всего может привести к серьёзным ожогам частей тела или даже к смерти, что

является плохим результатом для работодателя. Поражение током, может произойти в результате, того, что работник решил прикоснуться к частям техники или сделал это случайно, на которых появилось напряжение или остался заряд тока. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА.

Для того чтобы гарантировать защиту своим работникам, работодателю нужно использовать оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления.

6.3 Экологическая безопасность

Основное воздействие на окружающую среду происходит через потребляемую электроэнергию, которая необходима для функционирования ПК, а также и непосредственно через сам ПК.

Для генерации энергии требуется производить сжигание ископаемого и жидкого топлива на тепловой электростанции, что сопровождается выделением различных загрязняющих веществ в атмосферу.

Также компьютер, который используется для разработки, имеет ограниченный срок службы и относится к опасным отходам. Согласно приказу Минприроды России «Об утверждении требований при обращении с группами однородных отходов I-V классов опасности» компаниям и индивидуальным предпринимателям было запрещено утилизировать компьютерную технику в мусорные баки.

Таким образом для снижения негативного влияния на окружающую среду можно путем сокращения расхода электроэнергии. Отключение ПК пока он не используется является одним из методов защиты атмосферы.

Для снижения воздействия на литосферу следует передавать компьютерную технику на утилизацию в специализированные центры.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе разработки могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации: пожар, наводнение, ураган, землетрясение, обвал, провал территории.

При выполнении работ по реализации проекта, наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в лаборатории. Возникновение пожара в помещении, где установлена вычислительная и оргтехника, приводит к большим материальным потерям и возникновению чрезвычайной ситуации.

Чтобы предотвратить ЧС, в помещении пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени пожарной опасности, анализируемое в данной работе помещение относится к категории В. Основные источники возникновения пожара:

- неработоспособное электрооборудование и электрические приборы с дефектами;
- неисправности в проводке, розетках и выключателях;
- перегрузка в электроэнергетической системе и короткое замыкание в электроустановке.

Таким образом для устранения возможных источников возникновения пожара необходимо отключать электрооборудование при покидании рабочего места; периодически проверять электрооборудование и элементы проводки на исправность; избегать включения большого количества приборов в разветвители.

Человек, выполняющий работы в аудитории, в случае возникновения пожара или его признаков (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону 01 или 112 в пожарную часть (при этом необходимо четко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность и фамилию);
- известить о пожаре руководителя или другого работника;
- задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации;
- принять по возможности меры по тушению пожара имеющимся в учреждении средствами пожаротушения.

Меры безопасности обеспечиваются системами предотвращения пожара и противопожарной защиты исходя из требований пожарной безопасности. Средствами обеспечения пожаробезопасности являются:

- огнетушитель, которым обеспечена аудитория, а также пожарный кран, находящийся в здании;
- системы автоматической пожарной сигнализации;
- средства организации эвакуации.

Перед началом работы в лаборатории необходимо пройти инструктаж и оставить свою роспись в журнале о прохождении инструктажа по пожарной безопасности.

Вывод по главе 6

В данной главе были рассмотрены основные источники возникновения опасных факторов при разработке и эксплуатации предлагаемого в ВКР алгоритма сегментации подстилающих поверхностей. Проведен анализ данных факторов на соответствие нормам, устанавливаемым государственными стандартами. По возможности были предложены меры по минимизации влияния данных факторов на производственную безопасность.

Аналізу были подвергнуты факторы загрязнения окружающей среды. Даны рекомендации по утилизации отходов, появляющихся в ходе разработки и эксплуатации системы.

Рабочее место соответствует всем необходимым нормам. По электробезопасности помещение относится к 1 категории (без повышенной опасности) электробезопасности согласно ПУЭ. Персонал по электробезопасности согласно Правил по охране труда и эксплуатации электроустановок [45] относится к группе I. По тяжести труда в соответствии с СанПин 1.2.3685-21 [46] работа при разработке относится к категории I а. Рабочее помещение согласно СП 12.13130.2009 относится к категории В1-В4 пожаро-опасность.

Объект разработки и связанные с ним не оказывают значительного негативного влияния на окружающую среду.

Заключение

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены разные типы существующих роботов-доставщиков и разные конструкции роботов высокой проходимости. После обзора было принято решение использовать конструкцию робота высокой проходимости, разработанную американской компанией Nasa под названием Perseverance. Была спроектирована структурная схема, была рассчитана мощность двигателя, после чего были подобраны компоненты мобильного робота.

Вместе с этим был разработан 3D-модель мобильного робота. После разработки 3D-модели и подбора компонентов, был сделан вывод, что все параметры были рассчитаны в соответствии с тем, что указано в техническом задании, что означает о правильном решении задачи.

В будущем планируется продолжение работы по данной тематике с изменением системой управления мобильного робота используя систему глобального позиционирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Nasa science Mars 2020 Misson Perseverance Rover : сайт.
URL: <https://mars.nasa.gov/mars2020/> (дата обращения: 09.05.2023). –
Текст: электронный.
2. Renault представила концепт робота-доставщика, который может
быть и торговой точкой: сайт. – URL:
<https://golos.io/@abloud/renault-predstavila-koncept-robota-dostavshchika-kotoryij-mozhet-bytx-i-torgovoij-tochkoij> (дата обращения: 09.05.2023).– Текст:
электронный.
3. Роботележка для потребителя: сайт. – URL:
<http://robotrends.ru/pub/1916/robotelezhka-dlya-potrebitelya> (дата
обращения: 09.05.2023). – Текст: электронный.
4. JD -- Уличные роботы-курьеры: сайт. – URL:
<http://robotrends.ru/robopedia/jd> (дата обращения: 20.05.2023). – Текст:
электронный.
5. Segway Loomo Go -- [Решения роботизированного транспорта - Персональные роботы](#): сайт. – URL:
<http://robotrends.ru/robopedia/segwey-robot> (дата обращения:
09.05.2023). – Текст: электронный.
6. Встречаем ровер третьего поколения: история создания робота-
курьера Яндексa: сайт. – URL:
<https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/590997/> (дата обращения:
09.05.2023). – Текст: электронный.
7. Яндекс.Ровер: сайт. – URL:
<http://robotrends.ru/robopedia/yandeks.rover> (дата обращения: 20.05.2023).–
Текст: электронный.
8. Gita -- [Уличные роботы-курьеры](#) -- [Роботы-чемоданы](#): сайт. –
URL: <http://robotrends.ru/robopedia/gita> (дата обращения: 10.05.2023).
– Текст: электронный.

9. Magna International произведет тысячи робокурьеров для Cartken: Сайт. – URL: <https://robotrends.ru/pub/2238/magna-international-proizvedet-tysyachi-robokurerov-dlya-cartken> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
10. Magna International произведет тысячи робокурьеров для Cartken: сайт. – URL: <https://robotrends.ru/pub/2238/magna-international-proizvedet-tysyachi-robokurerov-dlya-cartken> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
11. Зеленые робокурьеры доставят медикаменты жителям лондонского боро: сайт. – URL: <http://robotrends.ru/pub/2048/zelenye-robokurery-dostavyat-medikamenty-zhitelyam-londonskogo-boro> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
12. Amazon stops field tests of its delivery robot Scout: сайт. – URL: <https://www.theverge.com/2022/10/7/23392360/amazon-disbands-delivery-robot-scout-development> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
13. FedEx свернула разработку и тестирование робота-курьера Roxo: сайт. – URL: <https://3dnews.ru/1075934/fedex-svorachivaet-razrabotku-i-testirovanie-robotakurera-roxo> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
14. Персеверанс (марсоход): сайт. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81_\(%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81_(%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4)) (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
15. Марсоход Perseverance — новый шаг в изучении Красной планеты: сайт.– URL: <https://o-kosmose.com/issledovaniya/marsohod-perseverance-novyy-shag-v-izuchenii-krasnoy-planet> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.

16. Разработка и создание робота высокой проходимости с управляемой балансирной подвеской: сайт. – URL:
<https://3dtoday.ru/blogs/maccrash/design-and-creation-of-robot-high-cross-with-a-controlled-beam-suspens> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
17. Технические задание
18. 895 шариковый подшипник, 12 В, 24 В, 300 Вт, 3000-20000 ОБ/мин: сайт.– URL:
https://aliexpress.ru/item/1005004402769166.html?sku_id=12000029052138724&spm=a2g2w.productlist.search_results.2.1e5c492crYGSRA (дата обращения: 20.05.2023). – Текст: электронный.
19. Контроллер скорости бесщеточного двигателя постоянного тока, 5-50 в, 300 Вт: сайт. – URL:
https://aliexpress.ru/item/1005005462337568.html?sku_id=12000033179596617&spm=a2g2w.productlist.search_results.9.6c6e36c3dyAJ7d (дата обращения: 20.05.2023). – Текст: электронный.
20. 24 В 36 В 48 В BLDC драйвер двигателя 300 Вт 18 в-50 в DC бесщеточный контроллер двигателя постоянного тока: сайт. – URL:
https://aliexpress.ru/item/32586796537.html?sku_id=59048996150&spm=a2g2w.productlist.search_results.0.6c6e36c3dyAJ7d (дата обращения: 20.05.2023). – Текст: электронный.
21. Модуль драйвера двигателя постоянного тока, 30 А, 12 В, 24 В, 300 Вт, 0-60 с, автоматическая задержка, контроллер прямого и обратного хода: Сайт. – URL:
https://aliexpress.ru/item/1005005245789428.html?sku_id=12000032346254932&spm=a2g2w.productlist.search_results.8.6c6e36c3dyAJ7d (дата обращения: 20.05.2023). – Текст: электронный.
22. 2pcs A4988 Driver Module Stepper Motor Driver Board with Heatsink: сайт.– URL: <https://www.banggood.com/2pcs-A4988-Driver-Module-Stepper-Motor-Driver-Board-with-Heatsink-p->

[1695032.html?p=4N130123074053201807&custlinkid=2307226&cur_warehouse=C](https://aliexpress.ru/item/1005003499642654.html?sku_id=120000260697403)

[N](#) (дата обращения: 20.05.2023). – Текст: электронный.

23. PICO-BOX цифровой источник питания постоянного тока ATX высокой мощности 300 Вт с широким входным напряжением: сайт.–URL: https://aliexpress.ru/item/1005003499642654.html?sku_id=120000260697403 (дата обращения: 20.05.2023). – Текст: электронный.

24. Модная игрушка Es08ma Ii 12 г/2,0 кг мини металлическая Шестерня сервопривод игрушка высокая скорость для радиоуправляемых моделей Аксессуары: сайт. – URL:

https://aliexpress.ru/item/1005002171259573.html?sku_id=12000018932494161&spm=a2g2w.productlist.search_results.0.2a36669edGMVBy (дата обращения:

21.05.2023). – Текст: электронный.

25. Eachine TX06 700TVL FOV 120 Degree 5.8Ghz 48CH Smart Audio Mini FPV Camera Support Pitmode AIO Transmitter For RC Drone Tiny Whoop – PAL: сайт.– URL: [https://www.banggood.com/Eachine-TX06-700TVL-FOV-120-](https://www.banggood.com/Eachine-TX06-700TVL-FOV-120-Degree-5_8Ghz-48CH-Smart-Audio-Mini-FPV-Camera-Support-Pitmode-AIO-Transmitter-For-RC-Drone-Tiny-Whoop-p-1413572.html?imageAb=1&rmmds=detail-left-hotproducts&cur_warehouse=CN&ID=44070&trace_id=29921685256077059&akm)

[Degree-5_8Ghz-48CH-Smart-Audio-Mini-FPV-Camera-Support-Pitmode-AIO-Transmitter-For-RC-Drone-Tiny-Whoop-p-](https://www.banggood.com/Eachine-TX06-700TVL-FOV-120-Degree-5_8Ghz-48CH-Smart-Audio-Mini-FPV-Camera-Support-Pitmode-AIO-Transmitter-For-RC-Drone-Tiny-Whoop-p-1413572.html?imageAb=1&rmmds=detail-left-hotproducts&cur_warehouse=CN&ID=44070&trace_id=29921685256077059&akm)

[1413572.html?imageAb=1&rmmds=detail-left-](https://www.banggood.com/Eachine-TX06-700TVL-FOV-120-Degree-5_8Ghz-48CH-Smart-Audio-Mini-FPV-Camera-Support-Pitmode-AIO-Transmitter-For-RC-Drone-Tiny-Whoop-p-1413572.html?imageAb=1&rmmds=detail-left-hotproducts&cur_warehouse=CN&ID=44070&trace_id=29921685256077059&akm)

[hotproducts&cur_warehouse=CN&ID=44070&trace_id=29921685256077059&akm](https://www.banggood.com/Eachine-TX06-700TVL-FOV-120-Degree-5_8Ghz-48CH-Smart-Audio-Mini-FPV-Camera-Support-Pitmode-AIO-Transmitter-For-RC-Drone-Tiny-Whoop-p-1413572.html?imageAb=1&rmmds=detail-left-hotproducts&cur_warehouse=CN&ID=44070&trace_id=29921685256077059&akm)

[ClientCountry=Russian](https://www.banggood.com/Eachine-TX06-700TVL-FOV-120-Degree-5_8Ghz-48CH-Smart-Audio-Mini-FPV-Camera-Support-Pitmode-AIO-Transmitter-For-RC-Drone-Tiny-Whoop-p-1413572.html?imageAb=1&rmmds=detail-left-hotproducts&cur_warehouse=CN&ID=44070&trace_id=29921685256077059&akm) (дата обращения: 21.05.2023). – Текст: электронный.

26. Nema17 59Ncm 2A 1.8°4-lead 48mm Stepper Motor For 3D Printer CNC: сайт. – URL: [https://www.banggood.com/Nema17-59Ncm-2A-](https://www.banggood.com/Nema17-59Ncm-2A-1_84-lead-48mm-Stepper-Motor-For-3D-Printer-CNC-p-1252415.html?p=4N130123074053201807&utm_campaign=23074053&utm_content=3312&cur_warehouse=CN)

[1_84-lead-48mm-Stepper-Motor-For-3D-Printer-CNC-p-](https://www.banggood.com/Nema17-59Ncm-2A-1_84-lead-48mm-Stepper-Motor-For-3D-Printer-CNC-p-1252415.html?p=4N130123074053201807&utm_campaign=23074053&utm_content=3312&cur_warehouse=CN)

[1252415.html?p=4N130123074053201807&utm_campaign=23074053&utm_content=3312&cur_warehouse=CN](https://www.banggood.com/Nema17-59Ncm-2A-1_84-lead-48mm-Stepper-Motor-For-3D-Printer-CNC-p-1252415.html?p=4N130123074053201807&utm_campaign=23074053&utm_content=3312&cur_warehouse=CN) (дата обращения: 21.05.2023). – Текст: электронный.

27. 2pcs A4988 Driver Module Stepper Motor Driver Board with Heatsink: сайт.– URL: [https://www.banggood.com/2pcs-A4988-Driver-Module-](https://www.banggood.com/2pcs-A4988-Driver-Module-Stepper-Motor-Driver-Board-with-Heatsink-p-1695032.html?p=4N130123074053201807&custlinkid=2307226&cur_warehouse=C)

[Stepper-Motor-Driver-Board-with-Heatsink-p-](https://www.banggood.com/2pcs-A4988-Driver-Module-Stepper-Motor-Driver-Board-with-Heatsink-p-1695032.html?p=4N130123074053201807&custlinkid=2307226&cur_warehouse=C)

[1695032.html?p=4N130123074053201807&custlinkid=2307226&cur_warehouse=C](https://www.banggood.com/2pcs-A4988-Driver-Module-Stepper-Motor-Driver-Board-with-Heatsink-p-1695032.html?p=4N130123074053201807&custlinkid=2307226&cur_warehouse=C)

[N](#) (дата обращения: 21.05.2023). – Текст: электронный.

28. Пульт дистанционного управления для моделей вертолетов, Flysky, FS-iA6B, FS-iA10B, FS-X6B, FS-A8S, IA6, A8S, I6X, FS-i6X, 2.4 Гц, 2 А: сайт.

– URL:

https://aliexpress.ru/item/32909077225.html?af=1954_2049356&cn=2ururvdjpp2jsqtpz2hvflwcrmi59in9&cv=2&dp=2ururvdjpp2jsqtpz2hvflwcrmi59in9&sub=46rvdjppc6qjtm2ibnf8uxg6y6grj488&utm_campaign=1954_2049356&utm_content=2&utm_medium=cpa&utm_source=aerkol&aff_fcid=8412d960624e4b2c9833cff0e32ede29-1685286926263-02804-DDiX75J&aff_fsk=DDiX75J&aff_platform=api-new-link-generate&sk=DDiX75J&aff_trace_key=8412d960624e4b2c9833cff0e32ede29-1685286926263-02804-

[DDiX75J&terminal_id=c28373970557431ea0553fe10748a7ea&gatewayAdapt=glo2rus&sku_id=10000000192843735](https://aliexpress.ru/item/32909077225.html?af=1954_2049356&cn=2ururvdjpp2jsqtpz2hvflwcrmi59in9&cv=2&dp=2ururvdjpp2jsqtpz2hvflwcrmi59in9&sub=46rvdjppc6qjtm2ibnf8uxg6y6grj488&utm_campaign=1954_2049356&utm_content=2&utm_medium=cpa&utm_source=aerkol&aff_fcid=8412d960624e4b2c9833cff0e32ede29-1685286926263-02804-DDiX75J&aff_fsk=DDiX75J&aff_platform=api-new-link-generate&sk=DDiX75J&aff_trace_key=8412d960624e4b2c9833cff0e32ede29-1685286926263-02804-DDiX75J&terminal_id=c28373970557431ea0553fe10748a7ea&gatewayAdapt=glo2rus&sku_id=10000000192843735) (дата обращения: 21.05.2023). – Текст: электронный.

29. Аккумулятор для электросамоката Li-ion 24В 15А*ч (VoltBikes): сайт.– URL:

<https://www.voltbikes.ru/shop/electrosamokat/akkumulyatory-dlya-elektrosamokatov/93D24A94-CA12-5696-3074-566AA3409451/> (дата обращения: 21.05.2023). – Текст: электронный.

30. Понижающий преобразователь LM2596HV переменного/постоянного тока, модуль 3 В, 3,3 В, 5 В, 6 в, 9 В, 12 В, 15 В, 24 В постоянного тока, 5-50 в: сайт. – URL:

https://aliexpress.ru/item/1005005569745364.html?spm=a2g2w.productlist.search_results.5.66f8150d9FZD5v&sku_id=12000033591595272 (дата обращения: 21.05.2023). – Текст: электронный.

31. Mars Perseverance Rover, 3D Model: сайт. – URL: <https://mars.nasa.gov/resources/25042/mars-perseverance-rover-3d-model/> (дата обращения: 01.03.2023). – Текст: электронный.

32. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова,

Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Креницына. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 36.

33. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации : Кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) : [принят Государственной Думой 21 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года]. – Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

34. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 21.05.2022). – Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

35. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1989-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 21.05.2022). – Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

36. ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1977-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012832> (дата обращения: 21.05.2022). – Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

37. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 21.05.2022). – Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

38. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 : свод правил : издание официальное : дата введения 2011-05-20. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения:

25.05.2023). – Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

39. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности: МР 2.2.9.2311-07 (Дата введения 18.03.2008). Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

40. ГОСТ Р ИСО 11226-2008. Система Стандартов Безопасности Труда. Эргономика. Ручная Обработка Грузов. Статические Рабочие Положения. Общие Требования: Национальный Стандарт Российской Федерации. –URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071683> (Дата введения 01.01.2010). Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

41. МР 2.2.9.2311-07. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200072234> (Дата введения 18.03.2008). Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

42. ГОСТ 12.1.038-82*. Группа Т58. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (Дата введения 01.07.1983). Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

43. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. –URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097> (Дата введения 20.05.2011). Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

44. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. –URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (Дата введения 08.05.2017). Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

45. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. (с изменениями на 29 апреля 2022 года). – URL:

<https://docs.cntd.ru/document/573264184> (дата обращения: 21.05.2023).

Текст: электронный. – Режим доступа: справочно-правовая система Кодекс.

46. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

Приложение А

(обязательное)

Техническое задание на разработку

Разработчик

Мвила В.К.

ЗаказчикСтарший преподаватель (ОАР,
ИШИТР). Беляев А.С.

« » _____ 2023 г.

« » _____ 2023 г.

Техническое задание**Цели, назначение и область применения платформа мобильного робота**

Платформа предназначена для роботизированного мобильного робота outdoor типа.

Платформа обязана обеспечивать: доставку товаров в недоступные места там, где нет дорожных дорог.

Назначение: Разработка платформы мобильного робота outdoor типа, предназначен преодолеть препятствие до 12 см и перемещаться в не естественных условиях как камнях, песках, травах.

Цель: Разработка мобильного платформа outdoor типа.

Объект управления: Мобильный робот.

Вездеход с габаритом длина не более 1 м, ширина не более 0.7 м, масса не более 40 Кг, масса перевозимого груза 15 Кг, работающий при напряжении 24 вольт должен обеспечить автоматическое выполнение следующих функции:

- возможность удаленного управления робота;
- возможность поворота передней и задней колесной оси робота на не менее +- 60 градусов;
- возможность определения углов поворота и скоростей вращения каждого колеса;
- возможность определения ускорения движения робота по 3 осям локальных системы координат;

- возможность удаленного ручного управления движения робота;
- возможность снятия изображения с камера на борту робота;
- возможность определения направления на каждом двигатели робота;
- возможность перемещения робота в естественных условиях как снег, грязь, песок, трава, камни;
- возможность преодолевать препятствия до 12 см.

Параметры предъявляемые к роботу:

- количество колес не менее 6;
- максимальная скорость движения робота до 15 км/час;
- время автономное управления не менее 40 мин;
- масса перевозимого груза не более 15 кг.