



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 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
ООП/ОПОП «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли»
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка и реализация алгоритма планирования маршрута в мобильном роботе
УДК 629.072:007.52

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Фу Гуаньхэн		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Конкин Д.А.			

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т.В.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А.И.	д.т.н.		

Нормоконтроль (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В.	к.т.н		

Томск – 2023г.

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
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)–1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)–2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно–коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК(У)–3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)–4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)–5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)–1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)–2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико–механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)–3	готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)–4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с

Код компетенции	Наименование компетенции
	<p>учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования</p>
ПК(У)–5	<p>Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>
ПК(У)–6	<p>Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа</p>
ПК(У)–7	<p>Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем</p>
ПК(У)–8	<p>Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством</p>

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)–9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)–10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)–11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)–18	Способен аккумулировать научно–техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)–19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)–20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)–21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)–22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно–методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения



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 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Громаков Е.И.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Фу Гуаньхэн

Тема работы:

Разработка и реализация алгоритма планирования маршрута в мобильном роботе	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	33–43/с от 02.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	10.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<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 – алгоритм маршрута</p> <p>Область применения – Поиск кратчайшего маршрута, планирование маршрута</p> <p>Рабочая зона, Модель города, созданная в Unreal Engine.</p> <p>Оборудование рабочей зоны: компьютер, мобильный робот</p> <p>Метод реализации предполагает кодирование программы с помощью программного обеспечения, а затем использование мобильного робота в качестве экспериментальной платформы для проверки работоспособности алгоритма.</p>

<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <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>	<p>1. Изучение взаимодействия между Matlab и Unreal Engine 2. Создание пользовательских сцен и преобразование их в исполняемые файлы 3. Получение статической карты сцены 4. Применение алгоритма pathplannerRRT для планирования пути мобильного робота</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Былкова Татьяна Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сечин Александр Иванович, профессор ООД ШБИП, д.т.н.</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ОАР ИШИТР</p>	<p>Конкин Д.А.</p>			

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>158Т92</p>	<p>Фу Гуаньхэн</p>		

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 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 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
158Т92	Фу Гуаньхэн

Тема работы:

Разработка и реализация алгоритма планирования маршрута в мобильном роботе
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

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	Конкин Д.А.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.			

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Фу Гуаньхэн		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 62 стр. (без учёта приложений), 15 рис., 11 табл., 19 источников, и приложение на 3 листах.

Ключевые слова: Мобильные роботы, планирование маршрута.

Объектом исследования является алгоритм планирования маршрута, применяемый к мобильным роботам.

Цель работы – Моделирование алгоритма планирования маршрута для мобильного робота в виртуальной среде.

В процессе исследования была проведена работа по созданию пользовательских сцен, визуализации сцен и моделированию алгоритмов планирования пути.

Метод, использованный для выполнения работы (исследования), был основан на имитационном алгоритме планирования маршрута в виртуальной сцене, построенной совместно Matlab и Unreal Engine.

Область применения: результаты научно–исследовательской работы в рамках выпускной работы могут быть использованы в транспортной отрасли и навигационной системе.

Содержание

Введение.....	13
1. Основы программного обеспечения для тестирования беспилотных транспортных средств в виртуальной среде.....	15
1.1 Взаимодействие между Matlab и Unreal Engine.....	15
1.2 Использование Unreal Engine в среде Simulink.....	15
2. Методы моделирования виртуальных сцен и их визуализации.....	19
2.1 Предварительно созданные сцены.....	19
2.2 Пользовательские сцены.....	19
2.3 Использование пользовательских сценариев.....	20
2.4 Создание статических карт для виртуальных сцен.....	21
3. Применение алгоритма планирования маршрута.....	23
3.1 Создание карты стоимости для сцены.....	23
3.2 Выбор опорных точек маршрута.....	25
3.3 Планирование маршрута с помощью алгоритма pathPlannerRRT.....	26
3.4 Движение по маршруту.....	28
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	31
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	31
4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	32
4.3 Планирование научно–исследовательских работ.....	33
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	33
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	34
4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	37

4.3.4 Бюджет научно–технического исследования (НТИ).....	39
4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	39
4.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	39
4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	40
4.3.4.4 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта.....	41
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	41
5. Социальная ответственность	46
5.1 Техногенная безопасность	46
5.1.1 Анализ опасных и вредных факторов, которые может создать объект исследования.	46
5.2 Охрана окружающей среды	52
5.2.1 Анализ влияния объекта и процесса исследования на окружающую среду.....	52
5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	53
5.4 Чрезвычайные ситуации.....	54
5.5 Выводы.....	58
Заключение	59
Список использованных источников	61
Приложение А(Обязательное)Код алгоритма планирования маршрута.	63

Введение

Системы автономного вождения - быстро развивающаяся технология, которая становится основным трендом в автомобильной промышленности. С помощью навигационного оборудования и системы распознавания объектов специалистам компании "Камаз" удалось создать беспилотный автомобиль, который был протестирован в условиях Арктики и смог безопасно проехать 2 500 километров [1]. Система Autopilot компании Tesla Motors позволяет осуществлять автоматическое экстренное торможение, адаптивный круиз-контроль и автоматическую парковку [2]. В то же время согласно последним новостям, компания "Яндекс" в тестовом режиме запустила в некоторых районах Москвы беспилотное такси [3], что показывает, что системы автономного вождения уже полноценно входят в жизнь людей. При этом одной из базовых возможностей таких систем является построение маршрута из одной точки на карте в другую.

В настоящее время доступно несколько подходов к тестированию и верификации алгоритмов, разрабатываемых для беспилотных систем. Во-первых, это тестирование алгоритмов на беспилотных транспортных средствах, которые уже оснащены прототипом системы управления. Однако этот метод имеет очевидные недостатки, такие как дороговизна решения и недостаточная безопасность, а также тот факт, что использование такого транспортного средства на дорогах общего пользования требует большого количества разрешений от контролирующих и лицензирующих органов. Второй метод заключается в создании прототипа алгоритма управления на масштабной модели. Однако надежность и точность этого метода в определенной степени ограничены, в частности существенным ограничением такого метода является невозможность применения сразу нескольких типов сенсоров (например, одновременное использование радаров, лидаров и нескольких камер бокового обзора), в виду их больших габаритов. И последним способом верификации алгоритмов систем автономного вождения является использование виртуальных макетов, с

использованием различных систем моделирования на основе игровых движков. В настоящее время данный метод получил широкое распространения благодаря своей гибкости и широким возможностям по моделированию различных нештатных ситуаций, которые могут возникнуть в повседневном использовании беспилотных транспортных средств. В качестве такого виртуального стенда была выбрана система математического моделирования Matlab и Unreal Engine для моделирования автономных транспортных средств в виртуальном сценарии.

1. Основы программного обеспечения для тестирования беспилотных транспортных средств в виртуальной среде

1.1 Взаимодействие между Matlab и Unreal Engine

В данной работе основное внимание уделяется разработке и моделированию алгоритмов планирования маршрута. В качестве среды для прототипирования алгоритма планирования маршрута была выбрана система Matlab, обладающая большим количеством встроенных и внешних инструментов упрощающих процесс разработки, таких как Simulink – используемый в качестве инструмента проектирования и моделирования систем управления и обработки сигналов, с одной стороны, и Unreal Engine, с другой стороны, который является движком для создания игр и виртуальной реальности. Взаимодействие между двумя этими инструментами осуществляется в основном через расширение Simulation 3D Toolbox, дополнительный компонент к Simulink, который помогает пользователям взаимодействовать с моделями Simulink и виртуальными сценами, такими как окружение в Unreal Engine. Данный модуль предоставляет множество интерфейсов и функций, которые позволяют пользователям выполнять такие задачи, как

- а) создание моделей в среде Simulink;
- б) связь моделей Simulink и объектов Unreal Engine;
- в) передача параметров объекта из модели Unreal Engine в модель Simulink для проведения промежуточных вычислений и формирования управляющих сигналов;
- г) передача сигналов управления из модели Simulink в среду Unreal Engine и их отображение в реальном времени.

1.2 Использование Unreal Engine в среде Simulink

Для того чтобы осуществлять моделирование сценариев и управление транспортными средствами в сцене, в среде Simulink должна быть составлена имитационная модель, представленная на рисунке 1, которая состоит из трех основных блоков.

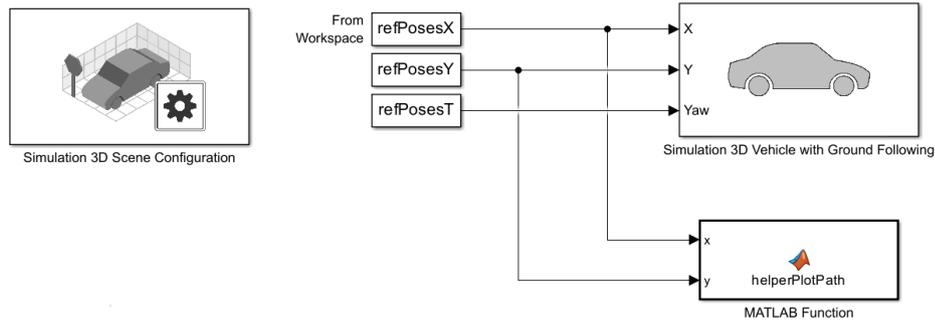


Рисунок 1 – Имитационная модель Simulink

Первый блок – Simulation 3D Scene Configuration, используется для конфигурации и взаимодействия со сценой, а также выполняет моделирование сцены и её отображение с помощью движка Unreal Engine от Epic Games. Automated Driving Toolbox интегрирует среду 3D-симуляции с Simulink, чтобы пользователь и программы могли делать запросы об окружающем автомобиль мире, в том числе проводить тестирование алгоритмов обнаружения препятствий и управления.

Существует три режима сцен, использующих Unreal Engine в Simulink – Default Scenes, Unreal Executable и Unreal Editor – которые можно выбрать в модуле Simulation 3D Scene Configuration, изменив параметр Scene Source.

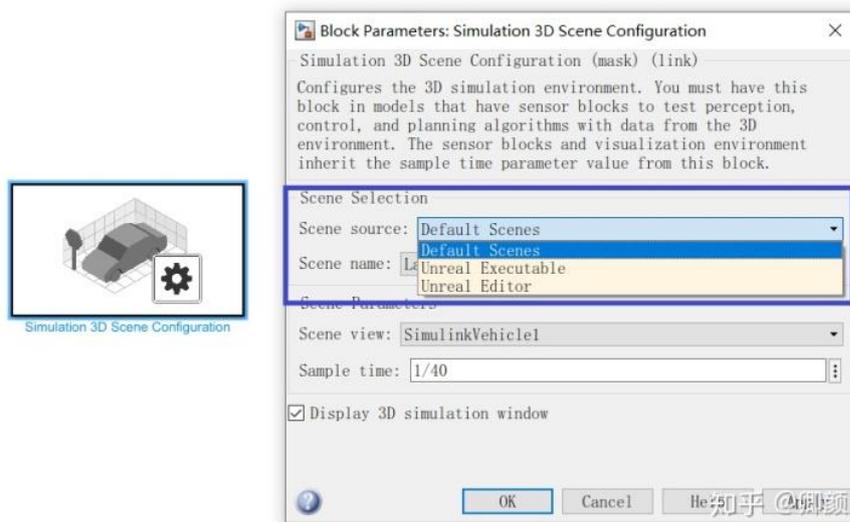


Рисунок 2 – Выбор режимов сцены

В режиме Default Scenes – пользователь получает возможность использования предварительно созданных сценариев и примеров подготовленных MathWorks.

В режиме Unreal Executable – пользователи могут экспортировать собственные, предварительно скомпилированные в Unreal Engine, сцены, при этом сам редактор Unreal Editor не нужно открывать для моделирования.

В последнем режиме Unreal Editor, как и в предыдущем, пользователи могут создавать собственные сцены в Unreal Engine, которые во время моделирования запускается непосредственно в Unreal Editor. Данный режим может быть использован для корректировки сценариев в редакторе Unreal Editor на основе результатов моделирования [4].

Блок Simulation 3D Vehicle with Ground Following используется для размещения транспортного средства в среде трехмерного моделирования, которое затем визуализируется с помощью Unreal Engine. В качестве входных аргументов блок получает данные (X, Y) о положении транспортного средства, а также углу рысканья автомобиля, которые затем используются для регулировки высоты, углов крена и тангажа таким образом, чтобы автомобиль следовал рельефу местности. Данный блок определяет скорость и курс автомобиля и регулирует угол поворота и вращение каждого колеса [5].

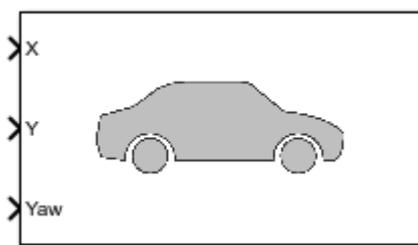


Рисунок 3 – Simulation 3D Vehicle with Ground Following

Чтобы использовать этот блок, необходимо убедиться, что блок Simulation 3D Scene Configuration находится в модели. При его настройке надо убедиться что правильно выставлена частота дискретизации через параметр Sample time, которая должна соответствовать частоте установленной в блоке Simulation 3D

Scene Configuration, если этого не осуществить, то система выдаст ошибку. Существует альтернативный способ задания частоты дискретизации в котором параметр Sample time устанавливается равным «-1», и блок наследует данный параметр от блока Simulation 3D Scene Configuration.

На входе блока используется правосторонняя (RH) декартова система координат автомобиля, определенная в SAE J670 [6] и ISO 8855 [7]. Система координат является инерционной и изначально выровнена по геометрическому центру автомобиля:

- а) ось x проходит вдоль продольной оси транспортного средства и направлена вперед;
- б) ось y проходит вдоль поперечной оси транспортного средства и направлена влево;
- в) ось Z направлена вверх.

Углы рысканья, тангажа и крена по осям Z , Y и X , соответственно, положительны при повороте часовой стрелке, если смотреть вдоль положительного направления этих осей. Транспортные средства размещаются в глобальной системе координат сцены. RefPosesX, refPosesY и refPosesT в модели – это положение автомобиля и угол рысканья, полученные из Matlab.

Кроме того, в модели используется вспомогательная функция helperPlotPath, предназначенная для вывода пути на карте, заданного путевой точкой, на текущей сцене.

В целом, виртуальные сцены делятся на предварительно созданные сцены и пользовательские сцены. В данной работе готовые сцены – это сцены предварительно созданные MathWorks и поставляемые с соответствующими дополнениями, а пользовательские сцены – это сцены, созданные автором с помощью Unreal Engine. Ниже эти два метода описаны отдельно.

2. Методы моделирования виртуальных сцен и их визуализации

2.1 Предварительно созданные сцены

Этот метод прост в использовании и позволяет пользователям быстро познакомиться с базовыми принципами использования Simulink и Unreal Engine для моделирования сценариев вождения, а также оценить возможности доступных вычислительных систем и их пригодность для поставленной задачи.

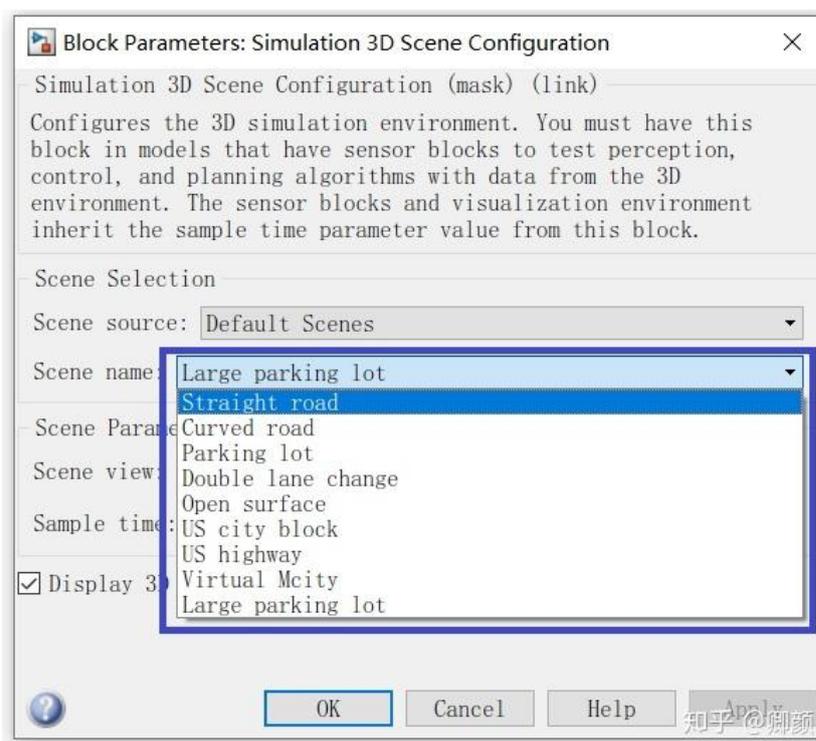


Рисунок 4 – Выбор предварительно созданных сцен

В данном наборе находится достаточное количество сценариев, таких как прямые участки дороги, повороты, автостоянки, двухполосные шоссе, городские кварталы, большие парковочные зоны и т.д. Используя эти сценарии, можно выполнить моделирование простых ситуаций и проверить работу алгоритма.

2.2 Пользовательские сцены

Однако существующих предварительно созданных сценариев может оказаться недостаточно, для решения практических задач, возникающих на городских дорогах. Для решения такой задачи и создан режим пользовательских сценариев, позволяющий не только добавить свои сценарии в систему, но и полностью его протестировать. На данном этапе основную проблему составляет

создание реалистичной модели города, поскольку необходимо не только спланировать городские дороги, здания и деревья, но и выполнить рендеринг всех объектов в сцене для придания им реалистичности, в дополнение к имитации естественного освещения. Однако такой метод позволяет хорошо воспроизвести реалистичную планировку города и условия движения, а также дает возможность более детального тестирования алгоритма планирования маршрута, что создает прочную основу для его практического применения. Пример созданной модели города, приведен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Трехмерная модель города

2.3 Использование пользовательских сценариев

В среде Simulink предусмотрены два режима запуска пользовательских сценариев: либо открыть Unreal Engine с помощью Unreal Editor, который затем выполняет моделирование сцены, либо предварительно скомпилировать сцену в исполняемый файл и использовать исполняемый файл для визуализации сцены.

При компиляции сцены в исполняемый файл необходимо убедиться, что присутствуют все нужные плагины, а в разделе упаковки должны быть выполнены настройки, приведенные в таблице ниже.

Таблица 1 – Настройка опций компиляции [8]

Параметр компиляции	Включить или выключить
Use Pak File	Включить
Cook everything in the project content directory (ignore list of maps below)	Выключить
Cook only maps (this only affects cookall)	Включить
Create compressed cooked packages	Включить
Exclude editor content while cooking	Включить

Кроме того, при сборке проекта, необходимо настроить освещение сцены. Если этого не будет сделано, то затенение источников света в исполняемом файле будет неправильным, и во время моделирования появится соответствующее предупреждение .

Преимуществом использования режима Unreal Executable является то, что его можно использовать в Simulink, не открывая Ureal Engine, но при этом нет возможности вносить изменения объекты на сцене. Если же запустить режим Unreal Editor, то появляется возможность вносить изменения в объекты сцены. Однако использование исполняемых файлов позволяет повысить производительность моделирования. К тому же упаковка сцен в исполняемые файлы, безусловно, является более удобным методом для тех, у кого на компьютере не установлен Unreal Engine.

2.4 Создание статических карт для виртуальных сцен

Из-за большого размера и сложности трехмерных моделей сцен, разработанных в Unreal Engine, их трудно использовать непосредственно при тестировании алгоритмов автопилота. Для упрощения алгоритмов и их тестирования в данной работе на основе трехмерных моделей и редактора Unreal® создавались двухмерные карты сцен. Для этого необходимо было добавить Camera Actor в сцену на Unreal Engine, установите ее прямо над

моделью, затем сделайте снимок экрана, в результате чего получается двумерная изображение сцены[9]. После получения снимка экрана высокого разрешения его можно преобразовать в карту, создав двумерный объект пространственной привязки `imref2d`. Этот объект описывает связь между точками изображения и глобальными координатами сцены. Однако необходимо чтобы изображение сцены находилось в одной директории с файлом кода, который выполняет преобразование изображения. Пример использования двумерного объекта для пространственной привязки `imref2d` приведен на рисунке 6.

```
SceneImage = imread("myScene.png");
imageSize = size(SceneImage);
xlims = [-40 30]; % в метрах
ylims = [-40 30]; % в метрах

sceneRef = imref2d(imageSize,xlims,ylims);
imshow(flip(SceneImage,1), sceneRef) % Отображение и переворачивание изображения для сохранения правильной ориентации изображения после следующего шага
set(gca,YDir="normal",Visible="on") % Правильная ось Y для декартовой системы координат правостороннего мира
xlabel("X (m)")
ylabel("Y (m)")
```

Рисунок 6 – Использование двумерного объекта с пространственной привязкой `imref2d`

При этом статическая карта сцены из Unreal Engine показана на рисунке 7.

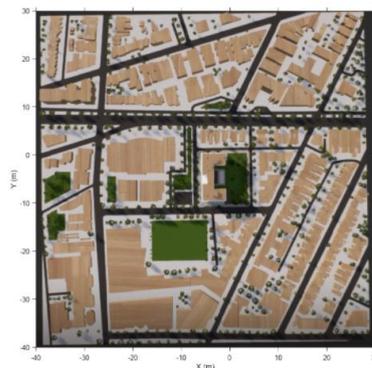


Рисунок 7 – Статическая карта сцены Unreal Engine

3. Применение алгоритма планирования маршрута

3.1 Создание карты стоимости для сцены

При планировании маршрутов по существующим картам местности, будь то карта, созданная в виртуальной среде, как это было показано в предыдущем разделе, либо реальная карта местности, первостепенной задачей является определение возможности передвижения транспортного средства, либо мобильного робота по данной территории. Для решения этой задачи создаются карты затрат, т.е. то сколько будет стоить ошибка попадания робота/транспортного средства на данную территорию. Наиболее простым примером такой карты является бинарная карта местности, где белым цветом указаны области где можно проехать, а черным цветом обозначены где движение невозможно, например, здания или озера. Ниже на примере разработанной трехмерной модели города покажем процесс создания карты затрат:

1. Получить информацию о размерах карты.
2. Загрузить предварительно сгенерированное изображение.
3. Получить местоположение левого нижнего угла карты.
4. Рассчитать разрешение.
5. Создать карту затрат.

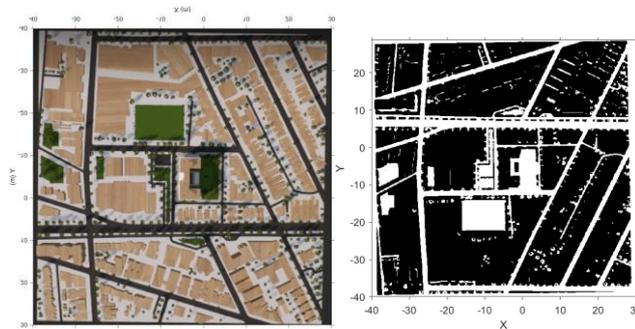


Рисунок 8 – Карта модели города и её карта стоимости

Построив карту затрат легко можно определить области, которые следует обходить (на рисунке 8 эти области обозначены черным цветом).

Для создания карты затрат была использована функция `im2gray`, преобразующая цветные изображения (массив значений $m \times n \times 3$) в яркостное

изображение (массив значений $m \times n$) [10]. Для получения бинарной карты затрат, необходимо было определить значение яркости области как порог ниже или выше которого объект будет считаться непреодолимым, например, здесь в качестве порога было выбрано значение 90, т.е. все что ниже данного порога считалось непреодолимым и на карте затрат обозначено черным цветом, а все что выше 90, считалось легко преодолимым и обозначено белым. Если взглянуть на карту, приведенную на рисунке 8, то становится очевидным, что такой простой алгоритм формирования карты затрат не всегда эффективно работает, поскольку помимо дорог, в область где возможно движение также попал и парк. Однако, как видно на рисунке, парк и дорога практически не соединены, поэтому это не влияет на планирование маршрута в данном примере.

Кроме того, с помощью объекта `vehicleCostmap` создается карта затрат, представляющая планируемое пространство поиска вокруг транспортного средства [11].

Для проверки возможных столкновений на карте затрат производится расширение препятствий, с использованием радиуса расширения, указанный в свойстве `CollisionChecker`. Алгоритм планирования пути `pathPlannerRRT` использует карту затрат для поиска свободных от столкновений путей для транспортного средства.

```
RGB = imread('myScene.png');
sceneImageBinary = im2gray(RGB);
imBW = uint8((sceneImageBinary>90)*255);
sceneImageBinary = imBW;
mapLocation = [sceneRef.XWorldLimits(1), sceneRef.YWorldLimits(1)];
% Разрешение вычислений
mapWidth = sceneRef.XWorldLimits(2)-sceneRef.XWorldLimits(1); % метров
cellSize = mapWidth/size(sceneImageBinary, 2);
% Создание costmap
costmap = vehicleCostmap(im2single(sceneImageBinary), 'CellSize', cellSize, 'MapLocation', mapLocation);
figure
plot(costmap, 'Inflation', 'off');
legend off
vehicleDims = vehicleDimensions(vehicleLength, vehicleWidth, vehicleHeight,...
    'FrontOverhang', frontOverhang, 'RearOverhang', rearOverhang);
costmap.CollisionChecker.VehicleDimensions = vehicleDims;
% Установите радиус надувания, указав количество окружностей, окружающих
costmap.CollisionChecker.NumCircles = 5;
```

Рисунок 9 –Код для создания карты затрат

Важность карты затрат невозможно переоценить. Без их использования практически не возможно выполнить планирование маршрута, что значительно затрудняет задачу автономного управления.

3.2 Выбор опорных точек маршрута

Опорные точки маршрута – это важные места и ориентиры, записанные в виде координат, это могут быть перекрестки или заметные знаки, которые должны быть заданы перед планированием маршрута. В нашем примере необходимо задать данные для начальной и конечной точек маршрута, т.е. их положение (x,y) и направление движения автомобиля (θ) . Поэтому мы определяем начальную и конечную позиции автомобиля как векторы $[x, y, \theta]$ [12].

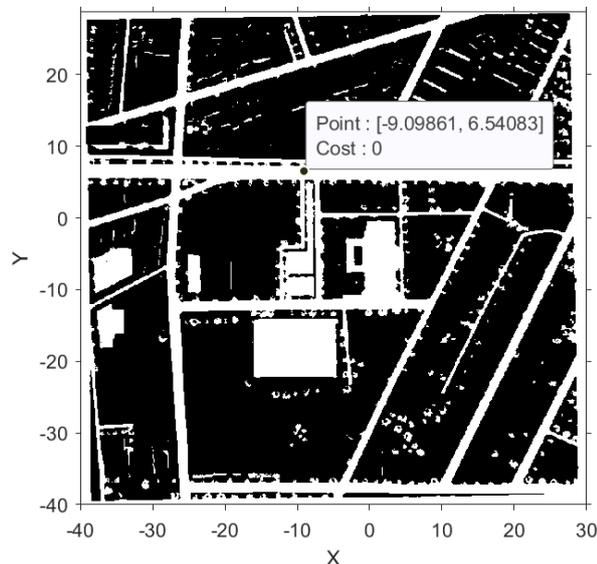


Рисунок 10 –Отображение координат путевых точек

После получения карты затрат можно воспользоваться подсказками для получения координат путевых точек и ввести начальную и конечную точки, используя код, показанный ниже.

```
% Изображение автомобиля в исходной позе  
startpose = [-25.6009, -37.5732, 0]; % [метры, метры, градусы]  
goalpose = [11.2, -35.5, 0];
```

Рисунок 11 –Выбор путевых точек

3.3 Планирование маршрута с помощью алгоритма pathPlannerRRT

После получения данных о карте затрат, а также референсных позиций на карте можно перейти к использованию алгоритма планирования маршрута, для чего используется объект pathPlannerRRT, который настраивает планировщик маршрута транспортного средства на основе оптимального алгоритма быстрого исследования случайного дерева (RRT*). Планировщик пути RRT* исследует окружающую среду вокруг транспортного средства путем построения дерева случайных позиций без столкновений. После настройки объекта pathPlannerRRT необходимо воспользоваться функцией plan для прокладывания маршрута от начальной до конечной точек маршрута.

```
planner = pathPlannerRRT(costmap);
refPath = plan(planner, startpose, goalpose);
isPathValid = checkPathValidity(refPath, costmap);
refPoses = interpolate(refPath);
hold on
plot(refPath, 'DisplayName', 'Planned Path')
scatter(refPoses(:,1), refPoses(:,2), [], 'filled', ...
        'DisplayName', 'Transition Poses')
hold off
```

Рисунок 12 – Планирование маршрута с помощью алгоритма pathPlannerRRT

Сначала объект pathPlannerRRT используется для создания маршрута от начальной до конечной точки, а также используется функция checkPathValidity для проверки правильности маршрута и отсутствия столкновений, затем производится интерполяция маршрута для получения промежуточных точек вдоль маршрута и, наконец, функция plot используется для отображения запланированного маршрута и его промежуточных точек на карте.

Здесь стоит отметить, что это не всегда возможно выполнить, поскольку построенный таким образом маршрут может содержать резкие изменения направления движения, а также резкое изменение скорости и ускорения, что практически не возможно в действительности.

Для решения проблемы резких изменений направления, скорости и ускорения весь маршрут передвижения интерполировался с помощью кубического сплайна, для чего была использована функция `smoothPathSpline`, позволяющая задать количество узлов, в которых будет сформирован интерполированный маршрут. Интерполированные позиции возвращаются с интервалом примерно 0,1 м по всей длине пути. Сглаживание траектории производится путем подгонки трех сплайнов к эталонным точкам, которые содержатся последовательно из путевых точек (`wayPoints`) и опорных точек (`refPoses`). Использование функции `smoothPathSpline` формирует переменную `smoothRefPoses` содержащую точки маршрута после его интерполяции.

Чтобы наглядно продемонстрировать процесс интерполяции выполним сравнение путей, построенных по нескольким опорным точкам, до и после интерполяции (см. рис. 13). Как видно из рисунка 13 при кусочно-линейном построении маршрута на каждом участке транспортное средство движется по прямой, однако в узловых точках происходит резкое изменение направления движения, что в реальности означает огромное ускорение, а как следствие и огромные перегрузки создаваемые как на грузы, так и на пассажиров. С другой стороны, после интерполяции маршрута кубическим сплайном, построенный маршрут стал непрерывной кривой с непрерывной скоростью и ускорением.

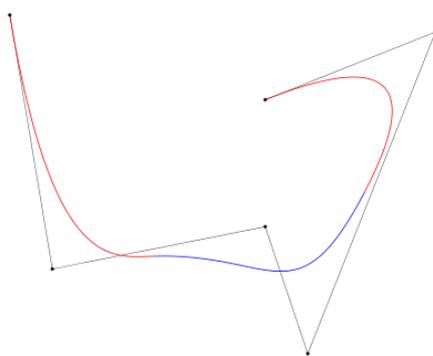


Рисунок 13 – Трапецевидные и гладкие пути [13]

3.4 Движение по маршруту

Для выполнения моделирования траектории движения необходимо использовать предварительно настроенный блок Simulation 3D Vehicle with Ground Following в который из среды Simulink будет передаваться информация о текущем времени моделирования и положении транспортного средства в данный момент. Для успешной симуляции модель настроена на получение переменных refPosesX, refPosesY и refPosesT из рабочей области с помощью блока From Workspace (Simulink). Модель считывает эти переменные из рабочего пространства Matlab для обновления положения автомобиля. Эти переменные могут быть обновлены непосредственно перед запуском моделирования (См. рис. 14).

```
% Создайте профиль постоянной скорости путем генерации временного вектора
% пропорциональный кумулятивной длине пути.
timeVector = normalize(cumLengths, 'range', [0, simStopTime]);

% Создайте переменные, необходимые для модели Simulink.
refPosesX = [timeVector, smoothRefPoses(:,1)];
refPosesY = [timeVector, smoothRefPoses(:,2)];
refPosesT = [timeVector, smoothRefPoses(:,3)];
```

Рисунок 14 – Код для чтения пространственных переменных

В дальнейшем можно запустить выполнение модели, как непосредственно в среде Simulink, так и с помощью внешнего скрипта из Matlab.

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Т92	Фу Гуаньхэн

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней рыночной стоимости. Оклады в соответствии с окладами сотрудников организации.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент – 1,3. Прочие расходы – 10%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30%;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализ: оценка потенциальных потребителей, SWOTанализ, определение возможных альтернатив проведения НИ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИ, разработка графика проведения НИ, планирование бюджета НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной,	Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального финансового показателя,

социальной и экономической эффективности исследования	интегрального показателя ресурсоэффективности для всех видов исполнения НИТ
---	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1.	Оценка конкурентоспособности технических решений
2.	Матрица SWOT
3.	Альтернативы проведения НИ
4.	График проведения и бюджет НИ
5.	Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Фу Гуаньхэн		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Потребительский рынок для данного исследования, несомненно, огромен, и оно может быть применено в любой отрасли, где ручной труд может быть заменен роботами. Результаты исследования могут быть применены в повседневной жизни, например, роботы для мытья полов; на заводах, например, автоматизированная транспортировка товаров; в автомобильной промышленности, например, автомобили без водителя.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.095	5	5	4	0.475	0.475	0.38
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	5	3	4	0.5	0.3	0.4
3. Помехоустойчивость	0.07	4	4	3	0.28	0.28	0.21
4. Энергоэкономичность	0.06	4	4	4	0.24	0.24	0.24
5. Надежность	0.085	5	5	4	0.425	0.425	0.34
6. Уровень шума	0.075	4	3	4	0.3	0.225	0.3
7. Безопасность	0.095	5	4	5	0.38	0.38	0.475

Продолжение таблицы 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
8. Потребность в ресурсах памяти	0.07	5	4	4	0.35	0.28	0.28
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.085	5	5	4	0.425	0.425	0.34
10. Простота эксплуатации	0.1	5	4	5	0.5	0.4	0.5
11. Качество интеллектуального интерфейса	0.07	4	4	4	0.28	0.28	0.28
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0.095	4	4	4	0.38	0.38	0.38
Итого	1				4.535	4.09	4.125

В оценочной карте для сравнения конкурентных технических решений (разработок), обозначения Бф и Кф это ОВЕН ПЛК100; Бк1 и Кк1 это ICP DAS.

Исходя из расчётов, сделанных выше, можно сделать вывод, что разработка имеет высокий уровень конкурентоспособности.

Позиции конкурентов особенно уязвимы в степени проникновения на рынок. Кроме того, уязвимостью является предполагаемый срок эксплуатации разработки. Конкурентное преимущество устройства в функциональной мощности, сроке выхода на рынок и конкурентоспособности.

4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения возможных альтернатив проведения научных исследований воспользуемся морфологическим методом и составляется морфологическая матрица (таблица 3).

Таблица 3 – Морфологическая матрица для программно–алгоритмического комплекса для робота–манипулятора.

№п/п		1	2	3
А	Движители робота	3 колеса	4 колеса	гусеницы
Б	Глобальная навигация	WEB камера	GPS	Лидар
В	Дополнительная локальная навигация	Акселерометр + гироскоп	Лидар	Энкодеры
Г	Вычислительное устройство	Компьютер	Jetson TK1	Микрокомпьютер ARM
Д	Дополнительные устройства	Отсутствуют	Дополнительные датчики	Дополнительные вычис. устройства

По морфологической матрице, можно предложить три варианта решения поставленной технической задачи. В рамках бакалаврской работы разрабатывается программно алгоритмический комплекс для роботаманипулятора, поэтому количество возможных вариантов исполнения системы уменьшается.

4.3 Планирование научно–исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 4–Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Проведение патентных исследований	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель,

Продолжение таблицы 4 –Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Руководитель темы
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
	9	Заполняется дипломником самостоятельно	Инженер
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	11	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	12	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель темы
	13	Выбор и расчет конструкции	Инженер
	14	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инженер
	15	Заполняется дипломником самостоятельно	Инженер
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	16	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Руководитель темы
	17	Лабораторные испытания макета	
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	18	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Руководитель темы
	19	Оформление патента	Инженер
	20	Размещение рекламы	Инженер

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит

от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, (1)$$

где $t_{ожі}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, (2)$$

где T_{pi} — продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$ — численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнитель			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел–дни			t_{max} , чел–дн			$t_{ож}$, чел–дни											
	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3
Определение и постановка целей	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	1	1	1	2–3	2–3	2–3	3–4	3–4	3–4
Создание тех задания	1	0,5	1	1,5	1	1,5	1,2	0,7	1,2	2	2	2	2–3	1–2	2–3	3–4	2–3	3–4
Выбор и анализ источников	20	15	30	25	20	35	22	17	32	1	1	1	20–25	15–20	30–35	30–38	23–30	46–53
Выбор функционирования системы	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,7	0,7	0,7	2	2	2	1–2	1–2	1–2	2–3	2–3	2–3
Основа принципов работы над продуктом	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	1	2–3	1–2	2–3	3–4	2–3	2–3
Выбор технологий, архитектурное построение	2	1	2	3	2	3	2,4	1,4	2,4	1	1	1	1–2	1–2	1–2	2–3	2–3	2–3
Программное решение	28	20	32	35	28	42	30,8	23,2	36	1	1	1	28–35	20–28	32–42	43–53	30–43	48–65
Тест и отлаживание	3,5	1	4	4,5	2,5	4,5	3,9	1,6	4,2	2	2	2	7–9	2–5	8–9	11–14	3–8	12–14
Положение пояснительного описания	6	6	6	8	8	8	6,8	6,8	6,8	1	1	1	6–8	6–8	6–8	9–12	9–12	9–12
Создание отчета работы	4	4	4	8	8	8	5,6	5,6	5,6	1	1	1	4–8	4–8	4–8	6–12	6–12	6–12
Графический материал	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	1	1–2	1–2	1–2	2–3	2–3	2–3

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Таблица 6 – Календарный план–график проведения НИОКР по теме

№ работ Вид работ Исполнители Т _н , кал. дн.				Продолжительность выполнения работ																	
				д.	январь			февраль			март			апрель			май			июнь	
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Определение и постановка целей	НР	4	■																	
2	Составление технического задания	НР, Магистрант	4	■																	
3	Подбор и изучение литературы и технологий	Магистрант	53		■																
4	Определение функций системы	НР, Магистрант	3				■														
5	Изучение и оценка существующих решений	Магистрант	3				■														
6	Формулирование основных принципов программной реализации продукта	Магистрант	3				■														
7	Выбор технологий и архитектурных принципов реализации	Магистрант	3				■														
8	Программная реализация	Магистрант	65					■													
9	Тестирование и отладка	НР, Магистрант	14											■							
10	Составление пояснительной записки	Магистрант	12												■						
11	Написание отчёта о проделанной работе	Магистрант	12														■				
12	Оформление графического материала	Магистрант	3																■		

 Научный руководитель (НР)
  Магистрант

4.3.4 Бюджет научно–технического исследования (НТИ)

4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Таблица 7 – Материальные затраты

Наименование	Единица	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на		
		Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Исп.1	Исп.1	Исп.1
Корпус мобильного	Шт.	1	1	1	12400	12400	12400	12400	12400	12400
WEB камера	Шт.	0	1	0	0	5000	0	0	5000	0
Акселерометр + гироскоп	Шт.	0	1	0	0	2000	0	0	2000	0
GPS	Шт.	1	0	1	4200	0	4200	4200	0	4200
Компьютер	Шт.	0	0	1	0	50000	50000	0	50000	50000
Jetson TK1	Шт.	1	0	1	15000	0	15000	15000	0	15000
Энкодер	Шт.	1	0	1	7500	0	7500	7500	0	7500
Итого								39100	69400	89100

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

Таблица 8 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол–во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
		Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1.	Паяльная станция	1	1	1	5000	5000	5000	5000	5000	5000
2.	Осциллограф	1	1	1	10000	10000	10000	10000	10000	10000
3.	Мультиметр	1	1	1	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Итого:								18000	18000	18000

4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Таблица 9 – 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	24	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Таблица 10– Расчёт основной заработной платы

Вар.	Исполнители	Разряд	кт	Зтс, руб.	кпр	кд	кр	Зм, Руб	Здн, руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, руб.
1	Руководитель	10	2,047	14584	0,3	0,15	1,3	27490	1385	14	19413
	Студент	1	1	7800	0,3	0,15	1,3	14703	738	57	42066
	Итого										61479
2	Руководитель	10	2,047	14584	0,3	0,15	1,3	27490	1385	14	19413
	Студент	1	1	7800	0,3	0,15	1,3	14703	738	57	42066
	Итого										61479
3	Руководитель	10	2,047	14584	0,3	0,15	1,3	27490	1385	14	19413
	Студент	1	1	7800	0,3	0,15	1,3	14703	738	57	42066
	Итого										61479

4.3.4.4 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Таблица 11 – Дополнительная заработная плата

Исполнители	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Руководитель	1410	1410	1410
Студент	2805	5117	3838
Итого	4215	6527	5248

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Полная заработная плата, руб.		
	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3
Руководитель проекта	19413	19413	19413	20823	20823	20823
Студент	42066	76752	54564	44871	81869	58402
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Вариант 1	17803					
Вариант 2	27830					
Вариант 3	21470					

Таблица 13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Вар.1	Вар.2	Вар.3
Критерии				
1. Точность	0.4	5	3	3

Продолжение таблицы 13– Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Вар.1	Вар.2	Вар.3
2. Быстродействие	0.2	5	5	4
3. Удобство	0.15	5	5	3
4. Функциональность	0.2	5	3	4
5. Интерфейс	0.15	5	5	3
ИТОГО	1	5,5	4,3	3,7

Как видно из сравнения интегральных показателей, наиболее эффективным с позиции финансовой и ресурсной эффективности является первое исполнение мобильной робототехнической платформы.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Т92	Фу Гуаньхэн

ШКОЛА	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема дипломной работы: «Разработка и реализация алгоритма планирования маршрута в мобильном роботе»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<ul style="list-style-type: none"> Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения) <p align="center">Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</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>Объект исследования – алгоритм маршрута Область применения – Поиск кратчайшего маршрута, планирование маршрута Рабочая зона, Модель города, созданная в Unreal Engine. Оборудование рабочей зоны: компьютер, мобильный робот Метод реализации предполагает кодирование программы с помощью программного обеспечения, а затем использование мобильного робота в качестве экспериментальной платформы для проверки работоспособности алгоритма.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>Анализ показателей шума и вибрации</p> <ul style="list-style-type: none"> установление соответствие показателей нормативному требованию; <p>Анализ показателей микроклимата</p> <ul style="list-style-type: none"> показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. <p>Анализ освещенности рабочей зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ (ред. от 25.02.2022) ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ; ГОСТ 21889–76; ГОСТ 22269–76; ГОСТ Р 50923–96; ГОСТ Р 51317.4.6–99; СанПин 1.2.3685–21;</p>

<p style="text-align: center;">Анализ электробезопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие электроисточников, характер их опасности; • установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. • при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. <p style="text-align: center;">Анализ пожарной безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. <p style="text-align: center;">Разработать схему эвакуации при пожаре.</p>	
<p style="text-align: center;">2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p style="text-align: center;">разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная освещенность; • Несоответствующие параметры микроклимата; • Повышенный уровень шума; • Повышенный уровень вибрации; • Психофизические факторы: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Короткое замыкание; • Статическое электричество; • Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <p>Осветительные приборы; Предохранительные устройства; Противошумные вкладыши</p>
<p style="text-align: center;">3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; 	<p style="text-align: center;"><i>Воздействие на селитебную зону:</i> отсутствует.</p> <p style="text-align: center;"><i>Воздействие на литосферу:</i> в виде отходов, возникших при поломке персонального компьютера,</p>

<ul style="list-style-type: none"> • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	люминесцентных ламп и других электроприборов. Также стоит учесть отходы макулатуры. <i>Воздействие на гидросферу:</i> продукты жизнедеятельности персонала. <i>Воздействие на атмосферу:</i> отсутствует.
---	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Фу Гуаньхэн		

5. Социальная ответственность

Введение

Безопасность жизнедеятельности – одна из важнейших сторон практических интересов человечества. Для обеспечения безопасности человека необходимо выделить опасные и вредные факторы, возникающие при его деятельности, и создать оптимальные условия труда. Так как результатом данного дипломного проекта является программа, которая находит оптимальный путь курьера, работа с которой производится непосредственно на персональном компьютере (ПК), то в данном разделе целесообразно рассмотреть вопросы анализа опасных и вредных факторов при работе с ПК, влияния этих факторов на окружающую среду и мероприятий по её защите.

5.1 Техногенная безопасность

5.1.1 Анализ опасных и вредных факторов, которые может создать объект исследования.

Любой производственный процесс, в том числе и работа с вычислительной техникой, сопряжен с появлением опасных и вредных факторов. Опасным называется фактор, воздействие которого на человека вызывает травму, то есть внезапное повреждение организма в результате воздействия внешних факторов. Вредным называется фактор, длительное воздействие которого на человека, приводит к профессиональным заболеваниям. Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при работе с ПК, подразделяются по природе действия на следующие группы: – физические; – химические; – психофизиологические.

5.1.1.1 Микроклимат

ЭВМ выделяет значительное количество тепла и является причиной повышения температуры и снижения влажности воздуха на рабочем месте, вызывающих раздражение кожи. Но повышения температуры незначительны и системы кондиционирования воздуха, и регулярное проветривание способствуют поддержанию здорового микроклимата в помещении. При

продолжительной работе может возникнуть сильное переутомление, что может ослабить защитные свойства организма.

Место работы должен соответствовать ГОСТ 30494–2011.

Таблица 11 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий.

Период года	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная	Допустимая, не более
Холодный	21–23	20–24	20–22	19–23	45–30	60 60	0,1 0,1	0,15
	19–21	18–25	18–20	17–24	45–30			
	20–22	19–23	19–21	18–22	45–30	60 60	0,1 0,1	0,15
	19–21	18–23	18–22	17–22	45–30			
	18–20	16–22	17–19	15–21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Теплый	23–25	18–28	22–24	19–27	60–30	65	0,15	0,25

Для поддержания соответствующих микроклиматических параметров в теплый период года используются системы вентиляции, а в холодный период 58 года используется центральное водяное отопление.

5.1.1.2 Освещенность

Одним из важнейших условий безопасности жизнедеятельности человека является рациональное и достаточное освещение рабочего места и помещения в целом. Помещение может быть плохо освещено, вследствие чего пользователю

приходится напрягать зрительные органы. Пользователь ПК подвергается воздействию плохой освещенности с самого начала работы. Ее воздействие продолжается до окончания работы на ПК или с оргтехникой. Последствиями плохой освещенности являются песок в глазах, тени перед глазами, напряжение зрительных органов. Последствия проходят через некоторое время после окончания работы за ПК. Длительность “восстановительного периода” зависит от времени, проведенного за ПК при плохой освещенности.

Рабочая аудитория, в которой проводилась работа за компьютером по написанию ВКР, находится в учебном 10 – ом корпусе ТПУ. Помещение проветривалось, так как кондиционер отсутствовал. В рабочем помещении использовалось комбинированное освещение — искусственное и естественное. Люминесцентные лампы типа ЛД можно отнести к искусственному освещению.

Чтобы исключить напряженность глазных мышц, необходимо организовать достаточный уровень света. Параметры освещенности рабочего места должны соответствовать требованиям СНиП 23–05–95* порядка 200–300 Лк.

5.1.1.3 Уровень шума

Шум неблагоприятно влияет на человека. Длительный шум влияет не только на слух. Он делает человека нервным, ухудшает его самочувствие, снижает работоспособность и скорость движения, замедляет умственный процесс.

Шум влияет на систему пищеварения и кровообращения, сердечнососудистую систему. В случае постоянного шумового фона до 70 дБ возникает нарушение эндокринной и нервной систем, до 90 дБ – нарушает слух, до 120 дБ – приводит к физической боли, которая может быть нестерпимой. Шум не только ухудшает самочувствие человека, но и снижает производительность труда на 10–15 %. В связи с этим борьба с ним имеет не только санитарногигиеническое, но и большое технико–экономическое значение. Приведенное выше определение шума соответствует ГОСТ 31191.5–2007.

Одним из важных профилактических средств предупреждения усталости при действии шума является чередование периодов работы и отдыха.

Отдых снижает отрицательное воздействие шума на работоспособность лишь в том случае, если продолжительность и количество отдыха соответствует условиям, при которых происходит наиболее эффективное восстановление раздражаемых мер воздействия шума нервных центров. Поэтому при выборе рациональных средств повышения работоспособности для конкретного производства необходимо учитывать влияние отдыха на ограничение воздействия интенсивного шума на организм человека.

5.1.1.5 Электричество

Под электробезопасностью понимается система организационных и 60 технических мероприятий по защите человека от действия электрического тока, электрической дуги, статического электричества, электромагнитного поля.

При эксплуатации электроприборов возможно воздействие на работающих следующих опасных производственных факторов:

- поражение электрическим током при прикосновении к токоведущим частям; – неисправность изоляции или заземления;
- искрение;
- возгорание.

Согласно ГОСТ Р 50571.3–2009 «Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током».

Защитная мера должна состоять из:

1. Соответствующего сочетания защитных мер для основной защиты и независимой меры для защиты при повреждении или
2. Усиленной меры защиты, которая обеспечивает основную защиту и защиту при повреждении.

Дополнительная защита определена как часть защитной меры для специальных электроустановок при определенных условиях внешних воздействий на них и в определенных специальных размещениях в соответствии с частью 7 комплекса стандартов МЭК 60364–7.

Примечание 1 – Для специальных условий эксплуатации электроустановок установлены защитные меры по 410.3.5 и 410.3.6.

Примечание 2 – Примером усиленной защитной меры является усиленная изоляция.

ВКР выполнялась в помещении, которое принадлежит к категории без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током.

5.1.1.6 Повышенный уровень вибрации

Задачей обеспечения вибрационной безопасности является предотвращение условий, при которых воздействие вибрации могло бы привести к ухудшению состояния здоровья работников, в том числе к профессиональным заболеваниям, а также к значительному снижению комфортности условий труда (особенно для лиц профессий, требующих при выполнении производственного задания исключительного внимания во избежание возникновения опасных ситуаций, например водителей транспортных средств). Согласно ГОСТ 26568–85 «вибрация методы и средства защиты».

Классификация методов вибрационной защиты

Методы защиты по отношению к источнику возбуждения вибрации подразделяют:

методы, снижающие параметры вибрации воздействием на источник возбуждения;

методы, снижающие параметры вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения.

5.1.1.7 Психофизические факторы: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда

Психофизиологические факторы обусловлены содержанием труда и его организацией, поэтому их называют иногда трудовыми. Согласно ГОСТ 12.0.003–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Основными мерами по снижению физической и нервно–психической напряженности являются следующие:

- 1) повышение уровня механизации и автоматизации трудоемких производственных процессов, использование современной высокопроизводительной техники;
- 2) совершенствование организации рабочих мест;
- 3) организация приемов и методов труда;
- 4) оптимизация темпа работы;
- 5) оптимизация режима труда и отдыха.

5.1.1.8 Короткое замыкание

Под коротким замыканием (КЗ) понимают особый случай, когда соединены 2 проводника электрического тока разных потенциалов или фаз электрического прибора между собой или землей. В месте соединения проводников происходит резкое увеличение значения силы электрического тока с превышением максимально допустимого параметра. Это приводит к остановке нормального функционирования" прибора и смежных элементов. Согласно ГОСТ ИЕС 61439–1–2013 Оборудование информационных технологий требования безопасности.

Для защиты от КЗ существуют различные устройства:

- автоматические выключатели;
- автоматические выключатели с автоматическим возвратом во включенное состояние;
- УЗО;
- плавкие предохранители;
- «пробки»; – самовосстанавливающиеся предохранители.

5.1.1.9 Статическое электричество

По всей поверхности предмета распределяются заряды. Если тело не заземлено, то они находятся на контактной поверхности. Если же предмет будет подключен к земному контуру, то статическое напряжение будет быстро стекать с физического тела. Электризация возникает, если предмет получает большое

число зарядов, которые не расходуются впоследствии во внешнюю среду. С таким положением требуется активно бороться. Важно обеспечивать своевременную эффективную защиту оборудования и оператора.

Подобное положение указывает на то, что все предметы необходимо заземлять. В быту и на производстве крайне важно избавиться от приобретаемых предметами зарядов. Поэтому необходимо знать, как снимать статическое электричество.

Согласно ГОСТ 12.4.124–83 средства защиты от статического электричества.

Требования к антиэлектростатическим предохранительным приспособлениям.

1. Антиэлектростатические кольца и браслеты должны обеспечивать электрическое сопротивление в цепи человек – земля от 10 до 10 Ом.
2. Заземляющий проводник антиэлектростатического браслета должен обеспечивать свободу перемещения рук.
3. На средствах индивидуальной защиты от статического электричества должны наноситься обозначения по ГОСТ 12.4.103–83.

5.2 Охрана окружающей среды

5.2.1 Анализ влияния объекта и процесса исследования на окружающую среду

При выполнении ВКР использовались: электроэнергия для работы компьютера, бумага и люминесцентные лампы.

Компьютер потребляет небольшое количество электроэнергии. Это положительно сказывается на экономии потребления электроэнергии.

К отходам, производимым в помещении, можно отнести бытовой мусор и твердые отходы при поломки частей ПК. Согласно СанПиН 2.1.3684–21 оборудование в случае полной неработоспособности и неремонтопригодности должно быть утилизировано на полигоне твердых бытовых отходов.

Необходимо предпринимать различные меры, для того чтобы как можно больше сократить негативное влияние на окружающую среду. В качестве таких мер можно рассматривать:

- использование экономного режима работы электротехники;
- использовать энергосберегающие лампы для освещения помещений;
- устанавливать режим освещения, соответствующий времени года;
- правильно утилизировать отходы (компьютерный лом, газоразрядные лампы, бумага и др.);
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- использовать малотоксичные материалы при производстве компьютерной техники.

5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

В соответствии с ГОСТ 12.2.032–78 (Система стандартов безопасности труда рабочее место при выполнении работ сидя) Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рис.15.

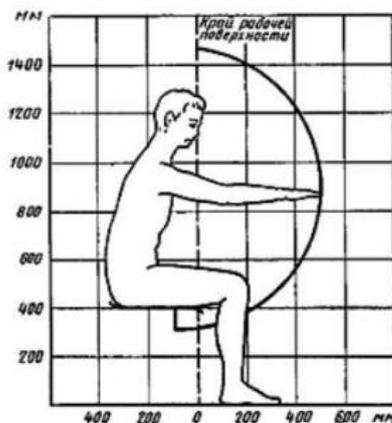


Рис.15 –Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

Кроме того, Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой 54 работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина – 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 – 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

5.4 Чрезвычайные ситуации

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей [14].

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Пожары в ВЦ представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Характерная особенность ВЦ – небольшие площади помещений. Как известно пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окисления и источников зажигания. В

помещениях ВЦ присутствуют все три основных фактора, необходимые для возникновения пожара [15].

Противопожарная защита – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Источниками зажигания в ВЦ могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты. При этом возможно оплавление изоляции. Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха. При постоянном действии эти системы представляют собой дополнительную пожарную опасность [16].

Для большинства помещений ВЦ установлена категория пожарной опасности В.

Одной из наиболее важных задач пожарной защиты является защита строительных помещений от разрушений и обеспечение их достаточной прочности в условиях воздействия высоких температур при пожаре. Учитывая высокую стоимость электронного оборудования ВЦ, а также категорию его пожарной опасности, здания для ВЦ и части здания другого назначения, в которых предусмотрено размещение ЭВМ должны быть 1 и 2 степени огнестойкости [17].

Для изготовления строительных конструкций используются, как правило, кирпич, железобетон, стекло, металл и другие негорючие материалы.

Применение дерева должно быть ограничено, а в случае использования необходимо пропитывать его огнезащитными составами. В ВЦ противопожарные преграды в виде перегородок из негорючих материалов устанавливают между машинными залами.

К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и т. п.

В зданиях ВЦ пожарные краны устанавливаются в коридорах, на площадках лестничных клеток и входов. Вода используется для тушения пожаров в помещениях программистов, библиотеках, вспомогательных и служебных помещениях. Применение воды в машинных залах ЭВМ, хранилищах носителей информации, помещениях контрольно-измерительных приборов ввиду опасности повреждения или полного выхода из строя дорогостоящего оборудования возможно в исключительных случаях, когда пожар принимает угрожающе крупные размеры [18]. При этом количество воды должно быть минимальным, а устройства ЭВМ необходимо защитить от попадания воды, накрывая их брезентом или полотном.

Для тушения пожаров на начальных стадиях широко применяются огнетушители. По виду используемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на следующие основные группы.

Пенные огнетушители, применяются для тушения горящих жидкостей, различных материалов, конструктивных элементов и оборудования, кроме электрооборудования, находящегося под напряжением.

Газовые огнетушители применяются для тушения жидких и твердых веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

В производственных помещениях ВЦ применяются главным образом углекислотные огнетушители, достоинством которых является высокая эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, диэлектрические свойства углекислого газа, что позволяет использовать эти

огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку сразу.

Объекты ВЦ кроме АПС необходимо оборудовать установками стационарного автоматического пожаротушения. Наиболее целесообразно применять в ВЦ установки газового тушения пожара, действие которых основано на быстром заполнении помещения огнетушащим газовым веществом с резким сжижением содержания в воздухе кислорода [19].

Обеспечение электробезопасности

В рассматриваемом помещении находятся применяемые в работе компьютеры, принтеры, сканеры, бесперебойные источники питания а также бытовой музыкальный центр, которые могут быть причиной поражения людей электрическим током. Хотя во всех этих приборах применены современные меры защиты, все же проводится постоянный контроль со стороны электроотдела в отношении состояния электропроводки, выключателей, штепсельных розеток и шнуров, с помощью которых включаются в сеть электроприборы.

Обеспечение пожаробезопасности

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В служебных помещениях вывешены «Планы эвакуации людей при пожаре», регламентирующие действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

5.5 Выводы

Хотя между фактическим значением и нормативным значением потенциального фактора есть погрешность, она все же в пределах разумного. При сравнении указа правила устройства электроустановок. Согласно Общим правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок Это закон, я считаю, что программа может хорошо выполнять свои функции Условия микроклимата соответствуют нормам СанПиН 1.2.3685–21. Рабочая среда программы может соответствовать ожидаемому стандарту и не причинит физического вреда персоналу. Освещенность, которую обеспечивают люминесцентные лампы в помещении находится в пределах нормы. Условия труда на рабочем месте по шумовому фактору соответствует допустимым нормам. категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» , Содержание работы не несет потенциальной угрозы безопасности и соответствует требованиям законодательства. Так же указывается категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду "критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий" упоминается в этом законе Рабочее помещение, где была разработана ВКР, соблюдены все нормы безопасности. Действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму. Само помещение и рабочее место удовлетворяет всем требованиям.

Заключение

В данной работе был использован Matlab & Simulink и Unreal Engine для исследования алгоритмов планирования маршрута. На самом деле, подготовка перед реализацией алгоритмов в программном обеспечении также является важной частью работы. В Mathworks есть учебник по настройке взаимодействия между Matlab и Unreal Engine, но он подходит не для всех случаев, поэтому возникло много проблем с настройкой среды, как например, открытие Unreal Engine через Matlab.

Также существенной частью работы был разбор механизмов взаимодействия между Matlab и Unreal Engine через Autopilot Toolbox, который обеспечивает их совместную инфраструктуру, используемую для моделирования алгоритмов управления в Simulink и визуализации их работы в Unreal Engine.

Для моделирования вводится понятие путевых точек, вдоль которых производится движение транспортного средства по фиксированному маршруту. Путевые точки – это важные места и ориентиры, записанные в виде координат, это могут быть перекрестки или видимые знаки. После изучения сцены мы можем выбрать набор путевых точек, чтобы определить путь, по которому будет двигаться автомобиль. Этот путь можно использовать для перемещения автомобиля по сцене.

В дополнение к этому был изучен метод карт затрат для поиска препятствий или областей, через которые автомобиль не может проехать, который совместно с алгоритмом pathPlannerRRT используется для построения маршрута. Также были изучены функции моделирования и визуализации движения автомобиля в трехмерной сцене.

В процессе реализации проекта возник ряд проблем. От создания карт затрат, которые не могут быть получены простым изменением имени сцены, а требуют дополнительной информации о масштабе сцены, получения ее бинарного изображения и формирования опорных точек в сцене. Загрузки карты

затрат. А также различий в версиях программного обеспечения, в результате чего приходилось вносить коррективы в уже существующий проект для его работы.

После проверки и устранения всех проблем удалось запустить программу и реализовать требования проекта.

Список использованных источников

1. Беспилотники "Камаз" прошли испытания в Арктике [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://kamaz.ru/press/releases/bespilotniki_kamaz_proshli_isslyaniya_v_arktike/, свободный (дата обращения: 01.06.2023).
2. Tesla Autopilot - TESLA LIFE [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://tesla-life.ru/autopilot/>, свободный (дата обращения: 01.06.2020).
3. «Яндекс» запустил беспилотное такси в одном из районов Москвы [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.rbc.ru/technology_and_media/07/06/2023/6480446b9a7947c8c046c906 свободный (дата обращения: 08.06.2023).
4. Simulation 3D Scene Configuration [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/driving/ref/simulation3dsceneconfiguration.html>, свободный (дата обращения: 20.05.2023).
5. Simulation 3D Vehicle with Ground Following [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/driving/ref/simulation3dvehiclewithgroundfollowing.html>, свободный (дата обращения: 20.05.2023).
6. Vehicle Dynamics Standards Committee. Vehicle Dynamics Terminology. SAE J670. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 2008.
7. Technical Committee. Road vehicles — Vehicle dynamics and road-holding ability — Vocabulary. ISO 8855:2011. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2011.
8. Package Custom Scenes into Executable [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/driving/ug/package-custom-scenes-into-executable.html>, свободный (дата обращения: 20.05.2023).
9. Create Top-Down Static Map of Unreal Engine Scene [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/driving/ug/create-top-down-map-of-unreal-engine-scene.html> (дата обращения: 23.05.2023).
10. im2gray-Convert RGB image to grayscale [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/im2gray.html> , свободный (дата обращения: 05.06.2023).

11. функция vehicleCostmap [Электронный ресурс] :Режим доступа: <https://ww2.mathworks.cn/help/driving/ref/vehiclecostmap.html>, свободный.(дата обращения: 20.05.2023).

12. Алгоритм pathPlannerRRT [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ww2.mathworks.cn/help/driving/ref/pathplannerrrt.html>, свободный (дата обращения: 15.05.2023).

13. Matlab в создании роботизированной руки, Анализ и внедрение алгоритма роботизированной руки в MATLAB [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://blog.csdn.net/weixin_29124423/article/details/115947943, свободный (дата обращения: 18.05.2023).

14. Уилсон Р. Человек за компьютером. Мир ПК, № 1–1991.

15. Сибаров К.Г., Сколотнев Н.Н., Васин В.К., Начинаев В.Н. Охрана труда в вычислительных центрах: учебное пособие, М.: Машиностроение, 1985.

16. СанПиН 2.2.2.542–96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам (ВДТ). персональным электронно–вычислительным машинам (ПЭВМ) и организации работы. М.: Информационно–издательский центр Госкомэпинадзора России, 1996.

17. ГОСТ 12.1.030–81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

18. ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. Шум Общие требования безопасности.

19. ГОСТ 12.1.005–88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно – гигиенические требования. М.: Изд–во стандартов, 1990.

Приложение А (Обязательное)

Код алгоритма планирования маршрута

Листинг А.1 – Код алгоритма

```
1. SceneImage = imread("myScene.png");
2. imageSize = size(SceneImage);
3. xlims = [-40 30]; % в метрах
4. ylims = [-40 30]; % в метрах

5. sceneRef = imref2d(imageSize,xlims,ylims);
6. imshow(flip(SceneImage,1), sceneRef) % Отображение и переворачивание
изображения для сохранения правильной ориентации изображения после следующего шага
7. set(gca,YDir="normal",Visible="on") % Правильная ось Y для декартовой системы
координат правостороннего мира
8. xlabel("X (m)")
9. ylabel("Y (m)")
10. % Load and display the image of the parking lot
11. sceneName = 'myScene';
12. [sceneImage, sceneRef] = helperGetSceneImage(sceneName);
13. % Visualize the scene image
14. figure
15. helperShowSceneImage(sceneImage, sceneRef)
16. % Alternatively, load a pregenerated binary image.
17. RGB = imread('myScene.png');

18. sceneImageBinary = im2gray(RGB);
19. imBW = uint8((sceneImageBinary>90)*255);
20. sceneImageBinary =imBW;
21. % Get the left-bottom corner location of the map (x,y) =(-78.800m,-75m)
22. mapLocation = [sceneRef.XWorldLimits(1), sceneRef.YWorldLimits(1)];
23. % Compute resolution
24. mapWidth = sceneRef.XWorldLimits(2)-sceneRef.XWorldLimits(1); % meters
25. cellSize = mapWidth/size(sceneImageBinary, 2);
26. % Create the costmap
27. costmap = vehicleCostmap(im2single(sceneImageBinary), 'CellSize', cellSize,
'MapLocation', mapLocation);
28. figure
29. plot(costmap, 'Inflation', 'off');
30. legend off
31. %Временное решение – изменить размеры автомобиля
32. % centerToFront = 0.8; % meters
33. % centerToRear = 0.8; % meters
34. % frontOverhang = 0.828; % meters
35. % rearOverhang = 0.589; % meters
36. % vehicleWidth = 0.9; % meters
37. % vehicleHeight = 0.9; % meters
38. % vehicleLength = centerToFront + centerToRear + frontOverhang + rearOverhang;
```

Продолжение листинга А.1 – Код алгоритма

```

39. centerToFront = 0.1; % meters
40. centerToRear = 0.1; % meters
41. frontOverhang = 0.1; % meters
42. rearOverhang = 0.1; % meters
43. vehicleWidth = 0.1; % meters
44. vehicleHeight = 0.1; % meters
45. vehicleLength = centerToFront + centerToRear + frontOverhang + rearOverhang;

46. vehicleDims = vehicleDimensions(vehicleLength, vehicleWidth, vehicleHeight,...
47. 'FrontOverhang', frontOverhang, 'RearOverhang', rearOverhang);
48. costmap.CollisionChecker.VehicleDimensions = vehicleDims;
49. %%
50. % Set the inflation radius by specifying the number of circles enclosing
51. % the vehicle.
52. costmap.CollisionChecker.NumCircles = 5;

53. % Изображение автомобиля в исходной позе
54. startpose = [-25.6009,-37.5732,0]; %[метры, метры, градусы]
55. goalpose = [11.2,-35.5,0];

56. planner = pathPlannerRRT(costmap);
57. refPath = plan(planner,startpose,goalpose);
58. isValid = checkPathValidity(refPath,costmap);
59. refPoses = interpolate(refPath);
60. hold on
61. plot(refPath,'DisplayName','Planned Path')
62. scatter(refPoses(:,1),refPoses(:,2),[],'filled', ...
63. 'DisplayName','Transition Poses')
64. hold off
65. % hold on
66. % plot(refPath,'Vehicle','off','DisplayName','Reference path')
67. % refPoses=cell(3);
68. % refPoses{'x','y','z'} = interpolate(refPath);
69. approxSeparation = 0.1; % meters
70. numSmoothPoses = round(refPath.Length / approxSeparation);
71. if exist('refPoses','var')==0 || exist('refPath','var')==0
72. refPoses = interpolate(refPath);
73. % % plot(refPath,'DisplayName','Planned Path')
74. % scatter(refPoses(:,1),refPoses(:,2),[],'filled', ...
75. % 'DisplayName','Transition Poses')
76. end
77. % % Load MAT-file containing preselected waypoints
78. % % data = load('waypointsLargeParkingLot');
79. % % data = data.waypointsLargeParkingLot;
80. %
81. % % Assign to caller workspace
82. % % assignin('base','refPoses',{data.refPoses});
83. numPoses = size(refPoses{1}, 1);

```

Продолжение листинга А.1 – Код алгоритма

```

84.  % %
85.  % refDirections = ones(numPoses,1); % Forward-only motion
86.  % numSmoothPoses = 20 * numPoses; % Increase this to increase the number of returned
poses
87.  % [poses,directions] = smoothPathSpline(refPoses,refDirections,numSmoothPoses);
88.  sizeRP = size(refPoses);
89.  refDirections = ones(sizeRP(1),1);
90.  [smoothRefPoses,directions,cumLengths] =
smoothPathSpline(refPoses,refDirections,numSmoothPoses);
91.  plot(smoothRefPoses(:,1),smoothRefPoses(:,2),'LineWidth',2,'DisplayName','Smooth
path')
92.  hold off
93.  % %
94.  if ~ispc
95.  error(['3D Simulation is only supported on Microsoft', char(174), ' Windows', char(174),
']);
96.  end

97.  modelName = 'VisualizeVehiclePathIn3DSimulation';
98.  open_system(modelName);
99.  snapnow;
100. % Configure the model to stop simulation at 5 seconds.
101. simStopTime = 5;
102. set_param(gcs, 'StopTime', num2str(simStopTime));

103. % Создайте профиль постоянной скорости путем генерации временного вектора
104. % пропорциональный кумулятивной длине пути.
105. timeVector = normalize(cumLengths, 'range', [0, simStopTime]);

106. % Создайте переменные, необходимые для модели Simulink.
107. refPosesX = [timeVector, smoothRefPoses(:,1)];
108. refPosesY = [timeVector, smoothRefPoses(:,2)];
109. refPosesT = [timeVector, smoothRefPoses(:,3)];
110. %%
111. % When you simulate the model, a few seconds are needed to initialize the simulation
112. % environment. Once this initialization is complete, a separate window opens for
113. % the simulation environment visualization. The image below is a snapshot of the
114. % simulation environment window.
115. % Run the simulation. The figure window plot shows the path that the vehicle
116. % traverses through the simulation environment.

117. sim(modelName);
118. %
119. % Close the model and figure windows.
120. % close(hFig)
121. % close_system(modelName)
122. % close(hScene)

```