

Министерство образования и науки Самарской области

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
дополнительного образования Самарской области  
«Самарский областной центр детско-юношеского технического творчества»

Принята на заседании  
Методического Совета  
Протокол № 2

от «20» июля 2023 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ГБОУ ДО СО СОЦДИОТТ

/А.Ю. Богатов/

2023 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности  
**«Робоквантум. Базовый модуль»**

Возраст детей: 12-18 лет

Срок обучения: 1 год

**Разработчики:**

Милокумов Игорь Владиславович,

Стрыгин Игорь Юрьевич,

педагоги дополнительного образования

Самара, 2023

## Оглавление

Пояснительная записка	3
Учебно-тематический план	8
Содержание программы	9
Методическое обеспечение	10
Материально-техническое обеспечение	12
Список рекомендованной литературы	
Перечень вопросов промежуточного контроля и итоговой аттестации	13
Приложение 1 Разработка мобильного шасси робототехнической системы с использованием ROS	14
Приложение 2	
Исследование возможности построения агро робототехнических систем	44

## Пояснительная записка

Современный период развития общества характеризуется масштабными изменениями в окружающем мире, влекущими за собой пересмотр социальных требований к образованию, предполагающими его ориентацию не только на усвоение обучающимся определенной суммы знаний, но и на развитие его личности, а также овладение метапредметными компетенциями. Большими возможностями в развитии личностных ресурсов школьников обладает подготовка в области робототехники.

### Нормативные правовые основы разработки программы

Основанием для проектирования и реализации общеразвивающей программы «Робоквантум. Вводный модуль» служат принятие государственных программных документов.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (действует с 01.03.2023, до этого времени действует Приказ от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»)
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарноэпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»

Базовый модуль по направлению Робоквантум (далее - программа) - относится к программам **технической направленности** и предусматривает развитие творческих способностей детей, формирование начальных технических ЗУНов, а также овладение soft и hard компетенциями.

Актуальность программы обусловлена социальным заказом общества на технически грамотных специалистов в области робототехники, максимальной эффективностью развития технических навыков со школьного возраста; передачей сложного технического материала в простой доступной форме; реализацией личностных потребностей и жизненных планов;

реализацией проектной деятельности школьниками на базе современного оборудования. А также повышенным интересом детей школьного возраста к робототехнике.

Использование современных педагогических технологий, методов и приемов; различных техник и способов работы; современного оборудования, позволяющего исследовать, создавать и моделировать различные объекты и системы из области робототехники, машинного обучения и компьютерных наук обеспечивает новизну программы.

**Цель:** вовлечение обучающихся в процесс изучения промышленной робототехники за счет формирования интереса и мотивации через проектную организацию образовательного процесса.

Задачи:

- через экскурс в историю развития промышленной робототехники сформировать понимание причин и необходимости повсеместной роботизации производств, внедрения электроники, технологий искусственного интеллекта, компьютерных технологий;
- дать представление о сферах применения промышленных роботов за рубежом и на территории РФ;
- осваивать «hard» и «soft» компетенции; формировать умение ориентироваться на идеальный конечный результат;
- ознакомить с существующими тенденциями в робототехнике и уровнем развития техники и технологий применительно к роботизации производств;
- формировать умение пользоваться технической литературой;
- формировать целостную научную картину мира;
- изучить структуру и функционал промышленных роботов .

Программа рассчитана на 72 часа. Занятия носят гибкий характер с учетом предпочтений, способностей и возрастных особенностей обучающихся. Построение занятия включает в себя фронтальную, индивидуальную и групповую работу, а также некоторый соревновательный элемент.

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом. Набор обучающихся проводится без предварительного отбора детей. Формирование групп 8-13 человек происходит в соответствии с образовательными линиями Робоквантума.

#### **Линия «Мехатронные робототехнические системы», 13 – 18 лет**

Это время самоутверждения, бурного роста самосознания, активного осмысления будущего, пора поисков, надежд, мечтаний. Практически все учащиеся в этом возрасте стремятся проникнуть в сущность явлений природы и общественной жизни, объяснить их

взаимосвязи и взаимозависимости. Почти всегда этому сопутствует стремление выработать собственную точку зрения, дать свою оценку происходящим событиям. Самостоятельность мышления в этом возрасте приобретает определяющий характер и крайне необходима для самоутверждения личности. При подборе материалов и планировании занятия по программе максимально учитывались особенности возраста группы, включались поисковые и исследовательские методы, обучение вести диалог, дискуссию.

Занятия проводятся в кабинете, оборудованном согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей".

**Методы образовательной деятельности :**

- Кейс-метод,
- проектная деятельность,
- дата скаутинг

**Форма организации учебных занятий (на выбор):**

- Практическое занятие;
- занятие-соревнование;
- экскурсия;
- •воркшоп (рабочая мастерская — групповая работа, где все участники активны и самостоятельны);
- консультация;
- выставка

**Виды учебной деятельности:**

- Решение поставленных задач;
- просмотр и обсуждение учебных фильмов, презентаций, роликов;
- объяснение и интерпретация наблюдаемых явлений;
- анализ проблемных учебных ситуаций;
- построение гипотезы на основе анализа имеющихся данных;
- проведение исследовательского эксперимента;
- поиск необходимой информации в учебной и справочной литературе;
- выполнение практических работ;
- подготовка выступлений и докладов с использованием разнообразных источников информации

## **Ожидаемые результаты**

### **Конструирование:**

1. Навыки проектирования и производства узлов конструкции робототехнических устройств с интерфейсами подключения к системе управления.
2. Различная технологическая реализация элементов конструкции РТС.
3. Подготовка элементов конструкторской документации по проекту.

### **Программирование:**

1. Начальные навыки создания законченного ПО для выполнения РТС функционала, необходимого для технологического процесса.
2. Начальные навыки виртуального моделирования с использованием специализированных сред и библиотек, в том числе высокоуровневых языков.
3. Способность к созданию программного обеспечения, учитывающего функциональность создаваемой РТС в том числе и интеллектуальной

### **Обучающиеся должны знать:**

- правила безопасного пользования инструментами и оборудованием, организовывать рабочее место;
- оборудование и инструменты, используемые в области робототехники;
- основные принципы работы с робототехническими элементами;
- основные направления развития робототехники;
- основные сферы применения робототехники, мехатроники и электроники;
- основные принципы работы электронных схем и систем управления объектами;
- основы языка программирования, в том числе и графические языки программирования: синтаксис, принцип объектно-ориентированного программирования, базовые библиотеки, библиотека работы с внешними и периферийными устройствами, библиотека работы с различным дополнительным оборудованием.

### **должны уметь:**

- соблюдать технику безопасности;
- разрабатывать простейшие системы с использованием электронных компонентов и робототехнических элементов;
- разрабатывать простейшие алгоритмы и системы управления робототехническими устройствами;

- разбивать задачи на подзадачи;
- работать в команде;
- проводить мозговой штурм;
- применять логическое и аналитическое мышление при решении задач.

### **Формы подведения итогов обучения**

- индивидуальная устная/письменная проверка;
- фронтальный опрос, беседа;
- контрольные упражнения и тестовые задания;
- защита индивидуального или группового проекта;
- выставка;
- межгрупповые соревнования;
- проведение промежуточного и итогового тестирования;
- взаимооценка обучающимися работ друг друга.
- Итоговая оценка развития личностных качеств воспитанника производится по

тремя уровням:

- «высокий»: положительные изменения личностного качества воспитанника в течение учебного года признаются как максимально возможные для него;
- «средний»: изменения произошли, но воспитанник потенциально был способен к большему;
- «низкий»: изменения не замечены.
- Результатом освоения обучающимися Программы по каждому уровню Программы являются: устойчивый интерес к занятиям робототехникой, результаты достижений в массовых мероприятиях различного уровня.

### **Учебно-тематический план**

	Наименование тем, кейса	Всего, час	В том числе, час			Формы контроля
			Теория	Выездные, стажировки, деловые игры	Практика	

	Вводное занятие.	4	2	2		беседа
	Кейс: Разработка мобильного шасси робототехнической системы с использованием ROS (Приложение 1)	22	1		1	презентация результата
	Кейс: Исследование возможности построения агро робототехнических систем (Приложение 2)	42	2		2	презентация результата
	Итоговое занятие: проектирование следующего шага личного развития	4	2		2	дневник, творческий отчет
	Итого:	72				

### Содержание программы

**Общие пояснения к реализации программы:** программа реализуется в командной, соревновательной форме. Группа разбивается на 3-4 команды в зависимости от численности. Желательно проведение командообразующих мероприятий: единая форма, например, белый халат с отличительной эмблемой, знаки отличия (например: капитан, эксперт, стажер), переходящий символ лидера, свой профессиональный язык, бейджик с именем отчеством и обращение по имени отчеству и т.п.) Команда формируется вокруг решаемой проблемы, поэтому кейсы реализуются по игровому сценарию имитирующих проблему. В результате, после прохождения кейса на итоговой рефлексии члены команды могут менять свой статус в зависимости от итогов прохождения кейса, что влечет за собой не только присвоение внешних



атрибутов, но и дополнительных прав, например, допуска до работы на оборудовании. После прохождения кейса проигравшая команда может быть расформирована и ее члены поступают в другие команды в статусе стажеров. Для усвоения курса и повышения общей эрудированности обучаемых ключевые понятия *hardskills* модуля и значимую фактологическую информацию предлагать в виде домашних контрольных на самостоятельную подготовку обучающимся. Контроль усвоения информации производится на основе фронтальных опросов. Для мотивации самостоятельной работы над информационным материалом учитывать суммарный балл членов команды после фронтального опроса, как начальный уровень команды перед началом соревнования, который сказывается на итоговый результат команды. Результат усвоения *softskill* предполагается оценивать путем сравнения данных входного мониторинга владения обучающимися софт компетенциями и итогового, который проводится на этапе рефлексии. Оценка будет понятна из сравнения полученных результатов и наличия положительной динамики. Каждое занятие кейса завершается рефлексией. Кейс завершается итоговой рефлексией.

### **Методическое обеспечение программы**

Основным методом организации учебной деятельности по программе является метод кейсов.

**Кейс** – описание проблемной ситуации понятной и близкой обучающимся, решение которой требует всестороннего изучения, поиска дополнительной информации и моделирования ситуации или объекта, с выбором наиболее подходящего.

#### **Преимущества метода кейсов:**

- Практическая направленность. Кейс-метод позволяет применить теоретические знания к решению практических задач.
- Интерактивный формат. Кейс-метод обеспечивает более эффективное усвоение материала за счет высокой эмоциональной вовлеченности и активного участия обучаемых. Участники погружаются в ситуацию с головой: у кейса есть главный герой, на место которого ставит себя команда и решает проблему от его лица. Акцент при обучении делается не на овладение готовым знанием, а на его выработку.
- Конкретные навыки. Кейс-метод позволяет совершенствовать «гибкие навыки» (*softskills*), которым не учат в университете, но которые оказываются крайне необходимы в реальном рабочем процессе.
- Диагностика эффективности образовательного процесса осуществляется в течение всего срока реализации Программы. Это помогает своевременно выявлять пробелы в знаниях, умениях обучающихся, планировать коррекционную работу, отслеживать динамику развития детей. Для оценки эффективности образовательной Программы выбраны следующие

критерии, определяющие развитие интеллектуальных и технических способностей обучающихся: развитие памяти, воображения, образного, логического и технического мышления.

#### **Учебно-методические средства обучения:**

- специализированная литература по робототехнике, подборка журналов;
- наборы технической документации к применяемому оборудованию;
- образцы моделей и систем, выполненные обучающимися и педагогом;
- плакаты, фото и видеоматериалы;
- учебно-методические пособия для педагога и обучающихся, включающие дидактический, информационный, справочный материалы на различных носителях, компьютерное и видео оборудование.

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя электронные учебники, справочные материалы и системы используемых Программ, Интернет, рабочие тетради обучающихся.

#### **Педагогические технологии**

В процессе обучения по Программе используются разнообразные педагогические технологии:

- технологии развивающего обучения, направленные на общее целостное развитие личности, на основе активно-деятельного способа обучения, учитывающие закономерности развития и особенности индивидуума;
- технологии личностно-ориентированного обучения, направленные на развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, максимальное выявление, раскрытие и использование его опыта;
- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей;
- технологии сотрудничества, демократизм, равенство, партнерство в отношениях педагога и обучающегося, совместно вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, сотворчества;
- проектные технологии – достижение цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом
- компьютерные технологии, формирующие умение работать с информацией, исследовательские умения, коммуникативные способности.

В практике выступают различные комбинации этих технологий, их элементов.

### Материально-техническое обеспечение

Кабинет, оснащенный компьютерной техникой, не менее 1 ПК на 2 ученика;

Рекомендуемое учебное оборудование, рассчитанное на группу из 12.

<b>«Мехатронные робототехнические системы»</b>	<b>Кол. , шт.</b>
Образовательный комплект автономных робототехнических систем	<b>6</b>
Учебный набор программируемых робототехнических платформ	<b>6</b>
Кибернетический конструктор по робототехнике	<b>6</b>
Возможность осуществлять изготовление деталей методом аддитивных технологий, лазерной резки, 2D фрезерования.	

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ.
2. Никулин С.К., Полтавец Г.А., Полтавец Т.Г. Содержание научно-технического творчества учащихся и методы обучения. М.: Изд. МАИ. 2004.
3. Полтавец Г.А., Никулин С.К., Ловецкий Г.И., Полтавец Т.Г. Системный подход к научно-техническому творчеству учащихся (проблемы организации и управления). УМП. М.: Издательство МАИ. 2003.
4. Власова О.С. Образовательная робототехника в учебной деятельности учащихся начальной школы. – Челябинск, 2014г.
5. Мирошина Т. Ф. Образовательная робототехника на уроках информатики и физике в средней школе: учебно-методическое пособие. — Челябинск: Взгляд, 2011г.
6. Перфильева Л. П. Образовательная робототехника во внеурочной учебной деятельности: учебно-методическое. — Челябинск: Взгляд, 2011г.

### **Список литературы для обучающихся**

1. Бейктал Дж. Конструируем роботом на Arduino. Первые шаги. – М: Лаборатория Знаний, 2016г.
2. Белиовская Л. Г. / Белиовский Н.А. Использование LEGO-роботов в инженерных проектах школьников. Отраслевой подход – ДМК Пресс, 2016г.
3. Белиовская Л. Г. / Белиовский Н.А. Белиовская Л. Г. Роботизированные лабораторные работы по физике. Пропедевтический курс физики (+ DVD-ROM) – ДМК Пресс, 2016г.
4. Белиовская Л. Г. Узнайте, как программировать на LabVIEW. – ДМК Пресс, 2014г.
5. Блум Д. Изучаем Arduino. Инструменты и метод технического волшебства. – БХВ-Петербург, 2016г.
6. Монк С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами. – Питер, 2016г
7. Петин В. Проекты с использованием контроллера Arduino (1е и 2е издания). – СПб: БХВ-Петербург, 2015г.
8. Предко М. 123 Эксперимента по робототехнике. - ИТ Пресс, 2007г.
9. Sommer У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб: БХВ-Петербург, 2012г.
10. Филиппов С. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление. – Лаборатория знаний, 2017 г.
11. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.: Наука,.

2013. 319 с. ISBN 978-5-02-038-200-8

12. Лентин Джозеф. Изучение робототехники с использованием Python. - ДМК Пресс, 2019г. ISBN 978-5-97

## **Перечень вопросов для проведения промежуточного контроля и итоговой аттестации**

Вводное занятие. Техника безопасности, История космонавтики.

1. Требования техники безопасности при работе с ручным инструментом.
2. Требования техники безопасности при работе с ПК и электрооборудованием.
3. Требования техники безопасности при работе с паяльной станцией.
4. Примеры достижения отечественной инженерной школы.
5. Известные изобретатели и инженеры нашей страны.

Кейс 1

1. Что такое ROS?
2. Прямая задача кинематики.
3. Обратная задача кинематики
4. Что описывает URDF-модель робота ?
5. Для чего используется программа Gazebo совместно с ROS?
6. Структура пакета ROS.
7. Для чего используется catkin?

Кейс 2.

1. Что такое openCV?
2. Для чего команда sudo?
3. Использование команды mkdir?
4. Что будет результатом команды Cntr+alt+T ?
5. Для чего используется Pycharm?

**Кейс:»Разработка мобильного шасси робототехнической системы с использованием ROS «**

Наставник: Стрыгин И. Ю.

2023 г.

### **Проблемная ситуация**

Человечество умудрилось разогнать технологический прогресс до такой степени, что, как писал Льюис Кэрролл, чтобы просто оставаться на месте, надо бежать сломя голову, а чтобы куда-то попасть, надо бежать вдвое быстрее. Роботы уже с нами, они среди нас, они собирают автомобили, которые мы водим, и телефоны, которые сопровождают нас повсюду. Роботы пылесосят наши полы и сортируют наши посылки, патрулируют территории и помогают хирургам проводить операции. Роботы становятся умнее, они уже умеют узнавать нас в лицо и учатся общаться с нами на понятном нам языке.

Можно ли сказать, что «робобудущее» уже наступило? Нет, будущее только начинается, и всё самое интересное ждёт нас впереди. Более того, мы принимаем в его приближении самое активное участие. Мы пристально наблюдаем за развитием технологий,

за изменением восприятия роботов человеческой цивилизацией, за усложнением и расширением самого понятия «робот». Умные машины, похожие на людей, рождались в воображении писателей и создавались руками мастеров, инженеров в течение веков. Однако появление термина «робот» в 1921 г., когда чешский писатель Карел Чапек впервые употребил это слово в своей пьесе «Р.У.Р.» («Россумские универсальные роботы»), не сделало саму суть этой технологии более понятной. Человекоподобный механизм, игрушка, автоматон, электронный двойник, копирующий определенные движения тела, помощник для людей с ограниченными возможностями, эффективный работник. Мы можем согласиться со всем вышеперечисленным. Также это и «длинный кулак» в военном применении, и суперточный скальпель хирурга, и безопасный мобильный инструмент для работы в экстремальных или некомфортных условиях. Мы понимаем, данное перечисление весьма ограничено. Робот — это функциональное продолжение человека. От простой физической «органопроекции» — инструментов как продолжения тела человека — мы переходим к роботам — инструментам, у которых появляется самообучающийся искусственный интеллект. То есть инструментам с потенциальной возможностью к саморефлексии. Мы предполагаем, что эта тенденция только усилится в ближайшем будущем. Но обратим внимание, прошло почти 100 лет, и до сих пор не появилось общепринятого определения робота. Это было сложно сделать в первую очередь потому, что понимание робота менялось по мере развития технологий, обрастая всё новыми смыслами. Робот, который 50 лет назад считался высокоразвитым, сегодня является обыденным решением. Компромиссным можно считать текущее определение Международной федерации робототехники (International Federation of Robotics, далее — IFR): «Робот — это рабочий механизм, программируемый по нескольким осям с некоторой степенью автономности и способный передвигаться в пределах определенной среды, выполняя поставленные задачи». В этом определении учитываются особенности роботов, отличающие их от других механических устройств, — автономность и самостоятельное выполнение поставленной задачи. Робот способен самостоятельно двигаться в среде и адаптироваться под поставленные задачи. Например, манипулятор, забирающий коробки с конвейерной ленты, — робот. А устройство, распределяющее коробки между двумя конвейерными лентами, — не робот. Посудомоечная машина, которая моет посуду, — не робот. Но если она может автоматически загрузить и/или выгрузить посуду, то она уже может считаться роботом. Однако, по нашему мнению, в таком описании не хватает одной составляющей, характерной для роботов нового поколения, — способностей к распознаванию изменяющейся ситуации, рефлексии наблюдаемых изменений и активному влиянию на среду, окружающую робота и объекты его деятельности. К примеру, робот должен не просто



забирать с конвейера все предметы подряд, но и различать их по размеру и форме и сортировать в разные корзины. Быстрое изменение технологий приводит к быстрому устареванию стандартов и определений. Терминологическая неопределенность в отношении роботов вынудила нас выбрать и использовать следующее, функциональное определение робота - STA-определением — от слов Sense, Think, Act. Устройство можно назвать роботом при условии одновременного соблюдения следующих условий.

- Sense: робот обладает способностью воспринимать окружающий мир с помощью сенсоров. Такими сенсорами могут быть микрофоны (сонары), камеры (всех областей электромагнитного спектра), различные электромеханические сенсоры (акселерометр) и прочее.
- Think: робот обладает способностью интерпретировать (понимать) сигналы, которые он получает от сенсоров, наблюдающих физический мир, строить и адаптировать модели поведения и принимать решения в зависимости от выбранных моделей поведения. Эта способность может быть реализована разными способами: бортовым вычислителем робота, «интеллектуальным» облаком или человеком, который управляет роботом с помощью телеуправления или тактильного интерфейса.
- Act: робот обладает способностью воздействовать на физический мир любым результативным способом.

Благодаря автономной навигации, простому управлению и безопасности, роботы могут взять на себя человеческие обязанности уже сегодня. Технология создания роботов развивается семимильными шагами и поэтому сервисные роботы становятся вездесущими помощниками, которые скоро и навсегда изменят нашу жизнь: на работе, в общественных местах и быту.

В сервисную робототехнику включаются роботы для персонального использования. Это те роботы, которых мы готовы применить для использования в нашей повседневной жизни. Но мобильность роботу предает шасси. Для реализации прототипов многих робототехнических идей достаточно было бы простого и надежного решения, которое позволяет легко мультиплицировать проверенную конструкцию. Для многих проектов, таких как робот-уборщик, робот-экскурсовод, робот-игрок в прятки, прототипов различных интеллектуальных транспортных средств, в том числе сервисной логистики и многих других проектов достаточно шасси с простейшей дифференциальной системой привода. В данном кейсе необходимо разработать шасси конструкция которого позволило бы роботу передвигаться с достаточной скоростью и маневренностью для выполнения заданий,

определяемых будущей специализацией сервисного робота по поверхности бытовых и производственных помещений.

### **Привязка к предметным областям**

Робототехника и колесные роботы, сервисные роботы и интеллектуальные транспортные средства, технология, техническое зрение, мехатроника, CAD, моделирование в виртуальной среде, в том числе внешней среды, архитектура робота и программирование на языках C++, Python, ROS, электроника, кинематика и кинематические связи, динамика, механизмы и приведение в движение, управление движением.

### **Планируемые результаты проекта**

- Целью проекта является разработка мобильного шасси робототехнической системы с использованием ROS, позволяющего с помощью несложных доделок вводить эту конструкцию, как основу прототипов сервисных роботов различного назначения.
- Концепция использования ROS в проектировании робототехнических устройств и систем.

### **Календарно-тематическое планирование**

	<b>Тема занятий</b>	<b>Роли программистов</b>	<b>Роли конструкторов</b>	<b>Совместные занятия, часов</b>	<b>Формы контроля</b>
	Математическая модель шасси с дифференциальной системой привода			2	Алгоритм решения задачи управления
п	Программу управления шасси по заданному вектору	2			
п	Введение в UBUNTU 16, catkin и	2			

	создание рабочего пространства и пакетов				
к	Введение в CAD, чертежи и 3D модели. Разработка конструкции робота с помощью системы автоматического проектирования САПР		6		Согласование эскизов решений
п	Введение в ROS, установка, проверка работоспособности, введение в Gazebo			2	Демонстрация управления черепашкой
	Моделирование робота в виртуальной среде			1	
	Описание модели робота в URDF			3	Демонстрация модели в RVIZ
	Gazebo: создание мира и запуск tartletbot			2	Демонстрация управления Tartletbot
	Перемещение робота в виртуальной среде, TWIST, симуляция управления конструируемого робота			4	Демонстрация управления роботом

	Сборка мобильного шасси			2	Прож ождение мобильного теста
	Итого:			22	

## Сценарий занятий

### *Занятие первое*

**Как делаем?** Совместное занятие в форме лекции-беседы.

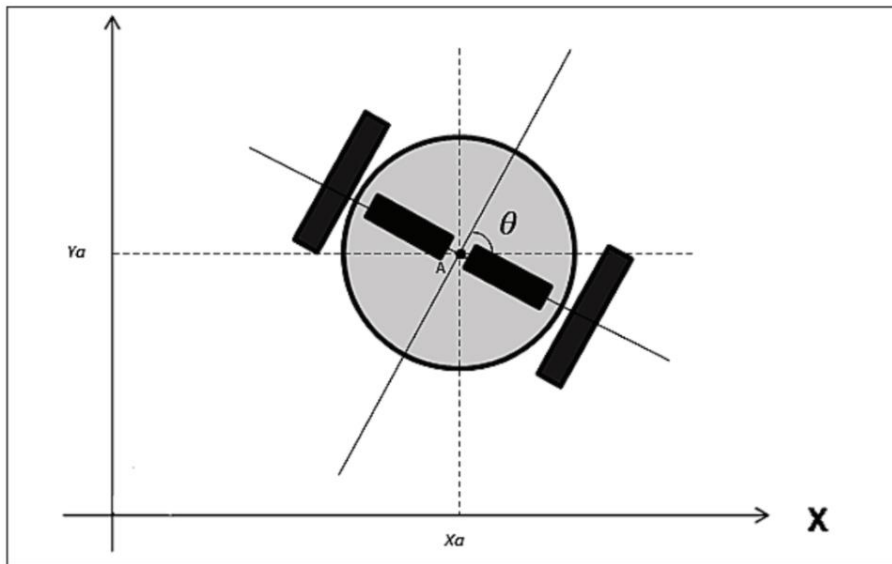
**Что делаем?** Через креативную разминку, на которой составляем список идей сервисных мобильных роботов, подводим ребят к тому, что мобильное управляемое шасси - общий знаменатель будущих проектов.

Общим знаменателем многих робототехнических идей в области сервисных роботов персонального использования является мобильное роботизированное шасси. С него и начнем создавать автономный мобильный робот с нуля. Перемещаться этот робот будет с помощью колес. Проектируемый нами робот будет оснащен двумя ведущими колесами, которые мы установим на противоположных сторонах шасси. Управлять направлением движения мы будем с помощью разности скорости вращения ведущих колес. Например, если скорость вращения правого колеса будет меньше, чем скорость вращения левого, робот будет поворачивать вправо, и наоборот, если правое колесо будет вращаться быстрее левого, робот будет поворачивать влево. Наиболее важная часть мобильного робота – это система управления. С помощью нее робот ориентируется и перемещается в пространстве. Одной из самых простых и рентабельных систем управления является система дифференциального привода. Дифференциальный привод состоит из двух независимых друг от друга ведущих колес, установленных на общей оси. Каждое ведущее колесо приводится в движение отдельным двигателем. Дифференциальный привод – это неголономная система, которая имеет ограничения в изменении положения робота. Примером неголономной системы является автомобиль, поскольку он не может изменить положение без изменения позы. Таким образом, имея три степени свободы (3D), автомобиль с помощью газа, тормоза и рулевого управления может использовать только две степени свободы (2D). Напомним, голономная система – это механическая система, все механические связи которой можно свести к геометрическим. Такие связи накладывают ограничения только на положение системы, но не

на величины скоростей. Механической связью называют ограничения, накладываемые на координаты и скорости механической системы, которые должны выполняться на любом ее движении. Если все кинематические связи нельзя свести к геометрическим связям, то данная система будет неголономной. Таким образом, неголономная система – это механическая система, на которую, кроме геометрических связей, наложены еще и дифференциальные (кинематические). Их нельзя свести к геометрическим связям. Для управления движением шасси проведем математический анализ движения робота и решим уравнение кинематики робота. Уравнение кинематики даст вам возможность с помощью данных, получаемых от датчиков робота, предсказать его положение во время движения.

### **Введение в систему дифференциального привода и кинематику робота**

Кинематика – изучение движения объекта с точки зрения математики. Она рассматривает движение объекта без учета влияющих на него внешних сил. Здесь в основном внимание привлекает геометрическое отношение деталей, обеспечивающих управление конструкцией. Динамика – это исследование движения объекта с учетом всех сил, влияющих на робота. Мобильный робот имеет шесть степеней свободы (DOF). Три степени свободы:  $x$ ,  $y$  и  $z$  – связаны с тремя координатными осями, позволяющими определить положение объекта в трехмерном пространстве. Остальные три степени свободы относятся к ориентации робота в пространстве. Это такие значения, как крен (боковой наклон, или раскачивание корпуса робота относительно оси движения), тангаж (наклон аппарата относительно горизонтальной поперечной оси, т. е. наклон вниз или подъем вверх передка робота) и рыскание (небольшие изменения направления движения аппарата вправо или влево относительно его курса). Робот с дифференциальным приводом перемещается в двухмерной плоскости (2D), и его положение в любой момент можно описать двумя глобальными координатами  $X$  и  $Y$ , лежащими в горизонтальной плоскости. При этом курс робота обозначается как  $\theta$ . Этих данных вполне достаточно, чтобы описать положение робота с дифференциальным приводом.



Положение робота  $X, Y$  и  $\theta$  в глобальной системе координат

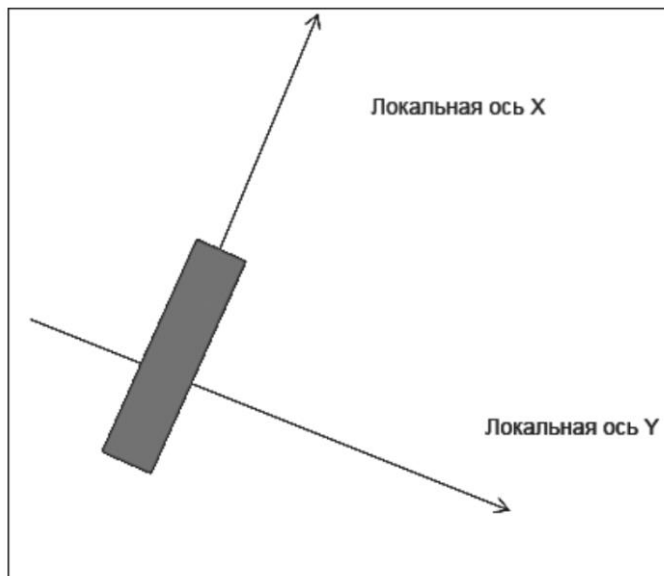
Дифференциальный привод робота основан на разности между скоростью вращения правого и левого ведущих колес. Если скорость вращения ведущих колес одинакова, робот движется прямо. При изменении скорости вращения одного ведущего колеса относительно другого робот будет выполнять поворот в ту сторону, в которой скорость вращения ведущего колеса меньше по отношению ко второму ведущему колесу.

### **Прямая кинематика дифференциального робота**

С помощью уравнений кинематики для робота с дифференциальным приводом определяется положение устройства. Представим, что начальное положение робота в момент времени  $t$  –  $X, Y, \theta$ . Нам требуется определить, какое положение устройство займет ( $X', Y', \theta'$ ) за промежуток времени  $t + dt$ . При этом следует учесть следующие параметры:  $v\text{-left}$  – скорость левого и  $v\text{-right}$  – скорость правого колеса. Эта методика расчета положения используется для проводки робота по требуемой траектории.

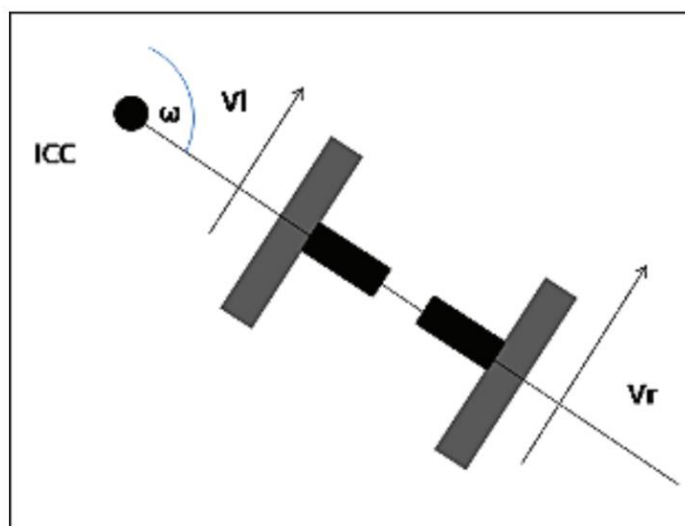
### **Объяснение уравнений прямой кинематики**

Объяснение уравнения кинематики мы можем начать с формулирования решения для движения робота вперед без учета его массы и действующих на объект сил. Показанный ниже рисунок иллюстрирует кинематику одного из колес робота:



Колесо робота, вращающееся по локальной оси Y

Наклон вправо или влево относительно оси Y называется креном; все остальное можно рассматривать как скольжение. Предположим, что колесо не проскальзывает. В этом случае за один оборот обод колеса пройдет расстояние, равное  $2\pi r$ , где  $r$  – радиус колеса. Будем считать, что движение происходит в двумерной плоскости с плоской ровной поверхностью. Выполняя поворот, робот будет поворачиваться вокруг точки, находящейся на оси, совпадающей с осью правого и левого ведущих колес. Эта точка находится за пределами робота и называется мгновенным центром кривизны (ICC). На следующем рисунке вы увидите конфигурацию ведущих колес робота с дифференциальным приводом по отношению к точке мгновенного центра кривизны (ICC).

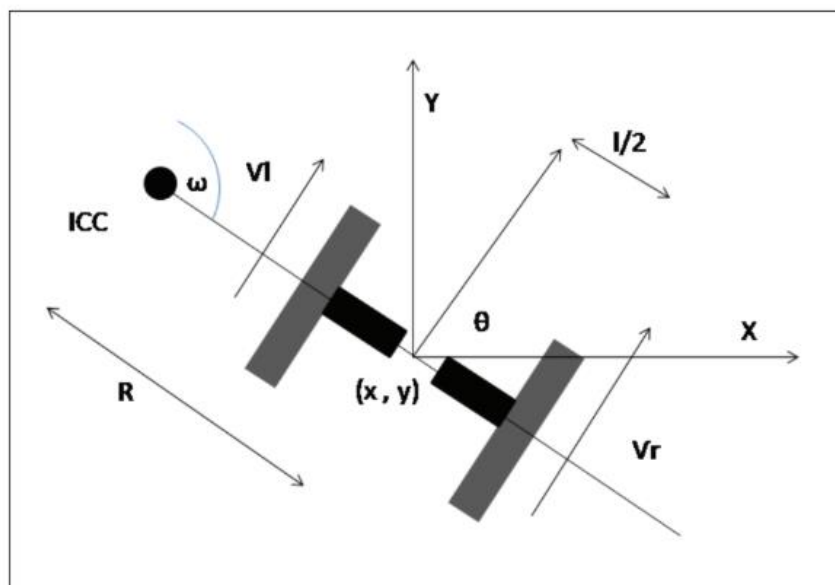


Конфигурация колеса робота с дифференциальным приводом

Основное понятие, без которого не получится вывести уравнение кинематического привода, – это угловая скорость робота, обозначаемая буквой  $w$ . При повороте ведущие колеса робота катятся по окружности, центр которой совпадает с мгновенным центром кривизны (ICC). Скорость колеса описывается формулой  $v = 2\pi r/T$ , где  $T$  – время, затраченное на прохождение колесом расстояния, равного длине полной окружности с центром, совпадающим с точкой ICC. Угловая скорость  $w$  определяется как  $2\pi/T$  и измеряется в радианах (градусах) в секунду. Радиан – это угол, соответствующий дуге, длина которой равна радиусу этой дуги. 1 радиан равен  $57,3^\circ$ . Если объединить уравнения для расчета скорости колеса  $v$  и его угловой скорости  $w$ , получим уравнение  $w = 2\pi/T$ .

$$v = r\omega. \quad (1)$$

Уравнение линейной скорости



Детальная схема системы дифференциального привода

Если применить предыдущее уравнение к обоим ведущим колесам, результат будет одинаковым, т. е.  $w$ :

$$\omega(R + l/2) = Vr. \quad (2)$$

$$\omega(R - l/2) = Vl. \quad (3)$$

Уравнение дифференциального привода колес робота

При этом  $R$  – расстояние между ICC и центром оси, проходящей через колеса, а  $l$  – длина оси колеса. Преобразовав выражения  $w$  и  $R$ , мы получим следующий результат:



$$R = l/2(Vl + Vr)/(Vr - Vl); \quad (4)$$

$$\omega = (Vr - Vl)/l. \quad (5)$$

Уравнение для вычисления расстояния от ICC до центра оси робота и расчета угловой скорости робота

Предыдущие уравнения позволяют решать поставленные перед нами задачи кинематики. Предположим, что робот движется с угловой скоростью в течение  $\omega t$  секунд. В этом случае траектория движения и направление робота изменятся:

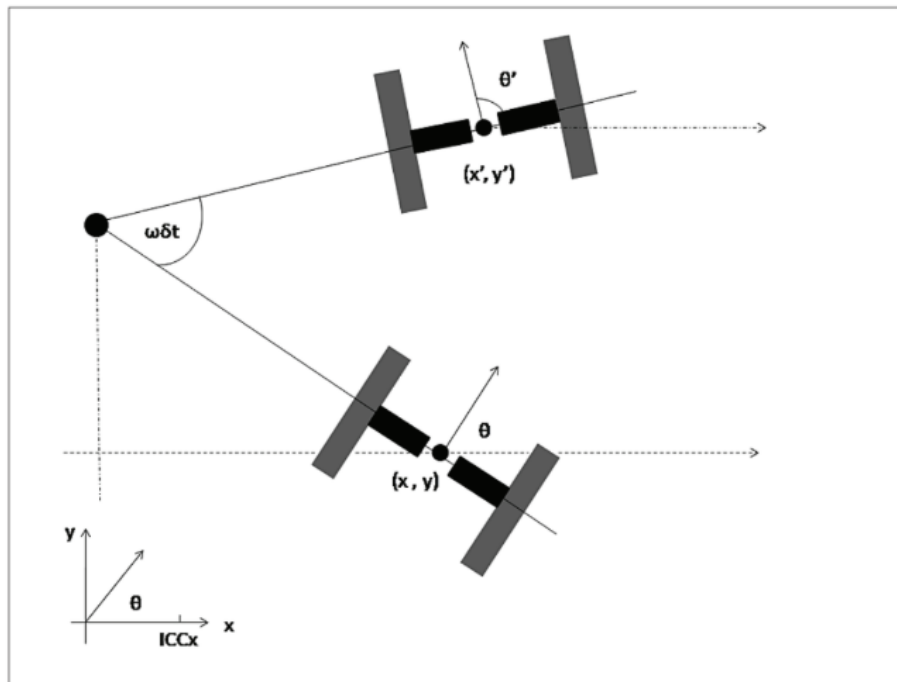
$$\theta' = \omega \delta t + \theta. \quad (6)$$

Уравнение для расчета изменения траектории движения

Центр вращения ICC определяется базовой тригонометрией:

$$ICC = [ICC_x, ICC_y] = [x - R \sin \theta, y + R \cos \theta]. \quad (7)$$

Уравнение для поиска ICC



Поворот робота относительно ICC на угол  $\omega \delta t$  в градусах

С учетом стартовой позиции  $(x, y)$  новое положение  $(x', y')$  может быть вычислено с помощью 2D-матрицы вращения. Учитывая движение робота с угловой скоростью  $\omega$  в течение  $\delta t$  секунд относительно точки ICC, мы получим следующую позицию для времени  $t + \delta t$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\omega \delta t) & -\sin(\omega \delta t) \\ \sin(\omega \delta t) & \cos(\omega \delta t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - ICC_x \\ y - ICC_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} ICC_x \\ ICC_y \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Уравнение для вычисления новой позиции робота

Учитывая  $\omega$ ,  $\delta t$  и  $R$ , новое положение робота  $(x', y'$  и  $\theta')$  можно вычислить с помощью уравнений (6) и (8). Угловая скорость  $\omega$  вычисляется с помощью уравнения (5); точно

измерить скорости  $V_r$  и  $V_l$  затруднительно. Вместо непосредственного вычисления скорости колеса можно измерить его реальную скорость. Измерение реальной скорости производится с помощью энкодера. Угол поворота колеса определяется количеством зафиксированных импульсов. В качестве рабочей величины применяется количество импульсов на один полный оборот колеса. Значениями одометрии робота являются данные от колесных энкодеров. Энкодеры установлены на осях колеса и передают двоичные сигналы для каждого шага вращения колеса (каждый шаг (step) равен 0,1 мм). Сигналы от энкодеров, полученные за временной промежуток от  $t$  до  $t + \delta t$ , подаются на счетчик импульсов, в результате чего можно вычислить пройденное расстояние  $v\delta t$ :

$$n \times \text{step} = v\delta t.$$

Здесь  $n$  – количество импульсов, зафиксированных энкодером за заданное время. Из этого можно вычислить  $v$ :

$$v = n \times \text{step} / \delta t. \quad (9)$$

Уравнение для вычисления линейной скорости с помощью данных энкодера

Если мы подставим уравнение (9) в уравнения (3) и (4), то получим следующий результат:

$$R = l/2(V_l + V_r)/(V_r - V_l) = l/2(nl + nr)/(nr - nl); \quad (10)$$

$$\omega\delta t = (V_r - V_l)\delta t/l = (nr - nl) \times \text{step}/l. \quad (11)$$

Уравнение для вычисления  $R$  с помощью данных, полученных от энкодера

Здесь  $nl$  и  $nr$  – количество импульсов, полученных от энкодеров левого и правого колес.  $V_l$  и  $V_r$  – это скорости левого и правого колес. Итак, робот перемещается с позиции  $(x, y, \theta)$  в позицию  $(x', y', \theta')$ . При этом от датчиков левого и правого колес в течение времени  $\delta t$  соответственно поступит  $nl$  и  $nr$  импульсов. В этом случае новое положение робота определяется по формуле:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ \theta' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\omega\delta t) & -\sin(\omega\delta t) & 0 \\ \sin(\omega\delta t) & \cos(\omega\delta t) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - ICC_x \\ y - ICC_y \\ \theta \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} ICC_x \\ ICC_y \\ \omega\delta t \end{pmatrix}, \quad (12)$$

Уравнение для вычисления положения робота с помощью данных, полученных от датчиков правого и левого колес

Где

$$R = l/2(nl + nr)/(nr - nl); \quad (13)$$

$$\omega\delta t = (nr - nl) \times \text{step}/l; \quad (14)$$

$$ICC = [x - R \sin\theta, y + R \cos\theta]. \quad (15)$$

Уравнение для вычисления  $ICC$  и других параметров с помощью данных, полученных от датчиков правого и левого колес

Полученное кинематическое уравнение в основном зависит от конструкции и размеров деталей ходовой части робота. Изменение конструкции может привести к корректировке уравнений.

### Обратная кинематика

С помощью уравнений прямой кинематики мы можем определить новое положение робота, учитывая скорость вращения колеса. Теперь можно приступить к обратной задаче. Допустим, робот в момент времени  $t$  находится в положении  $(x, y, \theta)$ . Определим скорости левого ( $V\text{-left}$ ) и правого ( $V\text{-right}$ ) колес так, что за промежуток времени  $t + \delta t$  робот займет новое положение с координатами  $(x', y' \text{ и } \theta')$ . В устройствах с дифференциальным приводом переместить робота в нужную позицию с помощью только простой установки скорости вращения колес нельзя. Как уже упоминалось ранее, дифференциальный привод – это неголономная механическая система, в которой, кроме геометрических, учитываются и кинематические связи. Неголономная система накладывает некоторые ограничения на управление роботами. Для увеличения степени подвижности (управляемости) неголономного робота следует использовать разность скоростей левого и правого колес. Если вставить значения из уравнений (12) в уравнение (15), то можно определить способы управления, которые в дальнейшем сможем запрограммировать:

- если  $V\text{-left} = V\text{-right}$ ,  $\Rightarrow n_r = n_l \Rightarrow R = \infty$ ,  $wdT = 0$  (т. е. скорость и направление вращения левого ведущего колеса совпадают со скоростью и направлением вращения правого колеса), значит, робот движется прямолинейно и  $q$  остается неизменной;
- если  $V\text{-left} = -V\text{-right}$ ,  $\Rightarrow n_r = -n_l$ ,  $\Rightarrow R = 0$ ,  $wdT = 2n_l \times \text{step}/l$  и  $ICC = [ICC_x, ICC_y] = [x, y] \Rightarrow x' = x, y' = y, \theta' = \theta + \omega \delta t \Rightarrow$  (т. е. скорости вращения левого и правого колес одинаковы, но направления их вращения не совпадают, колеса вращаются навстречу друг другу), значит, робот вращается вокруг мгновенного центра кривизны (ICC), т. е.  $\forall q$  может изменяться без ограничений при неизменных координатах  $[x, y]$ .

Объединяя приведенные ниже способы управления, можно создать алгоритм, позволяющий достичь любого положения робота относительно его начального положения:

1. поворачивайте, пока ориентация робота не совпадет с линией, ведущей из исходного в целевое положение,  $V\text{-right} = -V\text{-left} = V\text{-rot}$  (скорость поворота);
2. двигайтесь прямо до тех пор, пока положение робота не совпадёт с целевым положением,  $V\text{-right} = V\text{-left} = V\text{-ahead}$  (скорость прямого движения);
3. поворачивайте, пока ориентация робота не совпадёт с ориентацией цели,  $V\text{-right} = -V\text{-left} = V\text{-rot}$ . Скорости  $V\text{-rot}$  и  $V\text{-ahead}$  выбираются произвольно.

**Задание:** написать программу управления на языке c++ для перемещения робота к заданной точке (x, y,  $\Theta$ )

[\[Tutorial\] Open-loop Control of a Hardware Robot in ROS \(part 4\)](#)

### *Занятие второе*

**Как делаем?** На основе группы обучающихся формируем две команды. В каждой из команд выделяем роли конструкторов и программистов.

#### *Что делаем?*

##### **Задачи для ролей программистов.**

**Цель:** разработать программу управления шасси по заданному вектору,

Повторение основ C++ адаптированного под Ардуино. Понятие логика низового уровня .

На основе математической модели написать программу управления шасси с дифференциальной схемой привода на C++.

##### **Задачи для ролей конструкторов.**

На основе математической модели написать техническое задание для шасси с дифференциальной схемой управления. Повторение основ CAD систем. Разработка пакета чертежей, 3D модели шасси.

#### *Требования к сервисному роботу:*

Прежде чем начать проектирование робототехнической системы, необходимо определить технические требования к разрабатываемому роботу. Ниже представлен ориентировочный список технических требований, предъявляемых к проектируемому устройству:

- робот должен иметь устройство для переноски продуктов питания;
- робот должен перевозить груз массой до 2 кг;
- скорость передвижения должна быть в диапазоне от 0,25 до 0,35 м/с;
- дорожный просвет робота должен быть не менее 3 см;
- робот должен непрерывно работать в течение 2 ч;
- робот должен уметь передвигаться, избегая препятствий, и подавать пищу на любой стол;
- высота робота должна быть от 80 до 100 см;
- робот должен быть недорогим .

Определившись с техническими требованиями, такими как вес полезной нагрузки, скорость передвижения, дорожный просвет, высота и стоимость робота, конструкторы могут приступить к его проектированию.

Конструируем корпус и выберем соответствующие компоненты. Далее ребята обсуждают, какой механизм робота будет использован, чтобы устройство соответствовало предъявляемым техническим требованиям, определяются с двигателями, колесами и шасси.

**Выбор двигателей и колёс.** Двигатели выбираются с учетом их технических характеристик. Наиболее важные технические характеристики двигателя – число оборотов в минуту (RPM) и крутящий момент. Эти значения определяются с помощью технических условий, предъявляемых к проектируемому устройству.

*Расчет оборотов двигателя:*

Согласно техническим требованиям скорость передвижения робота должна находиться в диапазоне от 0,25 до 0,35 м/с. Учитывая, что значение дорожного просвета должно быть не менее 3 см, выберем диаметр ведущего колеса, равный 9 см. В этом случае расстояние от поверхности до центра оси колеса составит 4,5 см, требование по дорожному просвету будет выполнено. Используя следующее уравнение, рассчитаем количество оборотов колеса в минуту:

$$\begin{aligned} \text{об/мин} &= (60 \times \text{Скорость}) / (3,14 \times \text{Диаметр колеса}); \\ \text{об/мин} &= \frac{(60 \times 0,35)}{3,14 \times 0,09} = \frac{21}{0,2826} = 74 \text{ об/мин.} \end{aligned}$$

Ребята могут использовать для расчетов следующую ссылку:

<http://www.robotshop.com/blog/en/vehicle-speed-rpm-and-wheel-diameterfinder-9786>.

Для устройства, перемещающегося со скоростью 0,35 м/с, расчетное количество оборотов в минуту колеса диаметром 9 см (90 мм) составляет 74. Применив округление, в качестве стандартной величины определим значение, равное 80 об/мин.

Учитывая, что колесо будет крепиться прямо на ведущий вал двигателя, необходимо выбрать двигатель со встроенным редуктором и количеством оборотов на ведущем валу, равным 80 об/мин.

*Расчет крутящего момента двигателя*

Рассчитаем крутящий момент, необходимый для перемещения робота.

Количество колес – 4 (2 ведущих плюс 2 опорных колеса).

Количество моторов – 2.

Предполагаем, что коэффициент трения равен 0,6, а радиус колеса – 4,5 см (45 мм).

Определим полную массу робота = Масса робота + груз:  $(W = mg) = (\sim 100N + \sim 20N)W = \sim 150N$ , из этого общая масса = 12 кг.

Нагрузка, действующая на четыре колеса, может быть записана как

$W = 2 \times N1 + 2 \times N2$ , где  $N1$  – количество опорных колес и  $N2$  – количество ведущих колес.

Предположим, что робот находится в неподвижном состоянии. Максимальный крутящий момент требуется в начале движения робота, т. к. ему необходимо преодолеть силу трения. В момент начала движения момент импульса и сила трения уравниваются друг друга. Зная силу трения, мы получим максимальное значение крутящего момента (момент импульса):

$\mu \times N \times r - T = 0$ , где  $\mu$  – коэффициент трения,  $N$  – средний вес, действующий на каждое колесо,  $r$  – радиус колеса,  $T$  – крутящий момент;

$N = W/2$  (в работе ведущими являются только 2 колеса, поэтому для вычисления максимального крутящего момента мы берем  $W/2$ ). В результате получаем:  $0,6 \times (120/2) \times 0,045 - T = 0$ ;

Следовательно,  $T = 1,62 \text{ Н/м}$ , или  $16,51 \text{ кг/см}$ .

### ***Занятие третье Программисты***

***Как делаем?*** В форме самостоятельных занятий команды

***Что делаем? Задачи программистов.***

#### **Лекционный вброс**

Необходимость в логике верхнего уровня. ROS как "клея".

*Концепции ROS:*

- 1) файловая система ROS;
- 2) вычислительный граф ROS.

#### *Файловая система ROS*

Основная задача файловой системы ROS – организация файлов на диске. Основные термины файловой системы ROS:

*Пакеты.*

Пакеты ROS являются основной единицей в рамках программного фреймворка ROS. Пакет ROS может содержать исполняемые файлы, ROS-библиотеки, принадлежащие программному обеспечению сторонних производителей, конфигурационные файлы и т. д. Пакеты ROS можно использовать повторно и совместно.

### *Описание пакета.*

В описании пакетов (пакет .XML-файла) вы найдете всю детализацию пакетов, включая имя, описание, лицензию и зависимости.

### *Типы сообщений (msg).*

Все сообщения хранятся в отдельной папке, в файлах с расширением .msg. ROS-сообщения – это структурированные данные, проходящие через ROS.

### *Типы служб (SRV).*

Описания служб хранятся в папке SRV с расширением .srv. SRV-файлы определяют запрос и ответ для структуры данных в сервисе ROS.

### *Вычислительный граф ROS*

Вычислительный граф ROS – это одноранговая сеть систем ROS, назначение которой – обработка всех данных. Основными понятиями вычислительной графики ROS являются узлы, Мастер ROS, сервер параметров, сообщения и службы. Узлы – это вычислительные процессы в ROS. Каждый узел выполняет обработку определенных данных. Например, один узел обрабатывает данные с лазерного сканера, другой публикует эти данные и т. д. Узел ROS создается с помощью клиентской библиотеки ROS (например, roscpp и rospy). Более подробно мы познакомимся с этими библиотеками во время создания образца узла.

### *Мастер ROS.*

Мастер ROS действует как служба имен в графе вычислений ROS. Он хранит темы и регистрационную информацию служб для узлов ROS. Узлы общаются с Мастером, сообщая свои регистрационные данные. Эти узлы, общаясь с мастером, получают информацию о других зарегистрированных узлах и соответственно устанавливают с ними соединения. Мастер также выполняет обратный вызов этих узлов при изменении регистрационной информации, позволяющей узлам динамически создать соединения при запуске новых узлов. Узлы подключаются непосредственно к другим узлам. Мастер, как и DNS-сервер, обеспечивает только поиск информации. Узлы, подписывающиеся на тему, запрашивают соединения от узлов, публикующих эту тему, и позволяют установить связи по согласованному протоколу подключения. Наиболее распространенный протокол, используемый в ROS, называется TCPROS. Он использует стандартный протокол TCP/IP-сокетов.

### *Сервер параметров.*

Статические данные ROS хранятся в общедоступном месте – на сервере данных, от которого узлы и получают доступ к этим данным. Мы можем установить объем сервера

данных и определить его как частный или общественный, чтобы ограничить доступ к серверу одним узлом или разрешить доступ всем узлам.

### *Темы ROS.*

Узлы обмениваются данными в виде сообщений через систему транспортировки в ROS с конкретным названием темы. Тема – это имя, используемое для идентификации содержания сообщения. Узел, заинтересованный в определенном виде данных, будет подписываться на соответствующую тему. В целом издатель и абонент не знают о существовании друг друга. Идея в том, чтобы отделить производство информации от ее потребления. Логически можно думать о теме как о шине строго типизированных сообщений. Каждая шина имеет имя, и любой может подключаться к ней для отправки или получения сообщений до тех пор, пока они имеют правильный тип.

### *Сообщения.*

Узлы взаимодействуют друг с другом с помощью сообщений. Сообщение ROS состоит из примитивных типов данных, таких как целые числа, плавающие точки, логические значения («true» – «истина» или «false» – «ложь»). Сообщения ROS передаются через тему ROS. Тема может получать или посылать один тип сообщения только один раз. Мы можем создать собственное определение сообщения и передать его через тему.

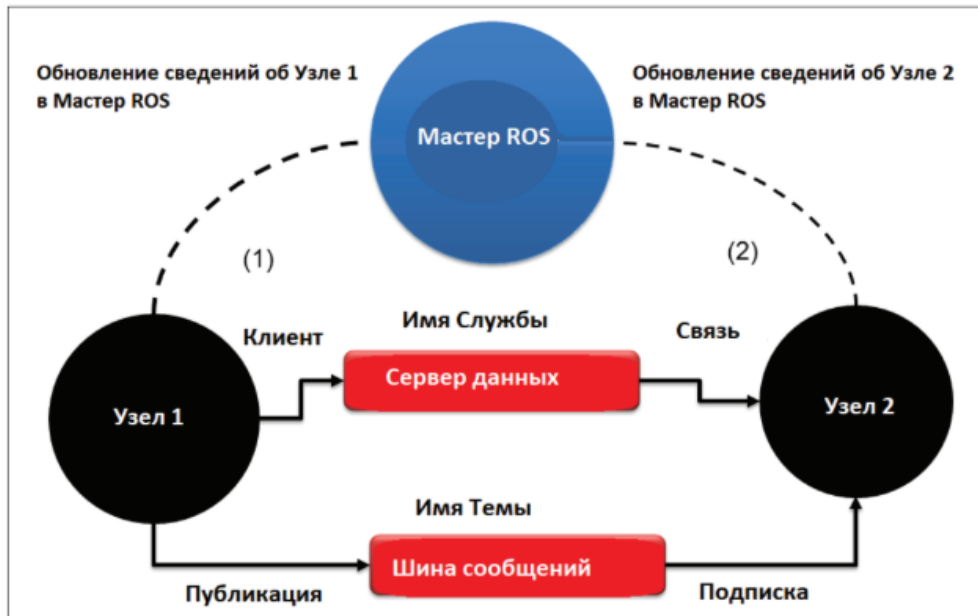
### *Службы.*

Выше было показано, что переслать/получить сообщение с использованием тем ROS – это очень простой метод общения между узлами. Этот способ коммуникации («один ко многим» – «one-to-many») позволяет подписываться на одну тему любому количеству узлов. В некоторых случаях может осуществляться частичное взаимодействие, обычно применяемое в распределенных системах. Используя определенное сообщение, можно послать запрос в другой узел, предоставляющий нужную услугу. Узел, пославший запрос другому узлу, обязан ожидать результат обработки данного запроса.

Bags – это формат для сохранения и воспроизведения данных сообщений ROS. Bags – важный механизм для хранения данных, получаемых, например, от датчиков. Эти данные могут быть использованы позже для разработки и тестирования алгоритмов в автономном режиме.

На следующем рисунке показано взаимодействие между мастером, темами, службами и узлами:





Связь между узлами ROS и мастером ROS

На приведенной выше схеме показана связь, осуществляемая с помощью Мастера ROS (ROS Master) и двух узлов ROS: Узла 1 (Node 1) и Узла 2 (Node 2). Прежде чем начать обмен данными между этими двумя узлами, необходимо запустить Мастер ROS. Master ROS является посредником, позволяющим установить связь и обмениваться информацией между узлами.

Например, Узел 1 (Node 1) хочет опубликовать тему/хуз с типом сообщения abc. Для этого он обращается к ROS Master и сообщает, что собирается опубликовать тему/хуз с сообщением вида abc и поделиться ею с другими узлами. А другой узел, например Узел 2 (Node 2), желает подписаться на эту тему/хуз с типом сообщения abc. Мастер сообщает Узлу 2, какой узел опубликовал запрашиваемую информацию, и выделяет порт для связи этих двух узлов напрямую, минуя Мастер ROS. Таким образом, как уже упоминалось ранее, Master ROS представляет собой DNS-сервер, обеспечивающий поиск запрашиваемой узлами информации. Ранее уже упоминалось, что в ROS применяется протокол связи TCPROS

(<http://wiki.ros.org/ROS/TCPROS>), использующий для связи в основном сокеты TCP/IP

- Введение в UBUNTU 16, catkin и создание рабочего пространства ([Веб-представление](#))
- Введение в ROS, установка, проверка работоспособности, введение ([Веб-представление](#))

### *Занятие третье Задачи конструкторов*

#### **Разработка конструкции робота с помощью системы автоматического проектирования САПР, или CAD**

**Цель:** разработать комплект документации для конструкции шасси.

Система автоматического проектирования САПР, или CAD (computer-aided design/drafting – система автоматизированного проектирования и создания чертежей). Ниже приведен список наиболее популярных систем автоматического проектирования:

- SolidWorks (<http://www.solidworks.com/default.htm>);
- AutoCAD (<http://www.autodesk.com/products/autocad/overview>);
- Maya (<http://www.autodesk.com/products/maya/overview>);
- Inventor (<http://www.autodesk.com/products/inventor/overview>);
- Google SketchUp (<http://www.sketchup.com/>);
- Blender (<http://www.blender.org/download/>);
- LibreCAD (<http://librecad.org/cms/home.html>).
- Компас 3D 20

Предложить ребятам самостоятельно освоить основы Компас 3D 20 по видео урокам:

[Уроки Компас 3D V17 Построение модели вала](#)

#### **Конструкция шасси робота. Пример.**

После расчетов параметров двигателей и колес робота можем спроектировать его шасси. Согласно техническому заданию на шасси робота необходимо смонтировать подставку для доставки еды, выдерживающую до 2 кг полезной нагрузки. Дорожный просвет робота должен составлять не менее 3 см (30 мм). Себестоимость робота должна быть минимальной. Помимо этого, в роботе необходимо предусмотреть место для размещения электронных компонентов, таких как персональный компьютер (ПК), датчики и батарея. Одной из самых простых и удовлетворяющих требованиям технического задания (ТЗ) конструкций является многоуровневая конструкция, например TurtleBot 2 (робот-черепаха) (<http://www.turtlebot.com/>) с шасси, состоящим из трех полок – уровней. В качестве ходовой части TurtleBot используется роботизированная платформа Kobuki (<http://kobuki.yujinrobot.com/about2/>). Она оснащена встроенными моторами и датчиками, поэтому нет необходимости дополнительно разрабатывать ходовую часть робота.

На следующем рисунке показана конструкция прототипа - шасси робота TurtleBot 2:

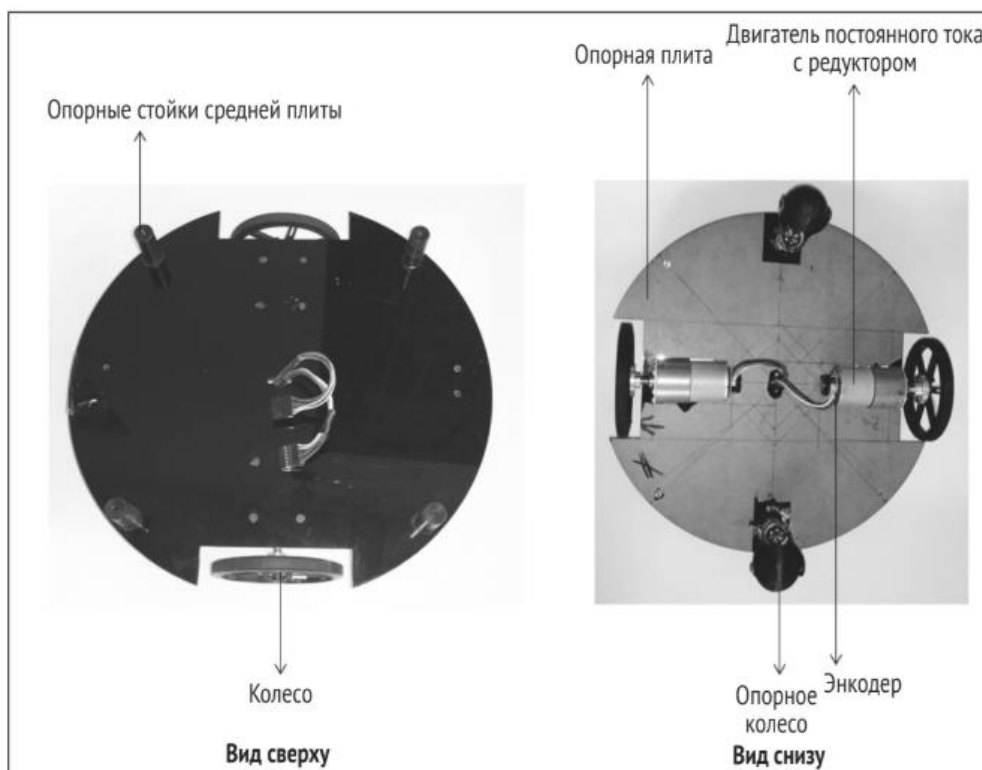


Робот TurtleBot 2 (<http://robots.ros.org/turtlebot/>)

### ***Создание 2D – CAD чертежа шасси***

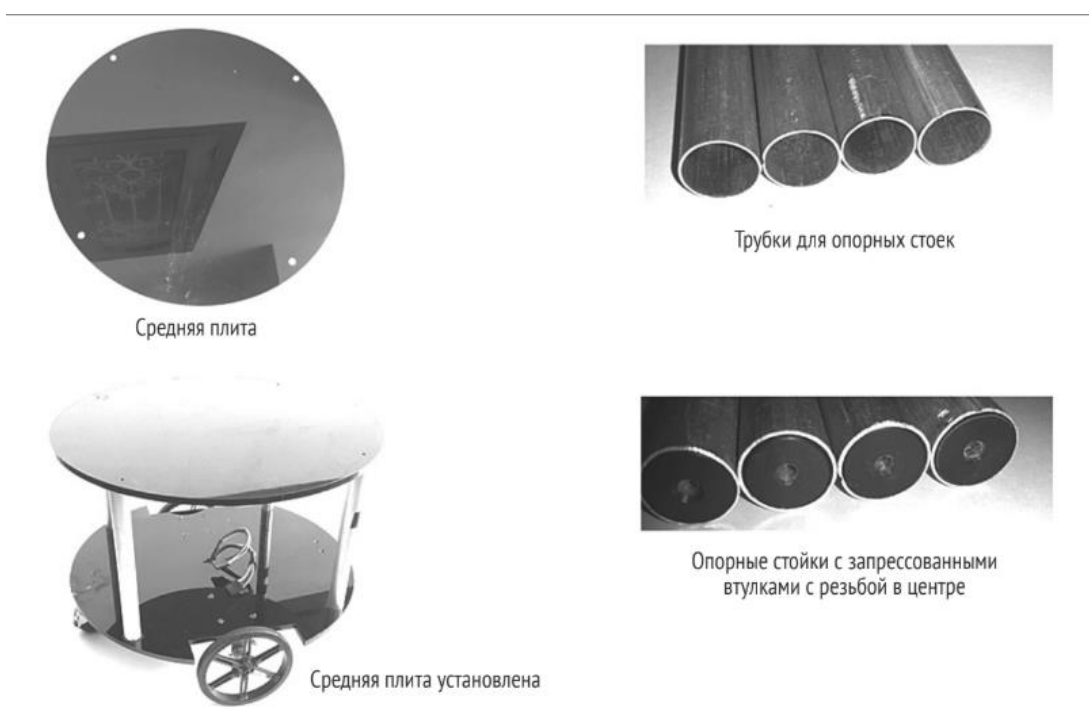
Ниже представлен чертеж опорной плиты робота. Плита изготавливается из алюминиевого листа марки АТ (алюминий твердый) толщиной 5 мм. Все размеры, как линейные, так и радиусные, базируются от центра опорной плиты. Как уже упоминалось выше, двигатели для вращения колес крепятся к нижней стороне плиты с помощью двух кронштейнов, конструкция которых будет представлена ниже. Эти двигатели обозначены на чертеже двумя прямоугольниками темно-зеленого цвета и именуются Мотор 1 и Мотор 2. Для крепления каждого кронштейна предусмотрено по 4 отверстия с резьбой М3. Нестандартные расстояния между отверстиями крепления кронштейна (с десятичными значениями) объясняются тем, что эти кронштейны разрабатывались в дюймах (1 дюйм равен 25,4 мм).



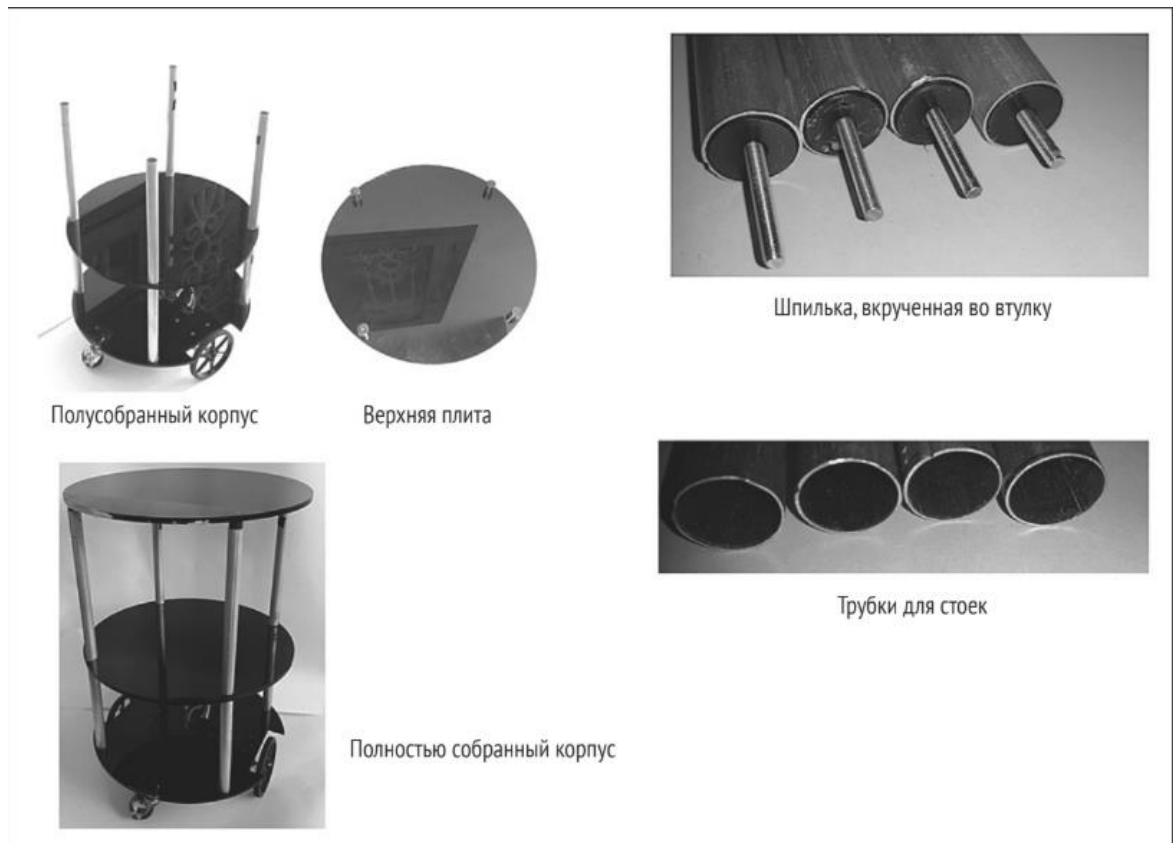


Опорная плита с двигателями, ведущими и опорными колесами

Вариант развития конструкции шасси:



Средняя плита и опорные стойки



### *Занятие четвертое*

#### *Моделирование робота в виртуальной среде*

**Как делаем?** Совместное занятие в форме лекции-беседы.

#### **Что делаем?**

Программное моделирование в ROS может помочь вам узнать, как заставить роботов «думать». В конце концов, это большой скачок от создания роботов, едущих по линии в сторону, к созданию автономных машин. Возможно, одной из самых больших проблем в создании полезных роботов является проблема создания программного обеспечения. С помощью ROS вы сможете разобраться в таких основных вопросах, как использование сенсоров для определения местоположения робота (очувствление), разработка стратегий для определения действий робота (планирование), и затем вычисление команд, необходимых для корректной работы робота (действие).

В этом уроке мы разработаем виртуальную модель робота с нуля.

#### **Код репозитория (хранилища):**

git clone -b base [https://github.com/richardw05/mybot\\_ws.git](https://github.com/richardw05/mybot_ws.git)

#### **Структура каталогов**

Большинство учебных пособий сошлись на следующей структуре рабочей области:

- mybot\_ws
  - src
  - **mybot\_control**
    - config
    - mybot\_control.yaml
    - launch
    - mybot\_control.launch
    - CMakeLists.txt
    - package.xml
  - **mybot\_description**
    - launch
    - mybot\_rviz.launch
    - urdf
    - macros.xacro
    - macros.xacro
    - mybot.gazebo
    - mybot.xacro
    - CMakeLists.txt
    - package.xml
  - **mybot\_gazebo**
    - launch
    - mybot\_world.launch
    - worlds
    - mybot.world
    - CMakeLists.txt
    - package.xml

Краткое пояснение:

1. **mybot\_description** определяет всю структуру робота в виде звеньев и соединений (шарниров) и может запустить модель в rviz.
2. **mybot\_gazebo** запускает модель в среде Gazebo и содержит различные моделируемые "миры" (среды).
3. **mybot\_control** (не используется) позволяет контролировать соединения (шарниры) нашей модели, чтобы она могла перемещаться.

Чтобы создать базовый каркас структуры каталогов, мы начинаем с рабочего пространства `{WORKSPACE}_ws`, где устанавливаем `{WORKSPACE}=mybot`.

```
cd ~
mkdir mybot_ws
cd mybot_ws
catkin init
mkdir src
catkin build

echo "source ~/mybot_ws/devel/setup.bash" >> ~/.bashrc # Adds workspace to search path
```

В папке `src` находятся три основных пакета: `{MODEL}_control`, `{MODEL}_description`, `{MODEL}_gazebo`. Мы устанавливаем `{MODEL}=mybot`. Создадим пакет: `catkin_create_pkg {PKG_NAME} {PKG_DEPENDENCIES}`.

В этом случае у нас нет `{PKG_DEPENDENCIES}=""`.

```
cd ~/mybot_ws/src/
catkin_create_pkg mybot_control
catkin_create_pkg mybot_description
catkin_create_pkg mybot_gazebo
```

### Создание модели робота (URDF)

В `~/mybot_ws/src/mybot_description/urdf` есть четыре файла:

- `mybot.xacro`: основной файл, который загружает остальные три файла и содержит только такие элементы URDF, как соединения и ссылки
- `mybot.gazebo`: содержит специфичные для gazebo ярлыки, обернутые в `gaz`
- `materials.xacro`: сопоставляет строки с цветами
- `macros.xacro`: макросы для упрощения

### Запуск моделей

Загрузите симулятор Gazebo и rviz в отдельные терминалы

```
roslaunch mybot_gazebo mybot_world.launch
roslaunch mybot_description mybot_rviz.launch
```

Отправьте базовую команду контроллера и убедитесь, что робот двигается как в Gazebo, так и в rviz.

```
rostopic pub /cmd_vel geometry_msgs/Twist "linear:
  x: 0.2
```



y: 0.0

z: 0.0

angular:

x: 0.0

y: 0.0

z: 0.1"

[\[Tutorial\] Building a Simulated Model for Gazebo and ROS from Scratch \(part 1\)](#)

- [Gazebo создание мира и запуск tartletbot \(Веб-представление\)](#)
- [Перемещение робота в виртуальной среде, TWIST, симуляция управления \(Веб-представление\)](#)

### *Занятие пятое*

#### *Сборка мобильного шасси*

**Как делаем?** В форме самостоятельных занятий команды

**Что делаем?** Производится резка, печать, сборка и испытание разработанного командой конструкторского решения мобильного шасси. Защита конструкций командами.

### **Педагогический сценарий**

#### Занятие 1

1. Вводное напутствие. Цель блока переключить внимание курсантов на совместную деятельность. Наставник объясняет особенность образовательного процесса в кванториуме (4К компетенции), в диалоге совместно с детьми выясняет, что такое взрослое мышление, что такое детское мышление? Проводит командообразующее мероприятие (например, соревнование по строительству башни из макарон). По-командно, в соревновательной форме, поручает выполнение поиска понятий на тему кейса (ограничение первого рода). Результат публично презентуется каждой командой. Обращая внимание на реакцию обучающихся, в момент ослабления поисковой заинтересованности вставляется фрагмент лекции по теме кейса. В ходе напутствия обращается внимание на реакцию детского коллектива на предложенные тезисы. Цель – вписать последующую за этапом напутствия оглашение проблемной ситуации кейса.

2. Оглашение проблемной ситуации кейса (легенды кейса). Наставник должен иметь две три линии развития заинтересованности детей в зависимости от реакции обучающихся на предложенную тему (первая линия – необычный подарок, например, к памятной дате, вторая линия – необычная визитная карточка кванториума, третья линия –

городская изюменка, которая способна стать городским мифом и т.п.) После считывания реакции отклика переходить к обсуждению проблемы и поиска ИКР . Поиск общего знаменателя высказанных идей.

3. Поиск прототипа (ограничение второго рода). Обучающиеся по-командно, проводят исследование существующих конструкций шасси с их историей и современным уровнем реализаций с последующей презентацией выбранного прототипа.

4. Рефлексия. По-командно, каждый из членов команды высказывает своему командиру моменты, которые ему следует подтянуть в руководстве командой (повторяется в конце каждого дня кейса ).

#### Занятие 2 и 3

1. Присвоение знаний первого дня обучающимися. Этап нужен для сознательного использования опыта первого занятия. Для этого в начале занятия делается опрос или анкетирование, где предлагается назвать понятия из самостоятельного поиска первого дня. После чего, предлагается назвать или оперировать понятиями первого дня, которые прозвучали во фрагменте лекции. Провести рефлекссию этого совместного опыта. Опираясь на то, что дети лучше ориентируются в результате самостоятельного поиска, чем в прослушанном лекционном материале.

2. Возможно ветвление: если уровень обучающихся позволяет перейти к самостоятельной командной работе переход к п.3 занятия 2 и 3 , если уровень недостаточен материал кейса в форме лекций и практических занятий.

3. Ребята делятся на две команды. На основе анкетирования и беседы, обучающиеся определяют внутри команды, кто склонен заниматься программированием, кто конструированием. Приступают к самостоятельным занятиям.

#### Занятие 4

1. Совместное занятие в форме лекции-беседы, где обучающиеся проводят импровизированный семинар - обмен мнениями и идеями по результатам пройденного материала.

#### Занятие 5

1. Самостоятельная покомандная сборка разработанных конструкций шасси.
2. Покомандная защита конструкций и демонстрация работы разработанных мобильных шасси

### Педагогические технологии

В процессе обучения по Программе используются разнообразные педагогические технологии:

- технологии развивающего обучения, направленные на общее целостное развитие личности, на основе активно-деятельного способа обучения, учитывающие закономерности развития и особенности индивидуума;
- технологии личностно-ориентированного обучения, направленные на развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, максимальное выявление, раскрытие и использование его опыта;
- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей;
- технологии сотрудничества, реализующие демократизм, равенство, партнерство в отношениях педагога и обучающегося, совместно вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, сотворчества.
- проектные технологии – достижение цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом
- компьютерные технологии, формирующие умение работать с информацией, исследовательские умения, коммуникативные способности.

В практике выступают различные комбинации этих технологий, их элементов.

### Основное оборудование и материалы

	Названи е	Характерис тики	ол- во	Кратко е описание назначения в проекте	ена за ед., руб.	умма, руб.
	Интерне т	Быстрый, безлимитный		Поиско вая работа		
	notebook с картридером	Windos 7,10 ) озу 8 Гб, core i3 и выше		Выполн ение кейса		

	Raspberr у Pi 3 b с блоком питания			Выполн ение кейса		
	Клавиату ра			Выполн ение кейса		
	Мышь комп.		0	Выполн ение кейса		
	Дисплеи с входом HDMI			Выполн ение кейса		
	Кабель HDMI-HDMI	Femail-femail для соединения Raspberry Pi 3 b с дисплеем		Выполн ение кейса		
0	Карты памяти microSD 16Гб с картридером	SanDisk Ultra 16 GB, Class 10	5	Выполн ение кейса		
2	Arduino Uno	Можно аналог		Выполн ение кейса		

## Вспомогательное оборудование и материалы

	На звание	Характери стики (если необходимо)	ол- во	Краткое описание назначения в проекте	Ц ена за ед., руб.	С умма, руб.
	Се тевые пилоты		0	Выполнени е кейса		

	3D принтер	Hercules		Выполнени е кейса	1 04	2 08
--	---------------	----------	--	----------------------	---------	---------

### Календарно-тематическое планирование

	Наименова ние темы	Минимум содержания программы	ол. ас	Плани руемая дата проведения
	Вводное напутствие	Цель блока переключить внимание курсантов на совместную деятельность.		
	Присвоение знаний первого занятия обучающимися.	Ввести понятие “декомпозиция” устройства. Познакомить с понятием схема. Перейти к знакомству с имеющимися ресурсами, элементами и их функциональными возможностями.		
	Введение в техническое зрение.	Понятие ROS, реализованные возможности и прототипы, которые можно использовать для решения задач кейса.		
	Обсуждение идеи	вводит понятия техническая документация,		

		техническое задание, паспорт устройства. Демонстрирует предустановленную систем управления проектами Trello, объясняет основы работы с SCRUM досками, предлагает описать создание итогового устройства, включая ее паспорт в Scrum досках Trello.		
	Реализация идеи	<i>Занятия по выбранной линии кейса</i>	<b>4</b>	

### Литература

1. Джозеф Лентин Изучение робототехники с помощью PYTHON изд. ДМК , 2019 г.
2. Студенческое конструкторское бюро кафедры СУиИ Университета ИТМО Движение робота к точке с заданными координатами <https://habr.com/ru/post/277829/>
3. Чистяков М.Г., Юдин А.В. Расчет траектории движения мобильного робота в частной задаче перемещения объектов // Сборник научных трудов. 13-ая молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2011". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 27-28 апреля 2011 г. – с.311-314.
4. Ванройе Н.К. Анализ механики поворота шасси мобильного колесного робота в целях организации его управления // Сборник научных трудов. 16-ая молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2014". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 23-24 апреля 2014 г. – с.303-312.
5. [ВИКИ-раздел с методическими материалами http://robokvantum.ru/w/index.php/](http://robokvantum.ru/w/index.php/)

6. Обзор

рынка

[http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank\\_robotics\\_review\\_2019\\_17.07.2019\\_m.pdf](http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf)

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности**

**Кейс: «Исследование возможности построения агро робототехнических систем»**

Возраст обучающихся: 13 -18 лет

Срок реализации: 22-24 часа

Автор-составитель:

Стрыгин  
педагог дополнительного образования

И.

Ю.,



**г. Самара, 2023 г**

### **О кейсе**

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих качество жизни населения. Правильное питание способствует профилактике заболеваний, продлению жизни людей, повышению их работоспособности и создает условия для адекватной адаптации их к окружающей среде. Выращивание овощей в защищенном грунте позволяет не только продлить пригодный для роста растений сезон, но и автоматизировать многие технологические операции. Между тем, в защищенных грунтах создаются также и благоприятные условия для вредителей культурных растений, сложна технология выращивания экологически чистой продукции. В рамках кейса предлагается исследовать применимость робототехники для решения некоторых проблем выращивания растений в защищенных грунтах.

**Категория кейса:** вводный

**Примерный возраст обучающихся:** 12-15 лет.

**Место в структуре программы:** автономный.

**Количество академических часов, на которые рассчитан кейс:** 22-24 часа

**Предполагаемые результаты обучающихся**

#### **Softskills:**

- умение взаимодействовать в команде;
- умение находить, анализировать и использовать релевантную информацию;
- формулирование проблемы, выдвижение гипотезы, постановка вопросов; инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
- самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера.
- основы ораторского искусства;
- опыт публичных выступлений.

#### **Hardskills:**

- механика — понятие “механизм” и понятие “машина”; составление кинематических схем; умение строить простые механизмы, выявлять конструктивные ограничения механизмов; представление о механизмах преобразования энергии в движение;

- электрика и электроника – представление о электромагнитной энергии; понятие электрических машин; понятие электрической цепи и элементов электрической цепи;
- физика – понятие о потенциальной и кинетической энергии; виды энергии: химическая, электромагнитная, энергия расширяющихся жидкостей и газов; преобразование одного вида энергии в другой; к.п.д, мощность, работа, понятие твердого тела; знакомство с физическими эффектами (эффект Пельтье, эффект Холла и т.п.);
- математика – активизация знаний по алгебре и геометрии; тренировка умение решать уравнения;
- 3D прототипирование; создание макетов для лазерной резки.
- биология, биоинтерфейсы,
- техническое зрение,
- сенсорики.

### Проблемная ситуация

Всего каких-то 100 лет назад сельскохозяйственное производство было полностью натуральным и экологически чистым. Гарантия качества и экологической чистоты, по мнению Международной Федерацией Органических Движений Сельского хозяйства (IFOAM) определяют три параметра: экологически чистое сырье, технологический процесс и экологически чистые ингредиенты. Если с первыми двумя положениями не поспоришь, то последнее вызывает ряд вопросов. По популярному высказыванию Парацельса: «Всё — яд, всё — лекарство; то и другое определяет доза!» Так противники органических продуктов утверждают, что у экологически чистых злаков выше риск заражения грибками и насекомыми. Риск заражения сальмонеллезом от органических овощей в 3-5 раз выше, чем от обычных, поскольку органическое удобрение навоз — прекрасная среда для размножения микроорганизмов. По мнению ряда аналитиков, мировое производство экологически чистой продукции в перспективе может столкнуться с рядом проблем, одними из которых на сегодняшний день выступают физический дефицит сельскохозяйственных земель [1].

Между тем, к основным преимуществам использования технологий выращивания без почвы или на искусственных почвах можно отнести:

- Увеличение скорости формирования растений, поскольку время «жизни» тратится исключительно на рост и развитие, а не на преодоление сложностей, связанных с получением требующихся микроэлементов, воды и кислорода.
- Возможность увеличения урожайности, поскольку могут быть воспроизведены идеальные условия без стрессов, часто возникающих при посадке в грунт: засуха, переувлажнение, резкие перепады температуры, не постоянно полноценное питание.
- Снижение трудозатрат на выращивание.
- Возможность снизить или полностью исключить использование ядохимикатов.

Кроме этого, районы крайнего севера и приравненные к ним не имеют другой возможности, кроме выращивания продукции растениеводства в защищенном грунте.

И так, если бы вместо усредненных рекомендаций по выращиванию того или иного вида и сорта растения удалось бы определять оптимальные режимы их выращивания и раннюю диагностику заболеваний растений, то можно предположить, что качество такой сельскохозяйственной продукции может приблизиться, а в перспективе превзойти требования норм для Органического Производства (IBS). Кроме этого, развитие технологических возможностей дает новые перспективы к более точному контролю состояния и уходом за растениями в защищенном грунте. Так например, возможно использования библиотеки

технического зрения, например, *openCV*, для диагностики состояния растения и управления изменением искусственной среды по визуальным признакам дефицита микроэлементов[4], грибковых и вирусных заболеваний растений.

Идеальный конечный результат видится, как возможность встроить непосредственно само растение в робототехнический комплекс по его выращиванию. В этом случае, получив возможность ранней диагностики заболеваний растений методом визуализации с помощью технического зрения, приобретает возможность устранять стресс фактор, повысив тем самым сопротивляемость растения различным заболеваниям. Растение становится способным самостоятельно регулировать свой рост.

### **Привязка к предметным областям**

Биология, технология, техническое зрение, сенсорика, биоинтерфейсы

### **Цели проекта**

**Мировоззренческая:** формирование стратегии вписывания, использования заложенного информационного потенциала природных объектов в рамках концепции устойчивого развития системы "Природа-Общество-Человек".

### **Продуктовая:**

- ↓ Концепция использования растений в качестве биосенсоров стресс-факторов.
- ↓ Развитие отрасли растениеводства

### **Образовательная - освоение основ:**

- ↓ Основы использования технического зрения и машинного распознавания образов
- ↓ Основы исследовательской работы
- ↓ Основы построения робототехнических систем

### **Планируемые результаты проекта**

- ↓ Прототип фрагмента робототехнической системы автоматизации агро операций в условиях защищенного грунта.
- ↓ Проект робототехнической системы автоматизации агро операций в условиях защищенного грунта.
- ↓ Развитие отрасли растениеводства

## Сценарий

### *Занятие 1 (2-4 часа)*

Вводное напутствие. Цель блока переключить внимание курсантов на совместную деятельность. Наставник объясняет особенность образовательного процесса в кванториуме (4К компетенции), в диалоге совместно с детьми выясняет, что такое взрослое мышление, что такое детское мышление? Проводит командообразующее мероприятие (например, соревнование по строительству башни из макарон). По-командно, в соревновательной форме, поручает выполнение поиска понятий на тему кейса (ограничение первого рода). Результат публично презентуется каждой командой. Обращая внимание на реакцию обучающихся, в момент ослабления поисковой заинтересованности вставляется фрагмент лекции по теме кейса. В ходе напутствия обращается внимание на реакцию детского коллектива на предложенные тезисы. Цель – вписать последующую за этапом напутствия оглашение проблемной ситуации кейса.

Оглашение проблемной ситуации кейса (легенды кейса). Наставник должен иметь две - три линии развития заинтересованности детей в зависимости от реакции обучающихся на предложенную тему. Первая линия – агроробот, который осуществляет полив растений в зависимости от внешних условий и по заданным координатам (например, в защищенном грунте) и развить функционал робота, сделав его способным осуществлять посадку семян (для этого требуется разработать конструкцию сеялки и дооснастить его ), вторая линия – предложить детям, разработать робота, способного с помощью средств технического зрения осуществлять раннюю диагностику и борьбу с болезнями растений (например, в защищенном грунте), третья линия - провести исследование о возможности использования растения в качестве сенсора, чтобы растение само говорило о своих стресс факторах. Предложить вариант кооперации команд, по созданию агро робота. (конструкторское бюро). После считывания реакции отклика переходить к обсуждению проблемы и поиска ИКР.

Поиск прототипа (ограничение второго рода). Обучающиеся по-командно, проводят исследование существующих конструкций в поисках прототипа для выбранной задачи, в том

числе с их историей и современным уровнем реализаций с последующей презентацией выбранного прототипа.

Рефлексия. По-командно, каждый из членов команды высказывает своему командиру моменты, которые ему следует подтянуть в руководстве командой (повторяется в конце каждого дня кейса ).

### *Занятие 2 (2 часа)*

Присвоение знаний первого занятия обучающимися. Этап нужен для сознательного использования опыта первого занятия. Для этого в начале занятия делается опрос или анкетирование, где предлагается назвать понятия из самостоятельного поиска первого дня (например, что отличает робота от машины). После чего, предлагается назвать или оперировать понятиями первого дня, которые прозвучали во фрагменте лекции. Провести рефлексию этого совместного опыта. Опираясь на то, что дети лучше ориентируются в результате самостоятельного поиска, чем в прослушанном лекционном материале. Усилить этот вывод, совместно выбрав лексическое название “Х” этого метода обучения. (вытягивающий, “метод дяди гугла” и т.п.)

Ввести понятие “декомпозиция” устройства. Познакомить с понятием схема. Перейти к обучающей программе кейса: активаторы, устройства управления активаторами, сенсоры, устройства управления. Перейти к знакомству с имеющимися ресурсами, элементами и их функциональными возможностями. Эскиз функциональной схемы робота

Рефлексия. Определить возможные проблемы технического характера, возникающие при реализации выбранной задачи. Предложить варианты согласования элементов и механизмов с последующими модулями будущего агро робота.

### *Занятие 3 (4 часа)*

Наставник вводит понятия: техническое зрение. Перейти к обучающей программе кейса: понятие техническое зрение, реализованные возможности и прототипы, которые можно использовать для решения задач кейса. Презентация материала командами. Результат уточненная функциональная схема робота.

Рефлексия. Определить менее эффективные узлы, предложить замену или способ повышения эффективности узла, модуля, механизма.

### *Занятие 4 (4 часа)*

Обсуждение идеи, сценария и дизайна итогового устройства методом мозгового штурма. Презентация результатов. Объединение результатов работы команд в единую машину. Результат: согласованная схема машины.

Наставник вводит понятия техническая документация, техническое задание, паспорт устройства. Демонстрирует предустановленную систему управления проектами Trello, объясняет основы работы с SCRUM досками, предлагает описать создание итогового устройства, включая ее паспорт в Scrum досках Trello.

Рефлексия. Выяснить, понятны ли конкретные задачи каждому участнику проекта.

### *Занятия по выбранной линии кейса (28 часов)*

Реализация выбранного фрагмента или фрагментов агро робота и подготовка презентации в соответствии с порученной каждому участнику задачей.

Рефлексия. Результатом кейса должен быть настрой обучающихся, который знаком каждому с детства, когда ватага детворы не хочет расходиться с улицы, когда внутренние дела группы важнее родительского недовольства и содранных коленок.

### **Планируемые результаты линии 1**

⚡ Прототип фрагмента робототехнической системы автоматизации агро операций в условиях защищенного грунта.

⚡ Проект робототехнической системы автоматизации агро операций в условиях защищенного грунта.

⚡ Развитие отрасли растениеводства

### **Этапы реализации линии 1**

1-й ЭТАП –выбор группы агро операций для автоматизации методом робототехнических систем.

2-й ЭТАП – изучение основ построения робототехнических систем (активаторы, сенсоры, устройства управления, алгоритмы и программирование);

3-й ЭТАП – синтез функциональной схемы робототехнической системы по автоматизации выбранных операций ;

4-й ЭТАП – реализация выбранного фрагмента;

5-й ЭТАП - проект робототехнической системы по автоматизации сельхоз операций в защищенном грунте.

## Ориентировочная дорожная карта линии 1

Этапы работы	Цель	Описание	Планируемый результат
Введение (проблематизация и целеполагание)	Обоснование актуальности работы над задачей кейса	Мировое производство экологически чистой продукции в перспективе может столкнуться с рядом проблем, одними из которых на сегодняшний день выступают физический дефицит сельскохозяйственных земель	Присвоение задачи кейса, распределение ролей
Подготовительный (поиск решения и планирование)	Выявить технологические операции при, выращивании в защищенном грунте, которые можно автоматизировать	Поисковая работа, выбор группы агро операций для автоматизации методом робототехнических систем.(полив, посадка семян, диагностика заболеваний, прополка)	Составлен эскиз
	Навыки работы с механикой и электроникой. Написание тестов.	Поисковая работа направленная на освоение начальных знаний для работы с робототехническими системами определения круга задач и выбор	Подготовка рабочего места, тестов.



		прототипа для решения задач кейса	
Реализационный	Постановка эксперимента по автоматизации выбранной технологической операции.	Разбор функциональной схемы прототипа, изменение прототипа для решения задач кейса.	Подготовка статьи по результатам эксперимента
Экспертный (реализация замысла)	Коммуникация с экспертным сообществом	Натурный эксперимент и обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, постановка последующих целей	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реализации
Проектный (реализация и финализация)	Замысел роботизированной системы с использованием робототехнических методов автоматизации	Мозговой штурм, поисковая работа и эскизное проектирование робототехнической системы. Презентация результата.	Эскиз проекта робототехнической системы

### Оборудование и материалы линии 1

#### Основное оборудование и материалы

п.п.	адрес	По категориям	Направление	Наименование	Ссылка	И	О	Цена	Сумма
------	-------	---------------	-------------	--------------	--------	---	---	------	-------

	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Матрешка Z, Стартовый набор для начала работы с Arduino	<a href="https://www.chipdip.ru/product/matrashka-z?from=suggest_product">https://www.chipdip.ru/product/matrashka-z?from=suggest_product</a>	т.		4	24	890,00	450,0
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Соединительные провода «папа-папа»	<a href="http://amperka.ru/product/wire-mm-15cm">http://amperka.ru/product/wire-mm-15cm</a>	т.		2	1	40	200,0
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Соединительные провода «мама-папа»	<a href="http://amperka.ru/product/wire-fm">http://amperka.ru/product/wire-fm</a>	т.		2	1	40	200,0
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Соединительные провода «мама-мама»	<a href="http://amperka.ru/product/wire-ff">http://amperka.ru/product/wire-ff</a>	т.		2	1	40	200,0
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование	ВВJ-350, Перемычки для	<a href="https://www.chipdip.ru/product/bbj-350">https://www.chipdip.ru/product/bbj-350</a>	т.		9	98	80	0

		МАТЕРИАЛЫ	ание микроконтроллеров	макетных плат (350шт)					
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Контактные колодки Arduino	<a href="https://www.chipdip.ru/product/09000278905">https://www.chipdip.ru/product/09000278905</a>	т.	10	10	55
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	3-х проводной соединительный провод (F-F)	<a href="https://www.chipdip.ru/product/3-pin-dual-female-jumper-wire-250mm">https://www.chipdip.ru/product/3-pin-dual-female-jumper-wire-250mm</a>	т.	0	50	25
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	ПЛАТА МАКЕТНАЯ 50ММ X 70ММ РСВ ШАГ2.54ММ	<a href="https://www.chipdip.ru/product/08710206723">https://www.chipdip.ru/product/08710206723</a>	т.	00	2000,0	1
	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Модуль беспроводной связи nRF24L01+	<a href="http://amperka.ru/product/nRF24L01-wireless-module">http://amperka.ru/product/nRF24L01-wireless-module</a>	т.	40	200,0	1

0	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Джампер (10 шт.)	<a href="http://amperka.ru/product/jumper_pins_x10">http://amperka.ru/product/jumper_pins_x10</a>	т.		0	3	30
1	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Bluetooth-модуль HC-06	<a href="http://amperka.ru/product/hc-06-bluetooth-module">http://amperka.ru/product/hc-06-bluetooth-module</a>	т.		90	5	2 950,0
2	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Мини-Реле (Тройка-модуль)	<a href="http://amperka.ru/product/troyka-mini-relay">http://amperka.ru/product/troyka-mini-relay</a>	т.		90	2	1 450,0
3	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Тройка Shield	<a href="http://amperka.ru/product/arduino-troyka-shield">http://amperka.ru/product/arduino-troyka-shield</a>	т.		90	6	3 450,0
4	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Светодиодная шкала	<a href="http://amperka.ru/product/bar-led">http://amperka.ru/product/bar-led</a>	т.		0	9	45 0

		МАТЕРИАЛЫ	ание микроконтроллеров						
5	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Штырьковые соединители (1x40)	<a href="http://amperka.ru/product/pin-headers">http://amperka.ru/product/pin-headers</a>	т.	0	1	50
6	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Клеммник нажимной, 2-контактный, 5мм	<a href="https://www.chipdip.ru/product/390-021-12">https://www.chipdip.ru/product/390-021-12</a>	т.	8	1	90
7	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	7-сегментный индикатор	<a href="http://amperka.ru/product/7-segment-led">http://amperka.ru/product/7-segment-led</a>	т.	0	70	35
8	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Ультразвуковой дальномер HC-SR04	<a href="http://amperka.ru/product/hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module">http://amperka.ru/product/hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module</a>	т.	40	2	1200,0

9	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	Датч ик влажности почвы	<a href="http://amperka.ru/product/soil-moisture-sensor">http://a mperka.ru/pro duct/soil- moisture- sensor</a>	т.		40	1 0	42
0	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	Датч ик линии TCRT5000 аналоговый	<a href="http://smartelements.ru/collection/datchiki-i-sensory/product/datchik-linii-tcrt5000-analogovyy">http://s martelements.r u/collection/da tchiki-i- sensory/produ ct/datchik- linii-tcrt5000- analogovyy</a>	т.		20	1 0	60
1	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	Терм истор	<a href="http://amperka.ru/product/thermistor">http://a mperka.ru/pro duct/thermisto r</a>	т.		0	3 0	15
2	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	Фото резистор	<a href="http://amperka.ru/product/ldr">http://a mperka.ru/pro duct/ldr</a>	т.		0	3 0	15
3	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е	Электр оника, схемотехника,	Батар ейный отсек 3×2 АА	<a href="http://amperka.ru/pro">http://a mperka.ru/pro</a>	т.		0	7 0	35

		МАТЕРИАЛЫ	программирование микроконтроллеров		<a href="#">duct/battery-holder-3x2-aa</a>					
4	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Батарейный отсек 4 АА	<a href="http://amperka.ru/product/battery-holder-4aa">http://amperka.ru/product/battery-holder-4aa</a>	т.		0	50	25
5	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Штекер питания 2,1 мм с клеммником	<a href="http://amperka.ru/product/21mm-screw-jack">http://amperka.ru/product/21mm-screw-jack</a>	т.		0	40	20
6	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Резистор 220Ом	<a href="https://www.chipdip.ru/product/011057">https://www.chipdip.ru/product/011057</a>	т.			2	10
7	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Резистор 1кОм	<a href="https://www.chipdip.ru/product/017429">https://www.chipdip.ru/product/017429</a>	т.			2	10

8	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	Резис тор 10кОм	<a href="https://www.chipdip.ru/product/0/22388">https:// www.chipdip.r u/product0/22 388</a>	т.		2	10
9	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	Bread board Mini	<a href="http://amperka.ru/product/breadboard-mini-colored">http://a mperka.ru/pro duct/breadboar d-mini-colored</a>	т.	90	1 0	95
0	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	СЕР ВОМОТОР TOWER PRO SG90S	<a href="https://chipster.ru/catalog/robotech/motors/2051.html">https:// chipster.ru/cat alog/robotech/ motors/2051.h tml</a>	т.	89	1 5	94
1	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр оника, схемотехника, программиров ание микроконтрол леров	Погр ужная помпа с трубкой	<a href="http://amperka.ru/product/immersive-water-pump">http://a mperka.ru/pro duct/immersib le-water-pump</a>	т.	90	5 180,0	1
2	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е	Электр оника, схемотехника, программиров	Нейл оновые винты М3×8 (4 шт.)	<a href="http://amperka.ru/product/nylon-screw-m3x8">http://a mperka.ru/pro duct/nylon- screw-m3x8</a>	т.	0	4 0	20



		МАТЕРИАЛЫ	ание микроконтроллеров						
3	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Нейлоновые гайки М3 (4 шт.)	<a href="http://amperka.ru/product/nylon-nut-m3">http://amperka.ru/product/nylon-nut-m3</a>	т.	0	40	20
4	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Нейлоновые стойки «мама-папа» М3×8 (4 шт.)	<a href="http://amperka.ru/product/nylon-standoff-fm-m3x8">http://amperka.ru/product/nylon-standoff-fm-m3x8</a>	т.	0	60	30
5	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	NiMH Н-аккумулятор «Крона» (250 мАч)	<a href="http://amperka.ru/product/nimh-krona-battery">http://amperka.ru/product/nimh-krona-battery</a>	т.	90	3950,0	1
6	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Аккумулятор NiMH AA 2500 мАч	<a href="http://amperka.ru/product/nimh-aa-cell">http://amperka.ru/product/nimh-aa-cell</a>	т.	0	40	2400,0

7	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Кнопка тактовая с колпачком	<a href="http://amperka.ru/product/big-tactile-button">http://amperka.ru/product/big-tactile-button</a>	т.	0	0	20	0	20
8	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Multi servo Shield	<a href="http://amperka.ru/product/arduino-multiservo-shield">http://amperka.ru/product/arduino-multiservo-shield</a>	т.		90	9	980,0	1
9	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	ИК-передатчик (Troyka-модуль)	<a href="http://amperka.ru/product/troyka-ir-transmitter-5mm-led-module">http://amperka.ru/product/troyka-ir-transmitter-5mm-led-module</a>	т.		40	1	0	14
0	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	ИК-приёмник (Troyka-модуль)	<a href="http://amperka.ru/product/troyka-ir-receiver">http://amperka.ru/product/troyka-ir-receiver</a>	т.		90	1	0	19
1	ОБО/ИТ	РА СХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Цифровой датчик температур	<a href="http://amperka.ru/product/troyka-temperature">http://amperka.ru/product/troyka-temperature</a>	т.		90	2	0	58

		МАТЕРИАЛЫ	ание микроконтроллеров	ы и влажности (Тройка-модуль)	<a href="#">humidity-sensor-dht11</a>				
2	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	НС-SR501 - ИНФРАКРАСНЫЙ ДАТЧИК ДВИЖЕНИЯ	<a href="https://chipster.ru/catalog/arduino-and-modules/sensor-modules/2048.html">https://chipster.ru/catalog/arduino-and-modules/sensor-modules/2048.html</a>	т.	30	20	23
3	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров	Кулер для видеокарты	<a href="https://www.chipdip.ru/product/vcd-s">https://www.chipdip.ru/product/vcd-s</a>	т.	00	20	40
4	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты	Сервопривод MG995		т.	560	4900,0	6
5	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Элементы механики	Диск серводвигателя MG995		т.	521	1815,0	1
6	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты	Сервопривод MG90S		т.	510	3650,0	4

		МАТЕРИАЛЫ							
7	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Элементы механики	Подшипник 30x55x13		т.		60	2 300,0
8	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Элементы механики	Подшипник 3x8x3		т.	0	68	1 400,0
9	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты	Ардуйно – совместимая плата		т.		170,00	1 850,0
0	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты	Блок питания		т.		00	6 000,0
1	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты	Удлинитель кабеля сервопривода 30см		т.	0	0	4 0
2	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Крепеж	Штифт диаметром 6мм и		т.		2	10

				длинной 30мм					
3	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж	Крепе М4х1 2 винт с в/ш		т.	2 5	58	0, 0,5 13
4	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж	Крепе М4 гайка		т.	0 0	18	0, 54
5	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж	Крепе М3х2 5 винт с головой под в/ш		т.	5	5	0, 5 7,
6	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж	Крепе М3х2 5 винт с потайной головкой		т.	5	5	0, ,5 22
7	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж	Крепе М3х1 8 винт с в/ш		т.	5	41	0, ,8 30
8	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Крепеж	М3х1 5 стойка латунная мама-мама		т.	0	2	1 0 60

9	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3х1 4 винт с в/ш		т.	7 5	36	0, 5	13
0	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3х1 2 винт с в/ш		т.	5 0	42	0,	63
1	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3х1 0 винт с в/ш		т.	7 5	68	3, 380,0	1
2	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3 шайба		т.	5 0 0	08	0, 0	12
3	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3 шайба гроверная		т.	5 0	05	0, ,5	37
4	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3 шайба узкая		т.	0 0	08	0,	24

5	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3 гайка		т.	0 0	1 0,	30
6	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М3 гайка квадратная		т.	5 0	38 0,	57
7	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М2х1 0 винт		т.	0 4	4, 4	26
8	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	ж Крепе	М2 гайка		т.	0 08	0, 8	4,
9	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр онные компоненты	Комп лект Малина	<a href="http://amperka.ru/pro-duct/malina">http://a mperka.ru/pro duct/malina</a>	т.	0 990,00	6 900,00	69 900,0
0	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр онные компоненты	Каме ра для Raspberry Pi	<a href="http://amperka.ru/pro-duct/raspberry-pi-no-ir-camera-board">http://a mperka.ru/pro duct/raspberry -pi-no-ir- camera-board</a>	т.	490 3	900,0	70

1	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр онные компоненты	DC мотор редуктор до 2А		т.	0	00	8 000,0
2	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр онные компоненты	Драй вер моторов двухканаль ный L298N		т.	0	30	2 300,0
3	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ		PLA ПЛАСТИК REC 1.75MM КРАСНЫЙ		т.		1 490,00	7 450,0
4	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ		PLA ПЛАСТИК REC 1.75MM СИНИЙ		т.		1 490,00	7 450,0
5	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ		PLA ПЛАСТИК REC 1.75MM ОРАНЖЕВ ЫЙ		т.		1 490,00	7 450,0
6	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ		Фане ра для лазерной резки 4 мм. (2,32 м.кв)		т.		4 40	2 640,0



7	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ		Бальз а брус стандарт 100x102x93 5мм		т.		2 150,00	6 450,0
8	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ		Экст рудированн ый пенополист ирол 1185x585x4 0 мм (10 плит)		т.		1 200,00	4 800,0
9	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ		Рези на READY сорта ЭКОЛАЙН		т.		5 72	2 288,0
0	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр онные компоненты.	Пони жающий DC-DC преобразова тель	<a href="http://amperka.ru/product/dc-dc-power-module">http://a mperka.ru/pro duct/dc-dc- power-module</a>	т.		9 90	49 50
1	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е МАТЕРИ АЛЫ	Электр онные компоненты.	Wi-Fi модуль ESP8266	<a href="http://amperka.ru/product/esp8266-wifi-module">http://a mperka.ru/pro duct/esp8266- wifi-module</a>	т.		4 90	24 50
2	ОБО/ ИТ	РА СХОДНЫ Е	Электр онные компоненты.	GPR S Shield v3	<a href="http://amperka.ru/product/arduino-gprs-shield">http://a mperka.ru/pro duct/arduino- gprs-shield</a>	т.		2 390	47 80

		МАТЕРИАЛЫ							
3	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты.	Wi-Fi Slot	<a href="http://amperka.ru/product/wifi-slot">http://amperka.ru/product/wifi-slot</a>	т.		1 240	24 80
4	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты.	VR 3.0 Easy Shield	<a href="http://amperka.ru/product/arduino-ac-dc-shield">http://amperka.ru/product/arduino-ac-dc-shield</a>	т.		5 490	10 980
5	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты.	Аналоговый акселерометр	<a href="http://amperka.ru/product/troyka-analog-accelerometer">http://amperka.ru/product/troyka-analog-accelerometer</a>	т.		5 90	29 50
6	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты.	Датчик наклона (Тройка-модуль)	<a href="http://amperka.ru/product/troyka-tilt-sensor">http://amperka.ru/product/troyka-tilt-sensor</a>	т.		1 20	60 0
7	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты.	Импульсный блок питания и электромеханическое реле	<a href="http://amperka.ru/product/arduino-ac-dc-shield">http://amperka.ru/product/arduino-ac-dc-shield</a>	т.		1 390	41 70
9	ОБО/ИТ	РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Электронные компоненты.	3-осевой гироскоп + акселерометр	<a href="http://iarduino.ru/show/Sensory-Datchiki/3-">http://iarduino.ru/show/Sensory-Datchiki/3-</a>	т.		4 62	23 10

		МАТЕРИАЛЫ		р GY-521 (MPU-6050) для Arduino	<a href="http://osevovoy-giroskop-akselerometry-521.html">osevovoy-giroskop-akselerometry-521.html</a>				
--	--	-----------	--	---------------------------------	--	--	--	--	--

*Вспомогательное оборудование и материалы*

	Название	Характеристики (если необходимо)	кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
	Сенсорные пилоты		0	Выполнение кейса		
	3D принтер	Hercules		Выполнение кейса	1 04	2 08

**Планируемые результаты линии 2**

↓ Оцифрованный массив образцов болезней сельхозрастений

↓ Проект робототехнической системы по борьбе с заболеваниями растений в защищенном грунте

↓ Развитие отрасли растениеводства

**Этапы реализации линии 2**

1-й ЭТАП –выбор группы болезней растений, выращиваемых в защищенном грунте, которые можно диагностировать визуальным способом; составление альбома признаков и способов борьбы с заболеванием

2-й ЭТАП – изучение основ машинного зрения и машинного распознавания образов с помощью библиотеки openCV;

3-й ЭТАП – оцифровка массива образцов выбранных болезней сельхозрастений;

4-й ЭТАП – проведение натурного эксперимента по определению болезней сельхозрастений;

5-Й ЭТАП - проект робототехнической системы по борьбе с заболеваниями сельхоз растений в защищенном грунте.

### Ориентировочная дорожная карта линии 2

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат
Введение (Проблематизация и целеполагание)	Обоснование актуальности работы над задачей кейса	Ранняя диагностика заболеваний растений как возможность приблизиться, а в перспективе превзойти требования нормы требований для органического производства	Присвоение задачи кейса, распределение ролей
Подготовительный (поиск решения и планирование)	Выявить заболевания растений, выращиваемых в защищенном грунте, диагностика заболеваний которых возможна визуальным методом	Поисковая работа, выбор и обоснование группы заболеваний для экспериментов с техническим зрением.	Составлен альбом заболеваний
	Навыки работы с библиотекой openCV	Поисковая работа направленная на освоение начальных знаний для работы с библиотекой opencv, определения круга задач и выбор прототипа для решения задач кейса	Подготовка рабочего места, тестов, оцифровка альбома заболеваний.

Реализационный	Постановка эксперимента по диагностированию заболеваний растений методом визуализации с помощью машинного зрения	Разбор программы прототипа, изменение прототипа для решения задач кейса.	Подготовка статьи по результатам эксперимента
Экспертный (реализация)	Коммуникация с экспертным сообществом	Натурный эксперимент и обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, постановка последующих целей	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реализации
Проектный (реализация и финализация)	Замысел роботизированной системы с использованием диагностики заболеваний растений методом визуализации с помощью инструментов технического зрения	Мозговой штурм, поисковая работа и эскизное проектирование робототехнической системы с использованием диагностики заболеваний растений методом визуализации с помощью инструментов технического зрения  Презентация результата.	Эскиз проекта робототехнической системы с использованием диагностики заболеваний растений методом машинного зрения

## Оборудование и материалы линии 2

### Основное оборудование и материалы

	Название	Характеристики	кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
	Интернет	Быстрый, безлимитный		Поисковая работа		
	notebook с картридером	Windows 7, 10 ) озу 8 Гб, core i3 и выше		Выполнение кейса		
	PyCharm prof	ключи		Выполнение кейса		
	web-usb видеокамеру			Выполнение кейса		
	Raspberry Pi 3 b с блоком питания			Выполнение кейса		
	Клавиатура			Выполнение кейса		
	Мышь комп.		0	Выполнение кейса		
	Дисплеи с входом HDMI			Выполнение кейса		
	Кабель HDMI-HDMI	Femail-femail для соединения Raspberry Pi 3 b с дисплеем		Выполнение кейса		
0	Карты памяти	SanDisk Ultra 16 GB, Class 10	5	Выполнение кейса		

	microSD 16Гб с картридером					
1	Arduin o Mega 2560			Выполнение кейса		
2	Arduin o Uno	Можно аналог		Выполнение кейса		

### Вспомогательное оборудование и материалы

	На звание	Характеристик и (если необходимо)	ол- во	Краткое описание назначения в проекте	Ц ена за ед., руб.	С умма, руб.
	Се тевые пилоты		0	Выполнение кейса		
	3D принтер	Hercules		Выполнение кейса	1 04	2 08

### Календарно-тематическое планирование

	Наименова ние темы	Минимум содержания программы	ол. ас	Плани руемая дата проведения
	Вводное напутствие	Цель блока переключить внимание курсантов на совместную деятельность.		
	Присвоение знаний первого	Ввести понятие “декомпозиция” устройства. Познакомить		

	занятия обучающимися.	с понятием схема. Перейти к знакомству с имеющимися ресурсами, элементами и их функциональными возможностями.		
	Введение в техническое зрение.	Понятие техническое зрение, реализованные возможности и прототипы, которые можно использовать для решения задач кейса.		
	Обсуждение идеи	вводит понятия техническая документация, техническое задание, паспорт устройства. Демонстрирует предустановленную систем управления проектами Trello, объясняет основы работы с SCRUM досками, предлагает описать создание итогового устройства, включая ее паспорт в Scrum досках Trello.		



	Реализация идеи	Занятия по выбранной линии кейса	0	
--	--------------------	-------------------------------------	---	--

### Источники информации в интернете для текста и работы над проектом

Линия "Исследование возможности построения робототехнических систем в сельскохозяйственной отрасли"

1. XYZ linear motion stage. [Электронный ресурс]  
<https://fuyuautomation.en.alibaba.com/>
2. Система управления поливом 4030 Classic [Электронный ресурс]  
<https://www.gardena.com/ru/produktiya/poliv/upravlenie-polivom/sistema-upravleniya-polivom-4030/966647201/>

Линия "Исследование возможности построения робототехнических систем с использованием диагностики заболеваний растений методом визуализации с помощью инструментов технического зрения "

#### а) Основная литература:

1. Open Source Computer Vision [Электронный ресурс]  
[https://docs.opencv.org/3.1.0/d3/df2/tutorial\\_py\\_basic\\_ops.html](https://docs.opencv.org/3.1.0/d3/df2/tutorial_py_basic_ops.html)
2. Learn OpenCV [Электронный ресурс] <https://www.learnopencv.com/>

#### б) дополнительная литература:

##### видеоматериалы

1. Распознавание дорожных знаков методами компьютерного зрения [Электронный ресурс] <http://newgen.education/video/roadsigns>