

Выписка из основной образовательной программы основного общего
образования МАОУ Вторая гимназия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«Беспилотные авиационные системы»

для учащихся 9 классов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Беспилотные авиационные системы» имеет практико-ориентированную и техническую направленность. Он знакомит учащихся 9 класса с основами аэродинамики, конструирования, электроники, программирования и пилотирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В ходе обучения школьники осваивают полный цикл создания и эксплуатации дрона: от изучения принципов полёта, сборки рамы и пайки силовой части до настройки полётного контроллера, программирования автономных полётов с использованием ROS и выполнения практических миссий с применением машинного зрения. Программа построена на модульном принципе и предусматривает постепенное усложнение задач. Особое внимание уделяется развитию навыков работы в команде, критического мышления, пространственного воображения и умения представлять результаты своей деятельности, что является ключевыми компетенциями для успешного участия в соревнованиях, подобных НТО.

Основной целью освоения содержания программы является развитие у обучающихся познавательных интересов, алгоритмического и технического мышления, пространственного воображения, интеллектуальных, творческих, коммуникативных и организаторских способностей посредством освоения основ разработки, сборки, настройки и управления беспилотными авиационными системами.

Задачами курса внеурочной деятельности являются:

формирование представлений о составляющих техносферы, современном производстве и распространённых в нём технологиях, в том числе в области робототехники и авиамоделирования;

освоение технологического подхода как универсального алгоритма преобразующей и созидательной деятельности;

формирование представлений о технологической культуре производства, развитие культуры труда подрастающего поколения на основе включения обучающихся в разнообразные виды технологической деятельности по созданию личностно или общественно значимых продуктов труда;

овладение необходимыми в повседневной жизни базовыми (безопасными) приёмами ручного труда с использованием распространённых инструментов (отвёртки, паяльники, клеевые пистолеты и т.п.), способами управления отдельными видами бытовой техники;

овладение специальными умениями, необходимыми для проектирования, сборки, настройки и безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем;

формирование у обучающихся опыта самостоятельной проектно-исследовательской деятельности;

воспитание трудолюбия, бережливости, аккуратности, целеустремлённости, предприимчивости, ответственности за результаты своей деятельности, уважительного отношения к людям различных профессий и результатам их труда; воспитание гражданских и патриотических качеств личности;

профессиональное самоопределение школьников в условиях рынка труда, формирование гуманистически и прагматически ориентированного мировоззрения, социально обоснованных ценностных ориентаций;

развитие умения оценивать свои профессиональные интересы и склонности в плане подготовки к обучению профессиональной деятельности, владение методиками оценки своих профессиональных предпочтений.

Технологическое образование обучающихся носит интегративный характер и строится на неразрывной взаимосвязи с трудовым процессом, создает возможность применения научно-теоретических знаний (физика, информатика, математика) в преобразовательной продуктивной деятельности, включения обучающихся в реальные трудовые отношения в процессе созидательной деятельности, воспитания культуры личности во всех ее проявлениях (культура труда, эстетическая, правовая, экологическая, технологическая и другие ее проявления), самостоятельности, инициативности, предприимчивости, развития компетенций, позволяющих обучающимся осваивать новые виды труда и сферы профессиональной деятельности.

Основной методический принцип программы по курсу внеурочной деятельности «Беспилотные авиационные системы»: освоение сущности и структуры технологии неразрывно связано с освоением процесса познания – построения и анализа разнообразных моделей. Проектная деятельность рассматривается как базовая технология преобразования действительности, а моделирование – как универсальный метод познания и проектирования.

Курс «Беспилотные авиационные системы» реализуется в рамках плана внеурочной деятельности основного общего образования и рассчитан на 1 год обучения. Он является логическим продолжением учебных предметов «Информатика», «Технология» и «Физика», позволяя применить полученные на этих уроках знания на практике в новой, увлекательной для школьников форме. Программа курса может служить подготовительным этапом для участия обучающихся в Национальной технологической олимпиаде по профилю «Беспилотные авиационные системы» и других соревнованиях по робототехнике. Общий объем курса составляет 68 часов (2 часа в неделю), что соответствует одному году обучения в 9 классе. Курс обеспечивает преемственность между базовым образованием и дополнительным, способствуя выявлению и развитию талантливых детей в области информационных технологий и робототехники.

Форма внеурочной деятельности: студия.

Виды деятельности: проектная деятельность.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Введение в направление «Олимпиада НТО. Техническое направление». Техника безопасности. Цели и задачи курса. Направления олимпиады НТО. Техника безопасности при выполнении монтажных работ. Техника безопасности при полётах. Правила безопасной работы с инструментами, оборудованием и аккумуляторами.

Устройство и сборка квадрокоптера. Устройство БПЛА. Виды БПЛА и их характеристики. Сборка рамы квадрокоптера. Устройство винтомоторной группы. PDB: назначение и характеристики. Теория пайки. Лужение и предварительная подготовка поверхности. Коммутация силовой части коптера. Поиск неисправностей в силовой части коптера. Синхронный двигатель с постоянными магнитами. Теория регулирования частоты вращения СДПМ.

Полётный контроллер и радиооборудование. Подключение и тестирование СДПМ. Полётный контроллер: назначение и устройство. Установка полётного контроллера и юстировка. Методы зачистки и подготовки проводников. Коммутация радиооборудования. QGroundControl: настройка параметров коптера. Теория автоматического управления. Математические основы ПИД-регулирования.

Предполётная подготовка и основы пилотирования. Предполётная подготовка. Установка симулятора FPV-полёта. Получение допуска в полётную зону. Тестовый полёт. Отрыв от земли. Режим Stabilized: удержание высоты и позиции в ручном режиме. Тангаж, крен, рысканье. Режим ACRO. Полёт в туннеле. Собственные потоки БПЛА. Тренировочные полёты по трассе: простые трассы.

Тренировочные полёты и FPV-оборудование. Тренировочные полёты по простым трассам. Установка FPV-оборудования. Тренировочные полёты по трассам средней сложности. Тренировочные полёты по трассам средне-высокой сложности. Тренировочные полёты по трассе: элементы высшего пилотажа. Совершенствование навыков управления дроном на трассах различной сложности.

Основы работы с Raspberry Pi и ROS. Устройство Raspberry Pi. Настройка подключения по Wi-Fi к RPi. Общая функциональная схема ROS. Топики и подписчики. Настройка файлов запуска ROS. Настройка карты ARUCO-меток. Режим Position. Поиск программных неисправностей. Автономные полёты и системы координат. Настройка полётного контроллера. Раздел VPE. Настройка расширенного фильтра Калмана. Показатели качества динамики коптера в режиме Position. Тестовые полёты в режиме Position. Написание программы автономного взлёта в режиме OFFBOARD. Системы координат «body», «map», «aruco_map». Система координат «navigate_target». Программа вычисления расстояния между двумя точками в пространстве. Прокси к сервисам автономного полёта. Автономный взлёт и посадка. Условия точной посадки.

Автономные миссии и машинное зрение. Полёт по карте ARUCO-меток. Программа пролёта траектории «Многоугольник». Тестовые полёты в автономном режиме. Малые препятствия. Тестовые полёты в автономном режиме. Застройка средней плотности. Основы машинного зрения. Цветовые пространства. Бинаризация изображений и определение цветовых меток. Организация отладочных топиков цветового распознавания. Итоговое задание «Автоматизированный склад». Итоговое задание «Аэрофотосъёмка».

Содержание курса ориентировано на практическую подготовку обучающихся. При разработке тематических разделов использован общий подход к построению программ технической направленности: последовательное изучение теоретических основ, выполнение практических работ и освоение автономных полётных заданий.

ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения программы по курсу внеурочной деятельности «Беспилотные авиационные системы» на уровне основного общего образования у обучающегося будут сформированы следующие личностные результаты в части:

1) патриотического воспитания:

проявление интереса к истории и современному состоянию российской науки и технологии в области авиастроения и робототехники;

ценностное отношение к достижениям российских инженеров и учёных, конструкторов БПЛА и специалистов в области автономных систем управления и беспилотных авиационных систем;

гордость за отечественные разработки в сфере беспилотной авиации и их применение в народном хозяйстве и обороне страны;

2) гражданского и духовно-нравственного воспитания:

готовность к активному участию в обсуждении общественно значимых и этических проблем, связанных с использованием беспилотных авиационных систем, в том числе вопросов безопасности полётов, приватности при аэрофотосъёмке, ответственности за автономные системы и их влияние на общество;

осознание важности морально-этических принципов в деятельности, связанной с эксплуатацией БПЛА;

освоение социальных норм и правил поведения, роли и формы социальной жизни в группах и сообществах, включая взрослые и социальные сообщества;

понимание ответственности за безопасное использование технологий и их влияние на окружающих;

3) эстетического воспитания:

восприятие эстетических качеств технических объектов, в том числе беспилотных летательных аппаратов;

умение создавать эстетически значимые изделия при сборке и оформлении дрона;

понимание ценности отечественного и мирового инженерного искусства, традиций авиамоделлизма и робототехники;

осознание роли технической культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе;

4) ценности научного познания и практической деятельности:

осознание ценности науки как фундамента технологий, лежащих в основе беспилотных авиационных систем;

развитие интереса к исследовательской деятельности, реализации на практике достижений науки в области аэродинамики, электроники, программирования, теории автоматического управления, ПИД-регулирования, фильтра Калмана и машинного зрения;

понимание взаимосвязи физических законов и принципов работы БПЛА;

5) формирования культуры здоровья и эмоционального благополучия:

осознание ценности безопасного образа жизни в современном технологическом мире, важности правил безопасной работы с инструментами и оборудованием при монтажных работах, пайке, сборке, настройке и эксплуатации БПЛА, работе с аккумуляторами, электроникой и движущимися частями;

умение распознавать информационные угрозы и осуществлять защиту личности от этих угроз при работе с цифровыми системами управления;

соблюдение правил безопасности при полётах и работе с аккумуляторами, электроникой и движущимися частями;

6) трудового воспитания:

уважение к труду, трудящимся, результатам труда (своего и других людей);

ориентация на трудовую деятельность, получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе;

готовность к активному участию в решении возникающих практических трудовых дел, задач технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такого рода деятельность;

умение ориентироваться в мире современных профессий, связанных с беспилотной авиацией, робототехникой, программированием, инженерией и автоматизацией;

умение осознанно выбирать индивидуальную траекторию развития с учётом личных и общественных интересов, потребностей;

ориентация на достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности;

7) экологического воспитания:

воспитание бережного отношения к окружающей среде, понимание необходимости соблюдения баланса между природой и техносферой;

осознание пределов преобразовательной деятельности человека, в том числе при использовании БПЛА для мониторинга и охраны окружающей среды;

понимание возможностей беспилотных технологий для решения экологических задач.

В результате изучения программы по курсу внеурочной деятельности «Беспилотные авиационные системы» у обучающегося будут сформированы познавательные универсальные учебные действия, регулятивные универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия.

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

выявлять и характеризовать существенные признаки природных и рукотворных объектов, в том числе беспилотных летательных аппаратов;

устанавливать существенный признак классификации, основание для обобщения и сравнения различных моделей БПЛА, типов двигателей, компонентов и систем управления;

выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях, относящихся к внешнему миру и техносфере;

выявлять причинно-следственные связи при изучении природных явлений и процессов, а также процессов, происходящих в техносфере, включая принципы полёта, работы винтомоторной группы и системы автоматического управления;

самостоятельно выбирать способ решения поставленной задачи, используя для этого необходимые материалы, инструменты и технологии.

Базовые проектные действия:

выявлять проблемы, связанные с ними цели, задачи деятельности;

осуществлять планирование проектной деятельности при разработке полётного задания или модели БПЛА;

разрабатывать и реализовывать проектный замысел и оформлять его в форме «продукта» (собранный дрон, выполненная миссия, презентация);

осуществлять самооценку процесса и результата проектной деятельности, взаимооценку.

Базовые исследовательские действия:

использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;

формировать запросы к информационной системе с целью получения необходимой информации о БПЛА, их конструкции и применении;

оценивать полноту, достоверность и актуальность полученной информации;

опытным путём изучать свойства различных материалов, используемых при сборке дрона;

овладевать навыками измерения величин с помощью измерительных инструментов (линейка, штангенциркуль, мультиметр), оценивать погрешность измерения, уметь осуществлять арифметические действия с приближёнными величинами;

строить и оценивать модели объектов, явлений и процессов, в том числе модели полёта и работы БПЛА;

уметь создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;

уметь оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности её решения;

прогнозировать поведение технической системы, в том числе с учётом синергетических эффектов.

Работа с информацией:

выбирать форму представления информации в зависимости от поставленной задачи;

понимать различие между данными, информацией и знаниями;

владеть начальными навыками работы с «большими данными», в том числе получаемыми с БПЛА при аэрофотосъёмке и картографировании;

работать с телеметрией, логами полётов и отладочными топиками.

владеть технологией трансформации данных в информацию, информации в знания.

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация:

уметь самостоятельно определять цели и планировать пути их достижения, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

уметь соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

делать выбор и брать ответственность за решение.

Самоконтроль (рефлексия):

давать адекватную оценку ситуации и предлагать план её изменения;

объяснять причины достижения (недостижения) результатов преобразовательной деятельности;

вносить необходимые коррективы в деятельность по решению задачи или по осуществлению проекта;

оценивать соответствие результата цели и условиям и при необходимости корректировать цель и процесс её достижения.

Умение принятия себя и других:

признавать своё право на ошибку при решении задач или при реализации проекта, такое же право другого на подобные ошибки.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Общение:

в ходе обсуждения учебного материала, планирования и осуществления учебного проекта;

в рамках публичного представления результатов проектной деятельности;

в ходе совместного решения задачи с использованием облачных сервисов;
в ходе общения с представителями других культур, в частности в социальных сетях.

Совместная деятельность:

понимать и использовать преимущества командной работы при реализации учебного проекта;
понимать необходимость выработки знаково-символических средств как необходимого условия успешной проектной деятельности;

уметь адекватно интерпретировать высказывания собеседника – участника совместной деятельности;

владеть навыками отстаивания своей точки зрения, используя при этом законы логики;

уметь распознавать некорректную аргументацию.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Обязательные предметные результаты:

организовывать рабочее место в соответствии с изучаемой технологией;

соблюдать правила безопасного использования ручных и электрифицированных инструментов и оборудования при монтажных работах, пайке, сборке и настройке БПЛА;

грамотно и осознанно выполнять технологические операции в соответствии с изучаемой технологией;

соблюдать правила безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем, включая предполётную подготовку и правила полётов.

К концу обучения:

характеризовать сферы применения беспилотных авиационных систем и их значение в современном мире;

объяснять основные принципы полёта и конструкции мультикоптера, назначение винтомоторной группы, PDB и полётного контроллера;

выполнять сборку рамы квадрокоптера, коммутацию силовой части и подключение СДПМ;

выполнять пайку, лужение и подготовку проводников с соблюдением техники безопасности;

настраивать полётный контроллер и параметры коптера в QGroundControl;

объяснять основы теории автоматического управления и ПИД-регулирования;

осуществлять безопасное пилотирование БПЛА в ручном режиме (Stabilized, ACRO) и выполнять тренировочные полёты по трассам различной сложности;

устанавливать и настраивать FPV-оборудование;

работать с Raspberry Pi: настраивать Wi-Fi-подключение, запускать ROS, работать с топиками и подписчиками;

настраивать карту ARUCO-меток и режим Position;

настраивать полётный контроллер в разделе VPE и расширенный фильтр Калмана;

писать программы автономного взлёта и посадки в режиме OFFBOARD;

использовать системы координат «body», «map», «aruco_map», «navigate_target»;

разрабатывать программы вычисления расстояния между точками и пролёта траектории «Многоугольник»;

выполнять автономные полёты по карте ARUCO-меток и в условиях застройки;

применять основы машинного зрения: цветовые пространства, бинаризацию изображений, определение цветовых меток;

организовывать отладочные топики цветового распознавания;

выполнять итоговые задания «Автоматизированный склад» и «Аэрофотосъёмка»;

анализировать результаты полёта и вносить корректировки в программу и настройки;

характеризовать мир профессий, связанных с беспилотными авиационными системами, их востребованность на рынке труда;

планировать своё профессиональное образование и профессиональную карьеру в области робототехники, программирования и беспилотной авиации.

**ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
9 КЛАСС**

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Введение в направление «Олимпиада НТО. Техническое направление». Техника безопасности	3	Знакомятся с целями и задачами курса, направлениями олимпиады НТО. Изучают правила безопасной работы с инструментами и оборудованием при монтажных работах. Осваивают правила безопасности при полётах БПЛА.	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность, проектная деятельность.	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
2	Устройство и сборка квадрокоптера	10	Изучают общее устройство БПЛА, виды и характеристики дронов. Выполняют сборку рамы квадрокоптера. Разбирают устройство винтомоторной группы и платы распределения питания (PDB). Осваивают теорию пайки, лужение и подготовку поверхностей. Выполняют	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность, проектная деятельность.	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/

			коммутацию силовой части коптера. Учатся находить неисправности в силовой части. Изучают устройство СДПМ и теорию регулирования частоты вращения.		
3	Полётный контроллер и радиооборудование	8	Выполняют подключение и тестирование СДПМ. Изучают назначение и устройство полётного контроллера. Устанавливают полётный контроллер и выполняют юстировку. Осваивают методы зачистки и подготовки проводников. Выполняют коммутацию радиооборудования. Настраивают параметры коптера в QGroundControl. Изучают теорию автоматического управления и математические основы ПИД-регулирования.	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность, проектная деятельность.	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/

4	Предполётная подготовка и основы пилотирования	8	Осваивают порядок предполётной подготовки. Устанавливают симулятор FPV-полёта. Знакомятся с правилами получения допуска в полётную зону. Выполняют тестовый полёт с отрывом от земли. Осваивают режим Stabilized, учатся удерживать высоту и позицию в ручном режиме. Изучают управление по тангажу, крену и рысканью, осваивают режим ACRO. Выполняют полёт в туннеле, изучают собственные потоки БПЛА. Тренируются в прохождении простых трасс.	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность, проектная деятельность.	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
5	Тренировочные полёты и FPV-оборудование	10	Продолжают тренировочные полёты по простым трассам. Устанавливают и настраивают FPV-оборудование. Осваивают полёты по трассам средней и	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность, проектная деятельность.	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/

			средне-высокой сложности. Отрабатывают элементы высшего пилотажа. Совершенствуют навыки управления дроном на трассах различной сложности.		
6	Основы работы с Raspberry Pi и ROS	8	Изучают устройство Raspberry Pi. Настраивают беспроводное подключение по Wi-Fi к RPi. Изучают общую функциональную схему ROS. Знакомятся с понятиями топиков и подписчиков. Настраивают файлы запуска ROS. Выполняют настройку карты ARUCO-меток. Осваивают режим Position, учатся искать программные неисправности.	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность, проектная деятельность.	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
7	Автономные полёты и системы координат	10	Настраивают полётный контроллер в разделе VPE. Выполняют настройку расширенного фильтра Калмана. Анализируют	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность,	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/

			показатели качества динамики коптера в режиме Position. Выполняют тестовые полёты в режиме Position. Пишут программу автономного взлёта в режиме OFFBOARD. Изучают системы координат «body», «map», «aruco_map», «navigate_target». Разрабатывают программу вычисления расстояния между двумя точками в пространстве. Изучают прокси к сервисам автономного полёта. Осваивают автономный взлёт и посадку, изучают условия точной посадки.	проектная деятельность.	
8	Автономные миссии и машинное зрение	11	Выполняют полёт по карте ARUCO-меток. Разрабатывают программу пролёта траектории «Многоугольник». Выполняют тестовые полёты в автономном	Познавательная деятельность, межличностное общение, научно-исследовательская деятельность, проектная деятельность.	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/

			режиме с малыми препятствиями и в условиях застройки средней плотности. Изучают основы машинного зрения и цветовые пространства. Осваивают бинаризацию изображений и определение цветовых меток. Организуют отладочные топики цветового распознавания. Выполняют итоговые задания «Автоматизированный склад» и «Аэрофотосъёмка».		
	ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	68			

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ **9 КЛАСС**

№ п/п	Тема урока	Количество часов	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	
1	Введение в направление «Олимпиада НТО. Техническое направление.»	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
2	Техника безопасности при выполнении монтажных работ.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
3	Техника безопасности при полетах.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
4	Устройство БПЛА	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
5	Виды БПЛА и их характеристики	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
6	Сборка рамы квадрокоптера	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
7	Устройство винтомоторной группы.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
8	PDB. Назначение и характеристики	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
9	Теория пайки. Лужение и предварительная подготовка поверхности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
10	Коммутация силовой части коптера.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
11	Поиск неисправностей в силовой части коптера.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
12	Синхронный двигатель с постоянными магнитами.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
13	Теория регулирования частоты вращения СДПМ.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
14	Подключение и тестирование СДПМ	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
15	Полетный контроллер. Назначение и устройство.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
16	Установка полетного контроллера и юстировка.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
17	Методы зачистки и подготовки проводников.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
18	Коммутация радио оборудования.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
19	QGroundControl. Настройка параметров коптера	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
20	Теория автоматического управления	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
21	Математические основы ПИД-регулирования.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
22	Предполетная подготовка.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
23	Установка симулятора FPV полета.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
24	Получение допуска в полетную зону.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/

25	Тестовый полет. Отрыв от земли.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
26	Режим Stabilized. Удержание высоты и позиции в ручном режиме.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
27	Тангаж, крен, рысканье. Режим ACRO.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
28	Полет в туннеле. Собственные потоки БПЛА.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
29	Тренировочные полеты по трассе. Простые трассы.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
30	Тренировочные полеты по трассе. Простые трассы.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
31	Установка FPV оборудования.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
32	Тренировочные полеты по трассе. Трассы средней сложности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
33	Тренировочные полеты по трассе. Трассы средней сложности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
34	Тренировочные полеты по трассе. Трассы средней сложности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
35	Тренировочные полеты по трассе. Трассы средне-высокой сложности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
36	Тренировочные полеты по трассе. Трассы средне-высокой сложности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
37	Тренировочные полеты по трассе. Элементы высшего пилотажа.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
38	Тренировочные полеты по трассе. Элементы высшего пилотажа.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
39	Тренировочные полеты по трассе. Элементы высшего пилотажа.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
40	Тренировочные полеты по трассе. Элементы высшего пилотажа.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
41	Устройство Raspberry PI	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
42	Настройка подключения по Wifi к RPi	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
43	Общая функциональная схема ROS.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
44	Топики и подписчики.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
45	Настройка файлов запуска ROS.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
46	Настройка карты ARUCO-меток	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
47	Режим Position. Поиск программных неисправностей.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
48	Настройка полетного контроллера. Раздел VPE.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
49	Настройка расширенного фильтра Калмана.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
50	Показатели качества динамики коптера в режиме Position.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
51	Тестовые полеты в режиме Positon.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
52	Написание программы автономного взлета в режиме OFFBOARD.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
53	Системы координат «body», «map», «aruco_map».	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
54	Система координат «navigate_target».	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/

55	Программа вычисления расстояния между двумя точками в пространстве.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
56	Прокси к сервисам автономного полета.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
57	Автономный взлет и посадка. Условия точной посадки.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
58	Полет по карте ARUCO-меток.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
59	Программа пролета траектории «Многоугольник»	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
60	Тестовые полеты в автономном режиме. Малые препятствия.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
61	Тестовые полеты в автономном режиме. Малые препятствия.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
62	Тестовые полеты в автономном режиме. Застройка средней плотности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
63	Тестовые полеты в автономном режиме. Застройка средней плотности.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
64	Основы машинного зрения. Цветовые пространства	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
65	Бинаризация изображений и определение цветowych меток.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
66	Организация отладочных топиков цветового распознавания	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
67	Итоговое задание. Автоматизированный склад.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
68	Итоговое задание. Аэрофотосъемка.	1	https://klever-doc.tech/ROS1/ru/
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		68	

