

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Учалинский колледж горной промышленности
(ГАПОУ УКГП)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ЦОПП
по горнодобывающей отрасли

 Т.С. Норикова
«___» _____ 20___ г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор государственного
автономного профессионального
образовательного учреждения
Учалинский колледж
горной промышленности

 Д.И. Абдрахманов
«___» _____ 20___ г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности
«Пилотирование БПЛА»

Направленность: **техническая**
Возраст обучающихся: **14–17 лет**
Уровень освоения: **базовый**
Срок реализации: **1,5 месяца**

Учалы

Содержание

1. Пояснительная записка
2. Общая характеристика программы
3. Содержание программы
 - 3.1. Учебный план
 - 3.2. Тематическое планирование
 - 3.3 Календарный учебный график.

Приложения.

1. Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Пилотирование БПЛА» имеет техническую направленность и стартовый уровень сложности.

Данная программа разработана согласно требованиям следующих документов:

- Федеральный Закон РФ от 29.12.2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в РФ»;
- приказ Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи»;
- приказ Министерства образования и науки РФ от 19 мая 2022 года N 465/345 «Об утверждении порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Федеральный закон «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» от 29.12.2010 N 436-ФЗ.

2. Общая характеристика программы

Данная программа «Пилотирование БПЛА» дает необходимый объём технических и естественнонаучных компетенций, которыми может овладеть современный школьник, ориентированный на научно-техническое направление дальнейшего образования и сферу профессиональной деятельности. Программа ориентирована в первую очередь на школьников, желающих изучить сферу применения беспилотных летательных аппаратов и получить практические навыки в конструировании, настройке и пилотировании беспилотных летательных аппаратов.

Программа направлена на ознакомление обучающихся с физическими основами и современными возможностями беспилотных летательных аппаратов. Обучение по программе способствует развитию технических и творческих способностей, формированию логического мышления, умения анализировать и конструировать. Программа способствует развитию интереса детей к техническому моделированию и конструированию, развитию образного и логического мышления на освоение навыков работы с различными материалами, инструментами и приспособлениями для ручного труда.

Форма обучения по программе – очная; форма реализации программы – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

Нормативный срок освоения данной программы – 36 часов. Программа рассчитана на детей в возрасте 14-17 лет, наполняемость группы - от 10 до 15 человек (по количеству комплектов оборудования).

По итогам реализации программы выдается сертификат установленного образца.

Реализация программы осуществляется на базе структурного подразделения ГАПОУ УКГП – ЦОПП по горнодобывающей отрасли.

Материально-техническое обеспечение Программы:

- FPV видео-шлем Skyzone COBRA X V4 (Чёрный) 2шт.
- набор BETA FPV Cetus Pro FPV Kit (RTF) 2шт.
- взлётная площадка квадрокоптера D75 см (SunnyLife) -2шт
- круглые ворота для дрон рейсинга (4 шт.) (BETA FPV) -1 набор.
- квадрокоптер FIMI X8 SE 2022 V2 белый-2шт.
- квадрокоптер DJI Mini 4 Pro Fly More Combo Plus белый
- квадрокоптер BETA FPV Cetus Pro-1шт.

Цели программы: развитие мастерства пилотирования и технического потенциала учащихся посредством формирования практических компетенций в области пилотирования беспилотных летательных аппаратов

Планируемые результаты обучения;

должны знать:

- технику безопасности при проведении полетов на коптерах;
- историю и тенденции развития беспилотных летательных аппаратов;
- правила техники безопасности при эксплуатации БПЛА;
- основные компоненты беспилотных летательных аппаратов;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов беспилотных летательных аппаратов;
- основы электричества, радиоэлектроники;
- основы аэродинамики полета;
- компьютерные среды для настройки полетных контроллеров;
- конструктивные особенности различных БПЛА и их применение;
- способы настройки и подготовки коптера к полету;
- принципы управления коптером

должны уметь:

- эксплуатировать (управлять) беспилотным летательным аппаратом в ручном и автономном режимах;
- работать с источниками информации (инструкции, литература, Интернет и др.);
- работать с электрооборудованием;
- настраивать и подготавливать коптер к полету;
- уметь пилотировать коптером в ручном и автоматизированном режиме;
- настраивать частоты видео передающих устройств;
- настраивать полетный контроллер квадрокоптера;
- настраивать аппаратуру управления;
- заряжать аккумуляторы.

При успешном окончании обучения по программе «Пилот FPV квадрокоптера» обучающиеся смогут получить (скачать) именной сертификат в электронном виде, установленного образовательной организацией образца (не является юридически значимым документом для трудоустройства, без присвоения квалификации).

3. Содержание программы

3.1 Учебный план

Уровень сложности	№	Раздел программы, тема	Трудоемкость			Формы контроля/ аттестации
			Всего	Теория	Практика	
2.1 Стартовый			36	16	20	
	1.	Введение в образовательную программу. Техника безопасности.	2	2	-	Педагогическое наблюдение
	2.	Теория БПЛА	4	4		Педагогическое наблюдение, опрос
	2.1	Применение БПЛА. Виды коптеров. Основные базовые элементы коптера. Теория управления БПЛА. Ручное управление коптером.	2	2		
		Полётный контроллер. Контроллеры двигателей. Бесколлекторные моторы. Теория воздушного винта. Аккумуляторы.	2	2		
	3.	Визуальное пилотирование	14	6	8	Педагогическое наблюдение, опрос, соревнование
	3.1	Управление БПЛА и полётные режимы	2	2		
	3.2	Фигуры пилотажа	4	2	2	
	3.3	Пилотирование от первого лица (FPV)	8	2	6	
	4.	Автономный полет	14	4	10	Педагогическое наблюдение
	4.1	Теоретические основы управления квадрокоптером автономно	2	2		
	4.2	Первые тестовые полёты. Отладка программ и оборудования	8	2	6	
	4.3	Полет по усложненной схеме	4		4	
	5	Итоговое занятие	2	-	2	Защита проекта

3.2 Тематическое планирование

Вводное занятие

Теория: изучение инструкции по технике безопасности, правил поведения на занятиях. Игра на знакомство. Рассказ о развитии беспилотных летательных аппаратов в мировом сообществе и в России. БПЛА, их возможности. Законодательство в области

использования БПЛА

Беспилотные летательные аппараты БПЛА

Тема 1. Виды летательных аппаратов и их принципы работы.

Теория: Изучение основ различных видов летательных аппаратов и принципов их работы.

Тема 2. История возникновения БПЛА

Теория: Изучения истории БПЛА

Симулятор управления БПЛА, моделирование полета.

Тема 1. Основы аэродинамики, принцип работы воздушного винта

Теория: Комплектация БЛА-аппарата, программирование полетного контроллера, условные звуковые сигналы электроники;

Практика: Симулирование полета и управлением аппаратом на компьютере посредством, соревнование пульта управления, возможности автоматического полета.

Тема 2. Конструктивные особенности многороторных систем.

Теория: Изучение конструктивных особенностей многороторных систем. Соосная система и ее преимущества.

Тема 3. Электрическая цепь БЛА.

Теория: Сила электрического тока в элементах питания БЛА. Электрическое напряжение в силовых схемах БЛА. Работа электрического тока. Электрические БЛА. Сопротивление соединений электрических схем БЛА.

Практика: Практические работы: сборка простейших электрических схем, работа с измерительными приборами (лабораторный блок питания, вольтметр).

Тема 4. Элементы механики

Теория: механические явления БЛА.

Форма контроля: педагогическое наблюдение, опрос, соревнование

Знакомство с конструктором «Клевер» Конструкции коптеров

Тема 1. Разбор конструктора. Разбор БЛА.

Теория: Знакомство с беспилотными авиационными системами. Виды, назначение.

Тема 2. Мозговой штурм. Изучение области применения квадрокоптеров.

Теория: Изучение потребности г. Тобольска и Тюменской области в использовании в различных сферах квадрокоптеров.

Практика: Поиск оригинальных вариантов применения квадрокоптеров на благо общества.

Работа с конструктором «Клевер». Динамика полетов

Тема 1. Изучение динамики полёта конструктора Клевер

Теория: изучение строения БЛА

Тема 2. Сборка БЛА. Рама

Теория: Строение рамы БЛА. Техника сборки рамы БЛА.

Практика: Сборка рамы БЛА.

Тема 3. Сборка БЛА. Силовая часть.

Теория: части силовой БЛА. Техника сборки силовой части БЛА.

Практика: Сборка силовой части БЛА.

Тема 4. Настройка БЛА и первый полет.

Теория: Правила настройки и калибровки БЛА. Техника безопасности при полете.

Практика: Настройка и калибровка полётной системы управления.

Тема 5. Настройка БЛА и первый полет. Разбор ошибок.

Теория: Проработка основных ошибок при настройке и полете на квадрокоптере.

Практика: Запуск коптера. Исправление ошибок при запуске.

Форма контроля: педагогическое наблюдение, опрос

Программное обеспечение контроллеров. Электроника. Полетный контролер

Тема 1. Программное обеспечение «Клевер»

Теория: Изучение техники безопасности при управлении БЛА. Изучение аппаратуры радиоуправления БЛА и её настройки.

Практика: Практикум по настройке аппаратуры.

Тема 2. Полетные режимы.

Теория: Изучение полетных режимов.

Практика: Практикум по отработке полетных режимов.

Тема 3. Взлет, зависание и посадка.

Теория: Изучение пилотажных элементов: взлет, зависание, посадка.

Практика: Отработка на практике взлета, зависания, посадки.

Тема 4. Выполнение простых фигур пилотажа: вираж, горизонтальная восьмерка.

Теория: Правила выполнения фигур пилотажа: вираж и горизонтальная восьмерка.

Практика: Выполнение фигур пилотажа: вираж и горизонтальная восьмерка.

Тема 5. Выполнение простых фигур пилотажа: спираль, пикирование.

Теория: Правила выполнения фигур пилотажа: спираль, пикирование.

Практика: Выполнение фигур пилотажа: спираль, пикирование. Соревнование.

Форма контроля: педагогическое наблюдение, соревнование

Полетные задания. Использование и применение БЛА

Тема 1. Аэродинамика воздушного винта.

Теория: Изучение пропеллера и его характеристики, подъёмную силу и аэродинамику. Умение выбирать оптимальный вариант пропеллера под конкретные задачи.

Практика: Соревнование пропеллеров на стенде для испытания винтомоторных групп.

Форма контроля: педагогическое наблюдение, опрос, соревнование

Составление полетных заданий, программирование контроллеров

Тема 1. Среда программирования контроллеров

Теория: Изучение теоретических основ программирования контроллеров.

Практика: Отработка навыка программирования контроллера.

Тема 2. Маршрутное движение БЛА по GPS

Теория: Теоретическое изучение GPS, его основные преимущества.

Практика: Маршрутное движение БЛА с помощью GPS.

Тема 4. Тема: Тестовые полеты. Запуск 2

Практика: Тестовые полёты с использованием устройства и управлением с помощью Arduino.

Тема 5. Тема: Тестовые полеты. Запуск 3

Практика: Тестовые полёты с использованием устройства и управлением с помощью Arduino.

Тема 6. Тема: Тестовые полеты. Запуск 4

Практика: Тестовые полёты с использованием устройства и управлением с помощью Arduino.

Тема 7. Полет по написанной программе.

Теория: Алгоритм написания программы для автономного полета.

Практика: Самостоятельное написание программ и их практическое использование.

Тема 8. Зарядное устройство.

Теория: Изучение особенностей работы с Li-Po аккумуляторами и способами их зарядки. Техника безопасности при работе с Li-Po аккумуляторами.

Форма контроля: педагогическое наблюдение, опрос

Итоговое занятие

Практика: Защита и демонстрация разработанного прототипа с мультимедийной презентацией.

Форма контроля: защита проекта

4. Календарный учебный график

Уровень сложности	Трудоемкость	Кол-во занятий в неделю, продолжительность одного занятия (мин.)		Кол-во ак. ч. в неделю
		Очная форма обучения	Очная с применением ДОТ	
Стартовый	34 часа (6 недель)	3 раза по 2 ак. ч. (1 ак. час. – 45 минут)	4 раза по 2 ак.ч. (1 ак. час. – 45 минут)	6

Инструкция по технике безопасности для обучающихся

Техника безопасности при эксплуатации квадрокоптера.

- 1.1. Выполнять все указания преподавателя или лётного инструктора.
 - 1.2. Убедиться, что Li-Po аккумуляторы в квадрокоптере заряжены.
 - 1.3. Убедиться, что аккумуляторы или батарейки в аппаратуре управления (пульта) заряжены.
 - 1.4. Установить пропеллеры только непосредственно перед вылетом.
 - 1.5. Проверить надёжность следующих узлов: Затянутость гаек пропеллеров. Крепление и целостность защиты винтов. Надёжность крепления проводов.
 - 1.6. Подключать Li-Po аккумулятор только перед вылетом.
 - 1.7. ДО подключения Li-Po аккумулятора включить аппаратуру управления (пульт), перевести стик газа в нулевое положение.
 - 1.8. Подключать Li-Po аккумулятор только перед взлётом, отключать сразу после взлёта.
 - 1.9. Заранее обозначить зону пилотажа. Летать только в обозначенной зоне и не допускать вылета за её пределы. Обязательно сохранять зрительный контакт с квадрокоптером.
 - 1.10. При обучении полётам летать на уровне ниже собственного роста.
 - 1.11. Летать рядом с собой на расстоянии, на котором видна ориентация коптера в пространстве. Не улетать далеко от себя. В случае сомнений в ориентации коптера немедленно выполнить посадку на месте. Не пытаться взлететь. Подойти ближе к коптеру и выполнить взлёт.
 - 1.12. При управлении все движения стиками выполнять аккуратно и плавно. Не допускать резких движений. При необходимости изменить направление полёта, двигать стиками следует энергично, но не резко.
 - 1.13. Летать следует осторожно и выполнять только те элементы, в которых нет сомнений. Запрещается выполнять фигуры пилотажа, в успехе которых возникают сомнения и фигуры, связанные с риском.
 - 1.14. Соблюдать скоростной режим. Скорость полета коптера держать в пределах скорости идущего человека.
 - 1.15. Максимальная скорость ветра у земли при пуске и посадке не более 10 м/с.
 - 1.16. Вернуть коптер к месту посадки к рассчитанному времени, не допускать полной разрядки аккумулятора в полёте.
 - 1.17. Посадку выполнять только на ровную открытую площадку вдали от препятствий
 - 1.18. Допуск к полетам будет осуществляться только после сдачи правил техники безопасности
2. Техника безопасности при эксплуатации БПЛА.
- Пилот должен следовать данным правилам техники безопасности, правилам и требованиям, установленным конкретным местом полётов.
- 2.1. Своими действиями пилот не может подвергать риску свою или чужую жизнь или имущество (в том числе не разрешено управлять моделью опасным способом).
 - 2.2. Если пилот не уверен в безопасности модели, то запрещен её полёт в присутствии зрителей, в том числе на соревнованиях, санкционированном мероприятии, воздушном шоу или демонстрации полётов. Новую, прошедшую ремонт и т.д. модель

необходимо испытать без присутствия посторонних лиц, для сведения к минимуму всех возможных рисков.

2.3. Пилоту не разрешено управлять моделью под воздействием алкоголя, наркотиков и прочих веществ и факторов, которые ослабляют реакцию и уменьшают способность принимать решения.

2.4. Максимальная скорость ветра у земли при пуске и посадке не более 10 м/с.

2.5. Не разрешён полёт модели (в том числе стартовать/приземляться/совершать манёвры) над местом, где находятся люди и автомобили, в том числе зрители, прочие соревнующиеся и судьи. В зависимости от класса соревнования данное правило может быть уточнено. В течение всего полёта модель должна оставаться впереди пилота и зрителей. Расстояние между пилотом и зрителями/автомобилями должно составлять не менее тридцати (30) метров.

2.6. Пилоту не разрешено совершать полёт в неподходящее для этого время и/или без разрешения наставника/преподавателя.

2.7. При включении передатчика, используемого для управления моделью, необходимо убедиться, что в радиусе (2) двух километров не происходит прочих радиоуправляемых полётов.

2.8. Пилоту не разрешено управлять моделью, которая не соответствует требованиям безопасности.

2.9. Для полётов на аэродроме или вблизи него (в зоне приближения) необходимо разрешение руководителя полётов. Необходимо ознакомиться с ограничениями, действующими для зоны приближения конкретного аэродрома. В большинстве случаев не разрешены полёты выше, чем 150 (сто пятьдесят) метров над уровнем моря и ближе, чем 50 километров от международного аэродрома.

2.10. Приближаясь к самолёту полного размера или парашютисту, пилот, управляющий моделью, обязан немедленно уступить дорогу и прекратить полёт модели. При необходимости, находящиеся рядом с пилотом модельного самолёта, должны уведомить его об опасности. При полётах на неактивном аэродроме, необходимо учитывать возможность появления самолёта полного размера и его приземления. В подобной ситуации крайне важно немедленно совершить приземление модели и освободить посадочную полосу для посадки самолёта полного размера.

2.11. При необходимости пилот должен привлечь помощника для безопасного старта модели, при этом позаботиться, чтобы помощник был бы полностью проинструктирован в части общего обращения с моделью, её тестирования, регулирования и перемещения.

2.12. Пилот должен заботиться о том, чтобы никто не стоял на той же линии, что и работающие пропеллеры или перед ними.

2.13. Пилоту не разрешено управлять моделью, использующей пропеллер с металлическими лопастями или ротор.

2.14. Запрещено использование отремонтированных или повреждённых пропеллеров и лопастей.

2.15. Лопасты и пропеллеры должны быть надёжно закреплены. Особенное внимание необходимо уделять четырёхтактным моторам, так как возможность их реверсирования и последующего разъединения пропеллера и крепления более велика.

3. Техника безопасности при эксплуатации радиоуправляемой модели самолёта.

3.1. Пилот обязан совершать первый поворот после взлёта в отдалении от других пилотов, зрителей, зоны парковки. Не разрешено летать над зрителями, зонами парковки, командой и зоной подготовки.

3.2. Максимальная скорость ветра у земли при пуске и посадке не более 10 м/с.

3.3. При полете нескольких самолетов одновременно, необходимо, чтобы пилоты стояли рядом, параллельно со стартовой линией, на пару метров сзади от стороны

стартовой линии, где находятся пилоты (в большинстве случаев это означает и по направлению ветра).

3.4. Зона полета самолётов должна располагаться перед пилотами. Необходимо сохранять зрительный контакт с самолётом.

3.5. Направление полёта всех самолётов должен быть односторонним.

3.6. При наличии на приёмнике радиочастот функции (fail-safe) следует данную функцию использовать. Функцию необходимо настроить таким образом, чтобы при возникновении радиопомех мотор переводился в состояние холостых оборотов. Ни в коем случае канал мотора не должен оставаться в положении режима удержания («hold»). Также необходимо обратить внимание, что (после замены сервопривода) ненастроенный или неправильно настроенный fail-safe - это большой риск для безопасности, так как в зависимости от положения сервопривода он может включить мотор на полные обороты.

4. Техника безопасности при эксплуатации радиоуправляемого вертолёт.

Управляя полётом модели вертолёт любого класса необходимо следовать правилам поведения:

4.1. Максимальная скорость ветра у земли при пуске и посадке не более 10 м/с.

4.2. Даже правильно собранный вертолёт в какой-то степени вибрирует и поэтому время от времени необходимо проверять крепление винтов. Все металлические резьбовые соединения необходимо при сборке вертолёт соединять, используя специальный резьбовой клей (thread-lock).

4.3. Лопастей ротора необходимо балансировать. Запрещено использование лопастей из металла или сломанных/отремонтированных. В виде исключения можно ремонтировать небольшие следы от щебня на лопастях и затем заново отбалансировать лопасти.

4.4. У больших вертолёт необходимо всегда использовать приёмник радиочастот с функцией fail-safe. Функцию необходимо настроить таким образом, чтобы при возникновении радиопомех мотор переводился в состояние холостых оборотов. Ни в коем случае канал газа не должен оставаться в положении режима удержания («hold»). Также необходимо обратить внимание, что (после замены сервопривода) ненастроенный или неправильно настроенный режим fail - safe – это большой риск для безопасности, так как в зависимости от положения сервопривода он может включить мотор на полные обороты.

4.5. При включении вертолёт с мотором внутреннего сгорания необходимо крепко держать голову ротора, во избежание того, чтобы при заводе мотора на полную мощность ротор не начал вращаться. Если мотор заведется таким образом, то необходимо одной рукой крепко держать голову ротора, а другой отсоединить топливный шланг от карбюратора мотора.

4.6. Во время полёта вертолёт должен оставаться впереди пилота за воображаемой линией, проходящей через плечи пилота. Судьи, зона подготовки и т.д. всегда должны оставаться позади данной линии.

Памятка пилота.

Обеспечение безопасности до полёта:

1. Убедись, что все детали модели корректно собраны и присоединены: мотор, моторная рама, держатель пропеллера, крылья, стабилизатор, сервоприводы, аккумулятор и приёмник, прочие детали.

2. Проведи проверку связи. Для этого включи как приёмник, так и передатчик. В состоянии, когда антенна не вытащена, модель должна быть управляема на расстоянии по крайней мере 30 или более шагов. Если заметишь проблемы, то полёт необходимо отложить до выяснения ошибки.

3. До полёта следи за направлением старта и приземления моделей других пилотов. Производи взлёт и приземление со своей моделью в том же направлении.

4. Если сила или направление ветра изменились ко времени твоего старта или приземления, то обязательно проинформируй других пилотов о процедуре, которую собираешься проводить.

5. До взлёта или приземления ясно проинформируй других пилотов о своих действиях.

6. Никогда не производи старт, приземление или полёт над зрителями или парковочной зоной.

Памятка зрителя.

Этикет поведения зрителей на лётной площадке:

1. Полёт моделей - это вид технического спорта и самым главным для него является безопасность.

2. Не выходи на территорию старта или приземления, следи за происходящим с безопасного расстояния, в специально отведенной зоне.

3. На площадке соревнований лётной деятельностью руководит главный судья, и его указания в сфере безопасности полёта необходимо соблюдать.

4. Не разрешай своим домашним животным бегать без поводка и намордника.

5. Весь возникающий мусор необходимо забирать с лётной площадки с собой и уносить в предназначенные для этого пункты сбора мусора.

6. Обязательно следи за своими детьми, чтобы никто из них не выбегал на зоны старта, приземления и полёта.

7. Нельзя подходить к заводящейся или катящейся модели.

8. Части работающего разбитого пропеллера самолёта или лопасти вертолётки могут нанести серьёзные повреждения на расстоянии пары десятков метров.

9. Никогда не переступай через модель и не позволяй это делать своим близким. Мимо модели всегда проходят рядом, не зависимо от её размера и формы.

10. Не лови модель во время полёта - лопасти могут нанести вред, также она гораздо более хрупкая, чем кажется.

11. Транспортировка модели - это действие, требующее особых умений, при ветреной погоде модель может вылететь из рук и затем разбиться!

5. Оценочные материалы

Реализация программы предполагает отсутствие отметок в их общепринятом смысле. Однако в работе педагог использует оценочные материалы для отслеживания эффективности программы, а также для определения сферы интересов обучающихся. В процессе обучения применяются следующие виды контроля. 36

Вводный контроль в начале каждого занятия, направлен на повторение и закрепление пройденного материала. Вводный контроль может проходить в форме как устного опроса, так и практических заданий. Также вводный контроль помогает включиться в работу и настроиться на повторение/изучение новой темы.

Текущий контроль осуществляется педагогом в ходе занятий в виде устного опроса.

Промежуточная аттестация проходит в форме устного опроса.

Итоговая аттестация имеет необязательный характер, проводится по желанию в виде защиты проектов. При успешном прохождении аттестации воспитаннику выдаётся свидетельство об обучении.

Критерии усвоения обучающимися содержания программы

Критерий	Уровень оценки образовательной деятельности		
	низкий	средний	высокий
Владение теоретическим материалом	Обучающийся неверно отвечает на все вопросы теоретического характера	Обучающийся частично верно отвечает на вопросы технического характера	Обучающийся верно отвечает на все вопросы технического характера
Аргументирование ответа	Обучающийся не может объяснить свои ответы	Обучающийся частично объясняет свои ответы	Обучающийся достаточно полно и понятно объясняет свои ответы
Навык самостоятельной работы	Обучающийся может выполнять задания практического характера только с помощью педагога	Обучающийся может выполнять задания практического характера самостоятельно, но с частичной помощью педагога	Обучающийся может выполнять задания практического характера полностью самостоятельно
Понимание алгоритма работы механизма	Обучающийся не может объяснить алгоритм работы механизма	Обучающийся может частично объяснить алгоритм работы механизмы	Обучающийся достаточно полно и понятно объясняет алгоритм работы механизма
Презентация и защита проекта (прототипа или готового продукта)	Обучающийся не может презентовать свой проект	Обучающийся свободно владеет материалами презентации проекта, но затрудняется ответить на вопросы	Обучающийся свободно владеет материалами презентации проекта, отвечает на дополнительные вопросы