


Комитет по образованию администрации города Заринска Алтайского края
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа №15 с углубленным изучением отдельных предметов
г. Заринска Алтайского края

РАССМОТРЕНА
на заседании
педагогического совета
Протокол № 1
от «25» августа 2023 г.

СОГЛАСОВАНА
Руководитель Центра
«Точка роста»
 Л.А. Скоробогатова
от «25» августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНА
Директор МБОУ СОШ №15
с углубленным изучением
отдельных предметов
 П.И. Макашенец
Приказ № 315
от «25» августа 2023 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
(ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА
«АЭРОКВАНТУМ. ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ»**



направленность: техническая
возраст обучающихся: 7-10 лет
срок реализации: 1 год

Составитель: Заречнев Александр Алексеевич
учитель физики и информатики

Пояснительная записка

Краткая аннотация

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Аэроквантум. Вводный модуль» предназначена для реализации в Центре образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста».

Стремительное развитие цифровых технологий способствовало появлению на мировом рынке беспилотных летательных аппаратов (далее - БПЛА).

Большую роль в социальной сфере и экономике играют малые БПЛА с дистанционным управлением, в частности, мультикоптеры. Эти аппараты используются для выполнения важных задач: фото и видеосъемки, наблюдения и мониторинга, доставки грузов и других.

Интенсивное внедрение мультикоптеров в повседневную жизнь ставит задачу получения пользовательских знаний и навыков в области управления, программирования, создания и обслуживания БПЛА.

Направленность программы. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Аэроквантум. Вводный модуль» имеет техническую направленность, сущность которой выражается в развитии у детей теоретической и практической основ технического творчества. Овладев навыками творчества сегодня, они, в дальнейшем, сумеют применить их с нужным эффектом в своих трудовых делах.

Программа соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области БПЛА, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

Актуальность программы заключается в том, что в настоящий момент в России в большей степени развиваются нанотехнологии, электроника, механика и программирование. Отрасль БПЛА является относительно новой, уже сейчас к ней проявляют большой интерес.

Актуальность беспилотных технологий и робототехники очевидна – это новое в науке и технике. Поэтому данный курс предполагает знакомство с технологией БПЛА, получение знаний и опыта по конструированию, моделированию и программированию БПЛА, их применению.

Уникальность БПЛА заключается в возможности объединить в одном курсе конструирование по средствам сборки дронов, пилотирование в процессе оттачивания пилотных навыков и программирование путем составления пилотных заданий, маршрутов, определённых узконаправленных задач. Это способствует интеграции с такими преподаваемыми дисциплинами, как информатика, математика, физика через техническое творчество. Техническое творчество – мощный синтез теоретических и практических знаний, способствующих возникновению системнотехнического мышления у обучающихся.

Программа составлена с учётом следующих нормативных документов:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2030 № 678--р);
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р);
- Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;
- приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- план мероприятий по реализации в 2021-2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утвержден распоряжением Правительства

Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р;)

- приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации программ»;

- приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.06.2020 № 16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4.3598-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)»;

- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (с Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеобразовательных программ (включая разноуровневые программы);

- Методические рекомендации по реализации адаптированных ДОП, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению детей с ОВЗ, включая детей-инвалидов, с учётом их образовательных потребностей» Минобрнауки России от 29.03.2016 №ВК – 641.

Новизна программы состоит в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. А также развивает у обучающихся инженерный подход к решению встречающихся проблем.

Педагогическая целесообразность программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства БПЛА, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА.

Программа будет реализована в аэроквантуме и предусматривает развитие творческих способностей детей, формирование начальных знаний, умений, навыков, а также формирование и развития soft и hard компетенций.

Отличительной особенностью программы является погружение обучающихся в исследовательскую и проектную деятельность. В ходе реализации программы у современных школьников формируется инженерно-техническое мышление, развивается естественный интерес к познанию, выстраивается личная и командная история успеха.

Данная программа помогает раскрывать творческий потенциал обучающихся, определить их резервные возможности, осознать свою личность в окружающем мире.

Целью программы является создание условий для развития ребенка в области пилотирования и конструирования БПЛА, мыслительной деятельности и проектной работы в детских инженерных командах.

Задачи:

Обучающие:

- дать первоначальные теоретические знания о БПЛА;
- научить основным приемам сборки, пилотированию и программированию БПЛА;
- привить культуру производства и сборки;
- ознакомить с правилами безопасной работы с БПЛА .

Воспитательные:

- сформировать творческий, инженерный подход к выполнению разноплановых работ с применением БПЛА;
- формировать умение работать в коллективе и на результат, целесообразно распределять обязанности.

Развивающие:

- развивать навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;

- развивать умения излагать мысли в логической последовательности, четко отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;

- развивать психофизиологические качества обучающихся.

Возраст детей, участвующих в реализации программы: **11-17 лет.**

Формы обучения: очная, возможна дистанционная.

Режим занятий: 2 ч, 2 раза в неделю (с 10-минутным перерывом между академическими часами) в форме практических занятий с небольшой теоретической частью; 1 академический час – 40 минут, с двумя перерывами между часами по 10 минут.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий. При проведении занятий используются следующие формы работы:

1. демонстрационная, когда обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах;
2. фронтальная, когда обучающиеся синхронно работают под управлением педагога;
3. групповая и командная работа, когда обучающиеся совместно выполняют практические задачи, проект или кейс;
4. самостоятельная, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.

Наполняемость учебных групп составляет 10-15 человек.

Ожидаемые результаты

Прохождение данного образовательного модуля должно сформировать у обучающихся компетенции, которые могут быть применены в ходе реализации проектов в данном модуле и последующих образовательных модулях.

Предметные (hard skills):

- знание техники безопасности,
- знания по истории, применению и устройству беспилотников,
- знание строения БПЛА,
- навыки пайки, электромонтажа, механической сборки,
- знания о работе полетного контроллера,
- умение настраивать БПЛА,
- умение подключать и настраивать оборудование симулятора,
- навыки пилотирования БПЛА.

Метапредметные (soft skills):

- критическое мышление (способность анализировать, оценивать идеи и решения, задавать правильные вопросы, аргументировать),
- креативность (способность разработать и представить принципиально новые подходы к решению ситуации или проблемы),
- коммуникация (способность выражать и понимать мысли, чувства других людей в устной и письменной форме),
- кооперация (эффективное взаимодействие с другими людьми, результативная работа в команде),
- навык решение изобретательских задач,
- свободное мышление,
- навыки проектирования,
- работа в команде,
- мышление на несколько шагов вперед,
- осмысленное следование инструкциям,
- соблюдение правил,

- работа с взаимосвязанными параметрами.
- преодоление страха полёта,
- осознание своего уровня компетентности,
- ответственность,
- осознание своих возможностей,
- поиск оптимального решения,
- внимательность и аккуратность,
- соблюдение техники безопасности.

Личностные:

- осознание своих возможностей,
- проявление познавательных интересов и активности в данной области предметной технологической деятельности;
- трудолюбие, трудовые умения и навыки, широкий политехнический кругозор;
- профессиональное самоопределение;
- самооценка результатов деятельности.

Результат: учащийся самостоятельно собирает и программирует БПЛА, выполняет полёты: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Пилотирует с использованием FPV-оборудования.

Форма проверки: итоговая аттестация – зачет по пилотированию, в т.ч. по FPV.

Данная программа представляет собой интегрированный курс, который состоит из 4-х основных разделов:

- пилотирование;
- основы аэродинамики;
- конструирование квадрокоптеров;
- FPV- полеты.

Каждый раздел состоит из теоретической и практической части, направленный на получение обучающимися знаний в области проектирования, моделирования, конструирования и программирования БПЛА, нацеливает молодежь на осознанный выбор профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

Учебный план

№	Тема	Количество часов		
		всего	теория	практика
1	Пилотирование	14	6	8
2	Основы аэродинамики	17	-	17
3	Конструирование квадрокоптеров	13	3	10
4	FPV- полеты	15	1	14
5	Проектная деятельность	9	-	9
	ИТОГО:	68	11	58

Учебно-тематическое планирование

№	Тема	Количество часов			Форма контроля
		всего	теория	практика	

	1. Введение	5	5	-	
1-2	Вводное занятие (в том числе техника безопасности)	3	3	-	Контрольные вопросы
3-5	Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), основы	2	2	-	Контрольные вопросы
	1.1 Симулятор управления БПЛА	9	1	8	
6-8	Первый полет на авиасимуляторе «Самолет»: «Взлет, маневрирование, посадка»	2	1	1	практическое задание
9-10	Авиасимулятор. Конкурс «лопаемшарики» в соревновательном режиме на время	2	-	2	Соревнование
11-12	Авиасимулятор «Квадрокоптер. Взлет, полет вперед, разворот по самолетному»	2	-	2	практическое задание
13-14	Авиасимулятор «Квадрокоптер. Вращение вокруг объекта»	3	-	3	Контрольные вопросы, практическое задание
	2. Визуальное пилотирование	17	-	17	
15-17	Первые учебные полеты: «Взлет, посадка»	3	-	3	практическое задание
18-19	Первые учебные полеты: «Удержание заданной высоты»	2	-	2	практическое задание
20-21	Первые учебные полеты: «Взлет и посадка на парту»	2	-	2	практическое задание
22-23	Соревнование «Кто дольше провесит в круге диаметром 1 метр»	2	-	2	Соревнование
24-25	Перемещение на квадрокоптере «Вперед-Назад», «Влево-Вправо»	2	-	2	практическое задание
26-27	«Точная посадка на удаленную площадку»	2	-	2	практическое задание
28-29	Кейс №1 «Доставка провизии для альпинистов»	2	-	2	практическое задание
30-31	Кейс по общекультурным компетенциям	2	-	-2	практическое задание
	3. Работа с конструктором Клевер.	13	3	10	
32-34	Изучение процесса сборки конструктора	3	3	0	Контрольные вопросы
35-36	Сборка рамы, установка моторов	2	-	2	практическое задание
37-38	Установка регуляторов, полетного контроллера	2	-	2	практическое задание
39-40	Настройка полетного контроллера: обновление прошивки	2	-	2	практическое задание
41-42	Настройка полетного контроллера: калибровка регуляторов и датчиков	2	-	2	практическое задание
43-44	Тестовый взлет, финальная настройка	2	-	2	практическое задание

	4.Пилотирование с использованием FPV оборудования.	15	1	14	
45-47	Первые полеты от первого лица, взлет, посадка, полет по прямой.	3	1	2	практическое задание
48-49	Первые полеты от первого лица, работа по рысканью.	2	-	2	практическое задание
50-51	Изучаем элементы трассы для дрон-рейсинга и как их пролететь быстро «Арки»	2	-	2	практическое задание
52-53	Изучаем элементы трассы для дрон-рейсинга и как их пролететь быстро «Поворотные столбы»	2	-	2	практическое задание
54-55	Полетный разбор: почему коптер теряет высоту на маневрах, изучаем приемы коррекции высоты.	2	-	2	практическое задание
56-57	Изучаем элементы трассы для дрон-рейсинга и как их пролететь быстро «Кольца».	2	-	2	практическое задание
58-59	Соревнование: прохождение трассы для дрон-рейсинга по fpv	2	-	2	практическое задание
8	Работа в группах над инженерным проектом	9	-	9	
60	Постановка проблем и анализ информации	1	-	1	Контрольные вопросы, практическое задание
61	Целеполагание и планирование	1	-	1	Контрольные вопросы, практическое задание
62	Распределение ролей	1	-	1	практическое задание
63-66	Реализация проекта	4	-	4	Выполнение задачи
67-68	Экспертиза и подготовка к защите проекта	2	-	2	Контрольные вопросы, практическое задание
	ИТОГО:	68	10	58	

Содержание учебного плана

№	Наименование раздела и темы	Содержание темы
	1.Введение	

1-2	Вводное занятие (в том числе техника безопасности)	Изучаем технику безопасности, немного об истории летающей техники, вдохновляющие ролики YouTube о дрон-рейсинге
3-5	Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), основы	Изучаем устройство коптера, немного физики в примерах.
2	Симулятор управления БПЛА	
6-8	Первый полет на авиасимуляторе Самолет «Взлет, маневрирование, посадка»	Нарабатываем основные приемы пилотирования на авиасимуляторе модели самолета
9-10	Авиасимулятор. Конкурс «лопаемшарики» в соревновательном режиме на время	Выполняем миссию в авиасимуляторе: на карте расположены несколько воздушных шариков, висящих на разной высоте, нужно все сбить моделью навремя.
11-12	Авиасимулятор «Квадрокоптер. Взлет, полет вперед, разворот посамолетному»	Нарабатываем основные приемы пилотирования на авиасимуляторе, используем модель: квадрокоптер
13-14	Авиасимулятор «Квадрокоптер. Вращение вокруг объекта»	Нарабатываем основные приемы пилотирования на авиасимуляторе, используем модель: квадрокоптер
3	Визуальное пилотирование	
15-17	Первые учебные полеты: «Взлет, посадка»	Тренируемся взлетать и плавно приземляться.
18-19	Первые учебные полеты: «Удержание заданной высоты»	Тренируемся удерживать высоту на одном уровне, важная базовая практика.
20-21	Первые учебные полеты: «Взлет и посадка на парту»	Выполняем интересное упражнение: Нужно взлететь и приземлиться на парту, формируются первые навыки маневрирования.
22-23	Соревнование «Кто дольше провисит в круге диаметром 1 метр»	Соревнование «Кто дольше провисит в круге диаметром 1 метр» усилит мотивацию, увеличит концентрацию внимания участников.
24-25	Перемещение на квадрокоптере «Вперед-Назад», «Влево-Вправо»	Учимся на заданной высоте перемещать коптер вперед, назад, влево, вправо с фиксацией на крайних точках.
26-27	«Точная посадка на удаленную площадку»	Выполняем упражнение из уже известных фигур «Взлет», «Посадка», «Перемещение вперед». Упражнение тренирует точность маневрирования (улучшаем качество навыков)
28-29	Кейс №1 «Доставка провизии для альпинистов»	Суть кейса: С горы сошла лавина и преградила путь альпинистам назад в лагерь, нужно доставить провизию (еду и воду), как можно быстрее. Группа делится на две команды. Каждый участник заменяет аккумулятор на дроне, пролетает по заданной простой траектории, возвращается и передает пульт другому. Победит команда, которая закончит первой.

30-31	Кейс по общекультурным компетенциям	Реализация кейса по общекультурным компетенциям на выбор из приложения №2
6	Работа с конструктором Клевер.	
32-34	Изучение процесса сборки конструктора	Изучаем инструкцию по сборке коптера, смотрим видеоуроки
35-36	Сборка рамы, установка моторов.	Собираем раму квадрокоптера и устанавливаем моторы
37-38	Установка регуляторов, полетного контроллера	Устанавливаем на раму квадрокоптера регуляторы и полетный контроллер
39-40	Настройка полетного контроллера: обновление прошивки	Настраиваем полетный контроллер в программе: обновляем прошивку
41-42	Настройка полетного контроллера: калибровка регуляторов и датчиков	Настраиваем полетный контроллер в программе: калибруем датчики и регуляторы
43-44	Тестовый взлет, финальная настройка	Формируем список предполетной подготовки, выполняем первый тестовый взлет, работа над ошибками
7	Пилотирование с использованием FPV оборудования	
45-47	Первые полеты от первого лица, взлет, посадка, полет по прямой.	Первые полеты в шлеме или с монитором, выполняем по FPV уже знакомые упражнения.
48-49	Первые полеты от первого лица, работа по рысканью.	Отрабатываем вращение вокруг своей оси по FPV
50-51	Изучаем элементы трассы для дрон-рейсинга и как их пролететь быстро «Арки»	Изучаем элемент трассы «Арка» и особенности его прохождения в полете на квадрокоптере по fpv без касаний и потери высоты
52-53	Изучаем элементы трассы для дрон-рейсинга и как их пролететь быстро «Поворотные столбы»	Изучаем элемент трассы «Поворотные столбы» и особенности его прохождения в полете на квадрокоптере по fpv без касаний и потери высоты
54-55	Полетный разбор: почему коптер теряет высоту на маневрах, изучаем приемы коррекции высоты.	Дискуссия на тему «Потеря высоты» при маневрах, закрепляем знания по основам аэродинамики
56-57	Изучаем элементы трассы для дрон-рейсинга и как их пролететь быстро «Кольца».	Изучаем элемент трассы «Кольца» и особенности его прохождения в полете на квадрокоптере по fpv без касаний и потери высоты, самое сложное упражнение из цикла, тренирует точность выполнения маневров.
58-59	Соревнование: прохождение трассы для дрон-рейсинга по fpv	Участники расставляют из изученных элементов трассы «интересную» композицию. Соревнование проходит по олимпийской системе (после двух поражений участник выходит из состязания). На каждой гонке стартует подва дрона, побеждает тот, кто быстрее прошел трассу без ошибок.

8	Работа в группах над инженерным проектом	
60	Постановка проблем и анализ информации	Работаем над постановкой проблемы, анализируем информацию
61	Целеполагание и планирование	Ставим цели проекта и планируем его реализацию
62	Распределение ролей	Распределяем роли в команде
63-66	Реализация проекта	Работаем над реализацией проекта
67-68	Экспертиза и подготовка к защите проекта	Готовимся к защите проекта

Ресурсное обеспечение программы

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

- Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы). (Набор для сборки квадрокоптера), не менее 5 шт.
- Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.). (Комплект для полетов от первого лица), не менее 4 шт.
- Квадрокоптер. (Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования), не менее 3 шт.
- Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов. (Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъемки), не менее 3 шт.
- БПЛА самолетного типа 1 шт.
- Модуль для захвата груза, не менее 2 шт.
- Поле Агисо-метки, 1 шт.
- Теннисные мячи не менее, 5 шт.
- Ноутбуки оперативная память: 8Гб, экран с разрешением не менее 1024x600, не менее 15 шт.
- Наборы инструментов «Гигант» не менее 1 шт.
- Принтер. 1 шт.
- Презентационное оборудование – интерактивная панель и проектор с экраном, 1 шт.
- Помещение свыше 65 кв. м.
- Учебная мебель соответствующее возрасту детей.

Информационное обеспечение

Информационные и учебно-методические ресурсы представлены презентациями и видеороликами.

Для более глубокого изучения осваиваемой темы предлагаются ссылки на электронные ресурсы и печатные издания (раздел «Список литературы»).

Методические материалы

Кейс №1 «Доставка провизии для альпинистов»

Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс.

Кейс рассчитан на 2,25 ч

Цель кейса:

В игровой форме развить скорость, реакцию, концентрацию внимания, навыки управления дроном, умение работать в команде, показать, что с помощью дрона можно решать реальные задачи из жизни.

Описание проблемной ситуации

С горы сошла лавина и преградила путь альпинистам назад в лагерь, нужно доставить

провизию (еду и воду) на коптере, как можно быстрее.

Задачи, решаемые в рамках проблемной ситуации:

- Научиться работать в команде
- Улучшить и закрепить навыки управления квадрокоптером
- Научиться соблюдать технику безопасности в критической ситуации.

Планируемые результаты обучающихся. Softskills:

- умение взаимодействовать в команде;
- внимательность и аккуратность,
- соблюдение техники безопасности.

Hardskills:

Научиться или улучшить технику выполнения упражнений на квадрокоптере:

- Взлет, посадка;
- Удержание заданной высоты;
- Перемещение на квадрокоптере «Вперед-Назад», «Влево-Вправо»;
- Сброс груза;
- Точная посадка на удаленную площадку;

Оборудование

- Квадрокоптер с захватом груза;
- Аккумуляторы к квадрокоптеру;
- Посадочная площадка;
- Грузоприемник;
- Мяч теннисный 12 штук;

Что делаем:

Группа делится на две команды, далее каждый участник:

1. заменяет аккумулятор на дроне, устанавливает груз в захват;
2. взлетает с посадочной площадки;
3. пролетает по заданной простой траектории;
4. сбрасывает груз в грузоприемник;
5. возвращается и приземляется на посадочную площадку;
6. передает пульт управления квадрокоптером следующему участнику;

Победит команда, которая закончит первой.

Рефлексия:

1. Какие сложности возникли во время выполнения задания и почему?
2. Какое ещё применение дрона можно придумать в реальной жизни?

Список литературы

Для педагога

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. № 4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>
2. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf
3. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. № 3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>
4. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13.
5. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.
6. CopterExpressClever [Электронный ресурс]

<https://github.com/CopterExpress/clever>

7. Пособие базовой серии «Методический инструментарий наставника»: «Аэроквантумтуллит». Александр Фоменко, 2019 г.
8. Вводный курс по беспилотным авиационным системам. Режим доступа: <https://stepik.org/course/58930/promo>

Для обучающихся

1. Ефимов.Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>.
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 № 8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>.

Ссылки на интернет-ресурсы

1. <https://profpv.ru/>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=PPULpE2ydsY>
3. <http://forum.rcdesign.ru/>
4. <https://stepik.org/course/58930/promo>

Формы аттестации

Реализуется текущий контроль и промежуточная аттестация обучающихся. Формы текущего контроля включают индивидуальную оценку выполненных заданий, участие в конкурсах, а также участие в индивидуальных, командных и межгрупповых соревнованиях. Формы промежуточной аттестации учитывают данные текущего контроля, а также освоение и защиту некоторых этапов проектов командами обучающихся. На каждого обучающегося формируется индивидуальная карта, отражающая количество баллов, набранных за период обучения (Приложение 1).

Оценочные материалы

Текущий контроль, как проверка учебных достижений, теоретических знаний и практических навыков, производится в ходе осуществления образовательной деятельности согласно учебному плану.

Промежуточная аттестация, как оценка уровня достижения результатов освоения программы обучающимися, производится в соответствии с критериями и показателями «Матрицы софт и хард компетенций» в конце каждого полугодия в соответствии с учебным планом. Количество баллов, набранных обучающимися согласно «Матрице софт и хард компетенций», определяет уровень успешности освоения содержания настоящей программы, и является критерием перевода на следующий уровень программы по этому же направлению, при наличии мест.

Минимальное количество баллов, которое может получить обучающийся составляет 50 балла, а максимальное количество баллов – 96. Дополнительно кванторианец может получить еще 4 балла за результативность (например, получение высоких баллов в олимпиадах, конкурсах) и волонтерство.

Матрица хард компетенций обучающихся детских технопарков

Наименование компетенции	Показатели проявления компетенций по уровням				Шкала оценивания
	<i>Уровень 1</i> Начинающий	<i>Уровень 2</i> Ученик	<i>Уровень 3</i> Студент	<i>Уровень 4</i> Мастер	Максимальные баллы за каждый показатель
Симулятор					
Уровень пилотирования	Взлет, посадка на модели самолета	Выполнение базовых упражнений на модели квадрокоптера	Прохождение трассы на время	Прохождение трассы на время (меньше 30 секунд)	
	3 балл	6 балла	9 балла	12 балла	
					Максимально 12 баллов
Наименование компетенции	Показатели проявления компетенций по уровням				Шкала оценивания
	<i>Уровень 1</i> Начинающий	<i>Уровень 2</i> Ученик	<i>Уровень 3</i> Студент	<i>Уровень 4</i> Мастер	Максимальные баллы за каждый показатель
Визуальное пилотирование					
Уровень пилотирования	Взлет, стабильное висение 1 минута	Посадка на удаленную площадку (3 раза)	Пролет в арку без касаний (3 раза)	Маневрирование среди препятствий и посадка на сложную поверхность	
	3 балл	6 балла	9 балла	12 балла	
					Максимально 12 баллов
Наименование компетенции	Показатели проявления компетенций по уровням				Шкала оценивания
	<i>Уровень 1</i> Начинающий	<i>Уровень 2</i> Ученик	<i>Уровень 3</i> Студент	<i>Уровень 4</i> Мастер	Максимальные баллы за каждый показатель
Конструирование					
Уровень конструирования квадрокоптера, владения инструментами и оборудованием	Сборка рамы, установка моторов	Пайка моторов, регуляторов, платы распределения	Прошивка и настройка полетного контроллера	Дрон собран, настроен, произведен тестовый полет	

	3 балл	6 балла	9 балла	12 балла	
					Максимально 12 баллов
Наименование компетенции	Показатели проявления компетенций по уровням				Шкала оценивания
	Уровень 1 Начинающий	Уровень 2 Ученик	Уровень 3 Студент	Уровень 4 Мастер	Максимальные баллы за каждый показатель
3D моделирование					
Уровень владения инструментами и методами построения в CAD системе	Работа в эскизе (использование инструментов эскиза)	Использование инструмента "Выдавливание " и "Вырезать выдавливанием ", с проверкой эскиза на ошибки	Твердотельное моделирование (Булева операция, фаска, скругление, простое отверстие, оболочки)	Построение сложной 3D модели элемента конструкции квадрокоптера с подготовкой файла для 3D печати	
	3 балл	6 балла	9 балла	12 балла	
					Максимально 12 баллов
				ИТОГО	Максимально 48 баллов

Матрица софт компетенций обучающихся детских технопарков

Наименование компетенции	Показатели проявления компетенций по уровням				Шкала оценивания
	Уровень 1 Пассивный участник	Уровень 2 Ведомый	Уровень 3 Инициатор	Уровень 4 Стратег	Максимальный балл за показатель
Этапы работы команды	Креативность (способность разработать и представить принципиально новые подходы к решению ситуации или проблемы)				12 баллов
<i>1. Включение в деятельность</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
Схватывает, исследует,	Участствует в	Задаёт вопросы на	Предлагает идеи,	Меняет, развивает	

создает и предлагает разные идеи и подходы	обсуждении задания	понимание задания. Развивает предложенные кем-то идеи.	развивающие понимание заданий, Предлагает свои идеи	предложения с учетом ситуации	
<i>2. Участие в решении</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
Воспринимает, наблюдает за деятельностью группы. Исследует, учитывает подходящий опыт и информацию. Находит оригинальное решение. Устанавливает связи, интегрирует знания из разных областей для решения проблемы.	Выполняет порученную часть работы	Ищет способ приложить базовые умения к нестандартной ситуации. Выделяет известное и неизвестное.	Находит аналогичную ситуацию, привлекает свой опыт. Отмечает значимые факторы и условия. Формулирует вопросы по ходу решения. Находит оригинальное решение.	Объясняет, обосновывает ход решения, очерчивает границы задания. Реагирует на разные идеи и решения. Корректирует неправильное или неэффективное решение.	
<i>3. Презентация результатов</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
Видит новые интересные решения проблемы и понимает их возможные последствия.	Доволен своей работой	Сравнивает результаты своей работы с другими.	Оценивает результат на основе критериев. Отмечает наиболее интересные другие идеи	Признает свои ограничения. Видит возможности для улучшения.	
Этапы работы команды	Критическое мышление (способность анализировать, оценивать идеи и решения, задавать правильные вопросы, аргументировать)				12 баллов
<i>1. Включение в деятельность</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	

Анализирует, определяет сильные и слабые стороны ситуации/решения. Аргументирует свои идеи и решения.	Слушает, разделяет мнение большинства участников в команде.	Задает вопросы на понимание задания, уточняет. Развивает предложенные кем-то идеи.	Предлагает свои идеи. Контролирует ход дискуссии, обсуждения проблемы.	Анализирует идеи других, предлагает свои решения. Аргументирует и опирается на факты, критерии.	4
<i>2. Участие в решении</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	
Понимает суть и границы проблемного поля. Анализирует и сравнивает идеи/решения, аргументирует свои идеи. Контролирует точность выполнения задания.	Выполняет порученную часть работы по принципу "Копировать-вставить", не подвергая информацию анализу	Четко выделяет известное и необходимое для решения задачи/проблемы, старается анализировать информацию	Выслушивает чужое мнение, соглашается с аргументами. Формулирует решение по ходу выполнения задачи. Находит оригинальное решение. Инициатор выполнения и контроля задания.	Объясняет и обосновывает ход решения проблемы. Ограничивает круг проблем, вычленяет эффективные решения.	4
<i>3. Презентация результатов</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	
Оценивает, подтверждает мнение на основе критериев, фактов. Оценивает мнение/решение.	Доволен своей работой без критического отношения к ее результатам	Сравнивает результаты своей работы с другими. Оценивает личный вклад в общее дело.	Оценивает результат на основе критериев. Отмечает интересные идеи/решения.	Способен обобщать и выделять суть проблемы. Видит перспективы проекта/решения. Легко владеет материалом проекта. Отвечает на вопросы грамотно, аргументированно. Способен критически оценивать результаты работы команды.	4

Этапы работы команды	Коммуникация (способность выражать и понимать мысли, чувства других людей в устной и письменной форме)				12 баллов
<i>1. Включение в деятельность</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	
<p>Задаёт и отвечает на вопросы. Понятно доносит свои идеи и решения. Спрашивает, уточняет, понимает суть проблемы. Эрудирован. Готов общаться со всеми членами команды.</p>	Вниматель слушает, пассивно участвует в обсуждении.	Имеет свое мнение и пытается отстаивать свою позицию.	Формулирует вопросы, уточняет и проясняет ситуацию. Способен к быстрому восприятию и переработке информации. Большой словарный запас.	Способен урегулировать конфликт в команде. Уважает мнение других. Владеет разными способами работы с информацией: получение, анализ, хранение, доступное изложение своих идей и мыслей. Быстро обучается.	4
<i>2. Участие в решении</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
<p>Способен регулировать конфликты и споры в команде. Уважительно относится к мнению других. Доступно доносит свою идею, позицию. Отлично владеет способами получения, анализа и переработки, хранения информации и предоставления аргументированного решения.</p>	Малоинициативен, но исполнитель.	Эффективно работает при четком понимании задания. Инициативен. Имеет свою позицию. Не всегда удается понятно и доступно донести свои мысли.	Легко ориентируется в поиске необходимой и недостающей информации. Хорошо работает в четко очерченном пространстве идеи или задачи.	Успешно взаимодействует в команде. Готов общаться с каждым членом команды. Уважает мнение других. Способен аргументировать свою четкую позицию. Быстро адаптируется к собеседнику/ситуации.	
<i>3. Презентация результатов</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
Умеет составить текст	Помогает команде, в	Не всегда может	Умеет хорошо и	Самостоятельно и	

сообщения, доклада. Умеет хорошо и правильно говорить/писать. Способен выделить главное и второстепенное в работе команды.	поиске нужной информации, выполняет поручения добросовестно.	выделить главное и второстепенное при презентации результатов команды. Старателен. Может представить результаты команды по заранее подготовленному тексту другим человеком.	правильно говорить с опорой на записи. Не всегда свободно владеет материалом проекта. Позитивная самооценка от результата совместной работы.	грамотно составляет доклад, презентацию. Речь правильная, грамотная. Высокий уровень эрудиции. Способен вести диалог, отвечать на вопросы и прояснять ситуацию.	
Кооперация (эффективное взаимодействие с другими людьми, результативная работа в команде)					12 баллов
<i>1. Включение в деятельность</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
Социальное взаимодействие	Участвует в обсуждении задач вынуждено, только если к нему/ней обращаются	Задает вопросы на понимание, спрашивает непонятное, поддерживает идеи других членов группы без критического к ним отношения	Предлагает свои идеи по сути задачи. Контролирует выполнение задачи	Учитывает предложения членов команды, развивает предложения других, отвечает на вопросы по сути задания	
<i>2. Участие в решении</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
Выполнение обязательств	Выполняет порученную часть работы	Ищет способы приложить свои умения к решению задачи, может помочь другим по	Предлагает решение по аналогии с другими задачами. Находит оригинальное решение задачи.	Объясняет и обосновывает ход решения, удерживает границы задачи, реагирует на разные решения, старается выбрать	

		их просьбе	Иницирует контроль и проверку решения. Активно включается в помощь членам команды	оптимальное решение	
<i>3. Презентация результатов</i>	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	4
Самостоятельность и инициативность при оценке и презентации результатов работы команды	Помогает готовить презентацию работы команды. Принимает оценку своей работы, высказанную другими	Участвует в распределении работ при подготовке презентации. Старается оценить свою работу и вклад в общий результат	Берет на себя ответственность по подготовке и презентации работы команды. Вносит предложения по оценке результатов работы команды и каждого его члена по определенным критериям	Отвечает на вопросы о ходе и результатах работы команды, приглашает к ответу других участников. Определяет вклад в достижение результат каждого члена команды	
Итого					48 баллов

Индивидуальная карта

Промежуточной аттестации обучающегося по программе технической направленности в МБОУ СОШ №15 в Центре образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста».

Название программы «Аэроквантум. Вводный модуль»

№ группы

ФИО обучающегося

№ п/п	Компетенция	Балл	Итоговый балл max – 100 б.
Soft-компетенции		max – по 12 б. за каждый показатель	max – 48 б.
1	Креативность		
2	Критическое мышление		
3	Коммуникация		
4	Кооперация		
Hard-компетенции		max – по 12 б. за каждый показатель	max – 48 б.
1	Симулятор		
2	Визуальное пилотирование		
3	FPV-пилотирование		
4	3D моделирование		
Дополнительные критерии		max – 2 б. за каждый показатель	max – 4 б.
1	Результативность		
2	Волонтерство		
Общее количество баллов			

Результат аттестации:

ФИО и подпись педагога

Дата аттестации