

МАУ «Уральский инновационный молодежный центр»

Детский технопарк «Кванториум»

Принята на заседании
методического совета
ДТ «Кванториум»
Протокол № 1 от 30.08.2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель технопарка
 Вибе А.И.
Приказ № 07-01/15 от 30.08.2023 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности

СОЗДАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ МОДЕЛЕЙ (КВАДРОКОПТЕРЫ)

Возраст обучающихся 9-17 лет

Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:
Дудин Артем Сергеевич,
педагог дополнительного
образования

Красноурьинск, 2023 г.

Содержание

1. Пояснительная записка	3
2. Содержание общеразвивающей программы	9
2.1. Учебно-тематический план	9
2.2. Содержание изучаемого курса	11
3. Организационно-педагогические условия	13
3.1. Календарный учебный график	13
3.2. Условия реализации программы	13
3.3. Формы аттестации и оценочные материалы	14
4. Список литературы	15
5. Приложения	18

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Создание беспилотных моделей (квадрокоптеры)» имеет техническую направленность и ориентирована на изучение основ механики, конструирования, программирования и автоматизации устройств и их применение.

Основанием для проектирования и реализации данной общеразвивающей программы служит **перечень следующих нормативных правовых актов и государственных программных документов:**

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ;

2. Федеральный закон РФ от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» (в редакции 2013 г.);

3. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года. (распоряжение Правительства

Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р);

4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (далее – СанПиН);

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

6. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 05.05.2018 № 298 «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»;

7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (далее – Порядок);

8. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;

9. Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);

10. Письмо Минобрнауки России от 28.08.2015 № АК-2563/05 «О методических рекомендациях» (вместе с «Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ»).

11. Письмо Минобрнауки России от 29.03.2016 № ВК-641/09 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению детей с ограниченными возможностями здоровья, включая детей-инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей»);

12. Приказ Министерства общего и профессионального образования Свердловской области от 30.03.2018 г. № 162-Д «Об утверждении Концепции развития образования на территории Свердловской области на период до 2035 года».

Актуальность программы.

Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Отличительной особенностью настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Адресат программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Создание беспилотных моделей (квадрокоптеры)» предназначена для детей в

возрасте 9 – 17 лет, не имеющих ограниченных возможностей здоровья, проявляющих интерес к проектной деятельности и областям знаний технической направленности. Формы занятий групповые. Минимальное количество обучающихся в группе – 10 человек, максимальное количество обучающихся в группе – 12 человек. Состав групп постоянный.

Группа разновозрастная, смешанная по составу. Содержание программы при этом остаётся одинаковым. Варьироваться может лишь используемое для занятий оборудование и сложность самих заданий (исходя из уровня знаний обучающихся), которые при этом не выходят за рамки содержания общеобразовательной программы.

Режим занятий:

Продолжительность одного академического часа – 40 мин.

Перерыв между учебными занятиями – 10 минут.

Общее количество часов в неделю – 4 часа.

Длительность одного занятия составляет 2 академических часа, периодичность занятий – 2 раза в неделю.

Срок освоения общеразвивающей программы определяется содержанием программы и составляет 1 год.

Объем общеразвивающей программы составляет 140 часов. Форма организации образовательной деятельности – групповая.

По уровню освоения программа общеразвивающая, одноуровневая.

Формы обучения: очная с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (Закон №273-ФЗ, гл.2, ст.17, п.2.).

Виды занятий общеразвивающей программы определяются содержанием программы и могут предусматривать лекции, практические и семинарские занятия, лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые и ролевые игры, тренинги, выполнение самостоятельной работы, и другие виды учебных занятий и учебных работ.

По типу организации взаимодействия педагога с обучающимися при реализации программы используются личностно-ориентированные технологии, технологии сотрудничества.

По уровню освоения программа общеразвивающая, одноуровневая (стартовый уровень).

«Стартовый уровень» предполагает использование и реализацию общедоступных и универсальных форм организации материала, минимальную сложность предлагаемого для освоения содержания общеразвивающей программы: представление о возможностях квант ума и оборудования, межквантумное взаимодействие, формирование и развитие творческих способностей, стимулирование «генерации идей», мотивация обучающихся к

познанию, техническому творчеству, трудовой деятельности и формированию «гибких навыков» (soft skills):

- инженерное и изобретательское мышление;
- креативность;
- критическое мышление;
- умение искать и анализировать информацию (data scouting);
- умение принимать решения;
- умение защищать свою точку зрения;
- коммуникативность;
- командная работа;
- умение презентовать публичное выступление;
- управление временем;
- эмоциональный интеллект.

А также основы работы с современным оборудованием.

Обучение направлено на формирование у ребёнка общих представлений о мире техники, устройстве конструкций, механизмов, изучении основных комплексов базовых технологий, применяемых при создании современных инженерных разработок и систем, и формирует положительную мотивацию к техническому творчеству.

Конкурсного отбора для включения детей в программу на «стартовый» уровень нет. Зачисление производится без предварительного отбора (свободный набор). После освоения стартового уровня проводится диагностический кейс, позволяющий перевести обучающихся на базовый уровень обучения.

Цель: формирование у обучающихся компетенций по конструированию и моделированию простейших электронных беспилотных летательных аппаратов и навыков командного взаимодействия.

Задачи модуля

Образовательные:

- знание и понимание основ теории решения изобретательских задач и инженерии;
- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- формирование навыков работы с электронными компонентами;
- формирование навыков необходимых для проектной деятельности

Развивающие:

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развить способность к самореализации и целеустремлённости;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;

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

- расширить ассоциативные возможности мышления;

Воспитательные:

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;

- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;

- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности;

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предметные результаты:

знать/понимать:

- основы работы с электрооборудованием;
- основы работы с ручным инструментом;
- основы работы с электронными компонентами;
- основы и принципы теории решения изобретательских задач,
- начальные базовые навыки инженерии;
- принципы проектирования;

уметь:

- самостоятельно работать с ручным инструментом;
- самостоятельно работать с электронными компонентами

Личностные результаты:

работа в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и др.; развитие познавательных интересов обучающихся; умение ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений; навыки ведения проекта, проявление компетенции в вопросах, связанных с темой проекта, выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий; развитие критического мышления; проявление технического мышления, познавательной деятельности, творческой инициативы, самостоятельности; способность творчески решать технические задачи; готовность и способность применения теоретических знаний по физике, информатике для решения задач в реальном мире; способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей.

Метапредметные результаты:

умение самостоятельно определить цель обучения, определять и ставить перед собой новые учебные или познавательные задачи, расширять

познавательные интересы; умение использовать различные источники получения информации с помощью компьютера; умение определять надежность и достоверность источника; умение самостоятельно планировать способы достижения поставленных целей, находить эффективные пути достижения результата, умение искать альтернативные нестандартные способы решения познавательных задач; умение поддерживать беседу, выслушивать собеседника и доходчиво донести до него свои мысли и доводы; умение осуществлять самоконтроль, самооценку, принимать решения и осуществлять осознанный выбор в познавательной и учебной деятельности; умение организовывать совместную познавательную деятельность, сотрудничать; умение проявлять толерантность, терпимость, уметь решать конфликты; умение выслушивать другие мнения, а также формулировать, отстаивать и аргументировать свое мнение.

2. СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

2.1. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование модулей	Кол-во часов, всего	В том числе		Форма аттестации, контроля
			Теория	Практика	
Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.		14	5	9	
1.	Вводная лекция о содержании курса.	2	1	1	опрос
2.	Принципы управления и строение мультикоптеров.	2	2		Анализ работ
3.	Основы техники безопасности полётов	2	2		Опрос
4.	Полёты на симуляторе.	8		8	Наблюдение
Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.		48	12	36	
1.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	2		Опрос
2.	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2	2		беседа
3.	Сборка рамы квадрокоптера.	4		4	Наблюдение
4.	Технология пайки. Техника безопасности.	2	2		Взаимоанализ работ
5.	Обучение пайке.	8		8	Анализ работ
6.	Пайка ESC, ВЕС и силовой части.	4		4	Анализ работ
7.	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера.	6	2	4	Беседа, наблюдение
8.	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	2	2		Опрос
9.	Инструктаж по технике безопасности полетов.	2	2		Беседа, опрос
10.	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере БПЛА заводской сборки.	2		2	Наблюдение
11.	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	4		4	Наблюдение, Анализ работ
12.	Проведение учебных полётов. Разбор аварийных ситуаций.	4		4	Анализ работ
13.	Проведение учебных полётов.	6		6	Анализ работ
Раздел 3. Настройка, установка FPV – оборудования.		52	2	50	
1.	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2	2		Беседа
2.	Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования.	4		4	Наблюдение

3.	Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	10		10	Анализ работ
	Проектная деятельность	36		36	Решение кейсов
Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом.		26	4	22	
1.	Принципы создания инженерной проектной работы.	2	2		Беседа
2.	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	22		22	Взаимоанализ работ
3.	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	2	2		Защита проекта
	Итого:	140	23	117	

2.2. СОДЕРЖАНИЕ ИЗУЧАЕМОГО КУРСА

Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.

1. Вводное занятие

Теория: вводный инструктаж по технике безопасности, правила поведения и работы в Кванториуме.

Практика: беседа, опрос.

2. Принципы управления и строение мультикоптеров.

Теория: познакомить с историей создания мультикоптеров, дать понятия о действующих моделях и о единой классификации моделей.

Практика: демонстрация модели

3. Основы техники безопасности полётов

Теория: техника безопасности

4. Полёты на симуляторе.

Теория: знакомство с симулятором

Практика: управление БПЛА в симуляторе.

Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.

1. Управление полётом мультикоптера.

Теория: знакомство с

полетным контроллером и приемником для БПЛА. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.

2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода.

Теория: знакомство с бесколлекторными двигателями. Изучение ESC. Платы разводки питания.

3. Сборка рамы квадрокоптера.

Теория: знакомство с типами конструкций и видов рам.

Практика: сбор рамы квадрокоптера

4. Технология пайки. Техника безопасности.

Теория: для чего применяется пайка, сущность процесса, используемые приборы и материалы, основные правила, техника безопасности. Демонстрация изделий и работы. Риски использования.

5. Обучение пайке.

Практика: сущность процесса пайки, используемые приборы и материалы, основные правила, техника безопасности. Отработка практических навыков по различным видам пайки.

6 Пайка ESC, ВЕС и силовой части.

Практика: знакомство с регулятором оборотов и силовой частью квадрокоптера. Пайка ESC и силовой части квадрокоптера

7. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера.

Теория: знакомство с полетным контроллером и пультом управления. Настройка аппаратуры управления.

Практика: настройка полетного контроллера. Подключение к ПК пульт.

8. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.

Теория: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.

9. Инструктаж по технике безопасности полетов.

Теория: Техника безопасности при работе с квадрокоптерами.

10. Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере БПЛА

Практика: управление БПЛА в симуляторе.

11. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»

Практика: управление квадрокоптером «взлет/посадка»

12. Проведение учебных полётов. Разбор аварийных ситуаций.

Практика: Проведение учебных полётов: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.

13. Проведение учебных полётов.

Практика: Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу», выполнение сложных маневров.

Раздел 3. Настройка, установка FPV – оборудования.

1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка

Теория: знакомство с FPV системой. Применяемое оборудование, его настройка

2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.

Практика: Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.

3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.

Практика: полеты с FPV системой.

4. Проектная деятельность

Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом.

1. Принципы создания инженерной проектной работы.

Теория: работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды

2. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»

Практика: практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система»

3. Презентация и защита группой собственного инженерного проекта

Практика: Защита проекта.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

3.1. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий
1 год	12 сентября	27 мая	35	70	140	2 занятия по 2 часа в неделю
Каникулы:						
2023-2024 уч. год: 23.12.2023 - 07.01.2024						

3.2. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Материально-техническое обеспечение:

Требования к помещению:

- помещение для занятий, отвечающее требованиям СанПин для учреждений дополнительного образования;
- качественное освещение; – столы, стулья по количеству обучающихся и 1 рабочее место для педагога

Оборудование:

Набор для сборки квадрокоптера: рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы

Комплект для полетов от первого лица: комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)

Комплект для программирования коптера: Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО)

Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования: Квадрокоптер

Коптер для обучение аэросъемке, настройке и обслуживанию БАС: Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе Конвертоплан для обучения настройке, обслуживанию и эксплуатации БАС перспективных типов: Конвертоплан

Фотокамера для установки на конвертоплан: Фотокамера

БАС для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов: Учебная БАС самолетного типа

Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъёмки:

Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов

Компьютерное оборудование.

Кадровое обеспечение: для реализации программы необходим 1 педагог с квалификацией «педагог дополнительного образования» или «учитель информатики». Уровень образования – среднее профессиональное, высшее образование (бакалавриат / специалитет / магистратура).

Методические материалы: карточки с описанием кейсов (заданий и проектов), презентации нового материала, настольные игры для развития логики и последовательного мышления, оценочные материалы.

3.3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Система контроля знаний и умений обучающихся включает оценку жестких и гибких навыков.

Жесткие навыки представляются в виде оценки продуктов деятельности обучающихся и /или посредством выполнения контрольных заданий.

Гибкие навыки – посредством наблюдения за обучающимися во время занятий и занесения результатов в диагностическую карту (Приложение 1).

Итоговая аттестация обучающихся осуществляется по завершению реализации программы в виде защиты индивидуальных/групповых проектов.

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативные документы:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ;
2. Федеральный закон РФ от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» (в редакции 2013 г.);
3. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года. (распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р);
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (далее – СанПиН);
5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
6. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 05.05.2018 № 298 «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»;
7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (далее – Порядок);
8. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
9. Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);
10. Письмо Минобрнауки России от 28.08.2015 № АК-2563/05 «О методических рекомендациях» (вместе с «Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ».
11. Письмо Минобрнауки России от 29.03.2016 № ВК-641/09 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению детей с ограниченными

возможностями здоровья, включая детей-инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей»);

12. Приказ Министерства общего и профессионального образования Свердловской области от 30.03.2018 г. № 162-Д «Об утверждении Концепции развития образования на территории Свердловской области на период до 2035 года».

Методическая литература для педагогов:

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. 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>

3. Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>

4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf

5. 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>

6. 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>

7. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337

8. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html

9. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>

10. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent

Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.

11. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf

12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>

13. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.

Методические пособия для обучающихся и родителей:

1. Лекции от «Коптер-экспресс»: <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>
<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

2. Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика
https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Диагностическая карта

Показатели	Оцениваемые параметры	Критерии оценивания степень выраженности оцениваемого качества			Методы диагностики	Набранный балл
		Низкий уровень (0-1бал)	Средний уровень (2 б)	Высокий уровень (3 б)		
Личностные и метапредметные компетенции						
Коммуникации (1-3 б)	- умение общаться и строить отношения в группе - умение донести свою точку зрения до слушателя - навык публичного выступления	-испытывает затруднения в общении с одноклассниками и педагогом, -не идёт на контакт	-общается с одноклассниками и педагогом -может донести свою точку зрения только с помощью наводящих вопросов -боится выступать перед аудиторией	-активно общается со всеми участниками образовательного процесса -в доступной форме высказывает свою точку зрения, используя аргументы -уверенно выступает перед аудиторией	Наблюдение Собеседование Защита проектов Презентация творческого задания Игра Взаимооценка	
Критическое мышление (1-3 б)	- умение работать с информацией, анализировать, делать обоснованные выводы и давать собственную оценку вещам, явлениям, событиям и т. д.	-испытывает серьёзные затруднения при работе с информацией - не умеет анализировать и делать выводы и давать собственную оценку	- умеет работать с информацией - анализирует, делает выводы и даёт собственную оценку с помощью педагога	- умеет работать с информацией из различных источников - самостоятельно может провести анализ, сделать вывод и оценить	Наблюдение Карта аналогов Исследовательская работа Домашнее задание Взаимооценка	Диагностическая карта

<p>Креативное мышление (1-3 б)</p>	<p>- проявление творческих способностей при создании новых идей</p>	<p>- не проявляет творческих способностей - всё делает по образцу - не умеет генерировать идеи</p>	<p>- не ярко выражены творческие способности - генерирует идеи не отличающиеся своей новизной, мыслит стереотипно</p>	<p>- проявляет творческие способности при формировании и реализации новых идей, отличающихся своей нестандартностью</p>	<p>Наблюдение Проектная работа Игра Мозговой штурм Домашнее задание Взаимооценка</p>	<p>Диагностическая карта</p>
<p>Работа в команде (1-3 б.)</p>	<p>- умение работать в команде: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение; - осознание ответственности за общий результат.</p>	<p>- не принимает участия в групповых и командных видах работы - держится обособленно</p>	<p>- участвует в командной (групповой) работе, но инициативу не проявляет - по проблемным вопросам принимает мнение большинства участников группы</p>	<p>- принимает активное участие в командной (групповой) работе - имеет свою точку зрения и умеет её отстаивать - осознаёт себя частью единой команды и понимает ответственность за общий результат</p>	<p>Наблюдение Проектная работа Игра Мозговой штурм Взаимооценка</p>	

<p>Творческая активность (1-3 б)</p>	<p>- участие в массовых мероприятиях - участие в конкурсах, соревнованиях, выставках различного уровня</p>	<p>- не принимает участие</p>	<p>- принимает участие с помощью педагога или родителей</p>	<p>- проявляет интерес и активно участвует - самостоятельно выполняет работу</p>	<p>Наблюдение Портфолио Выполнение работы Взаимооценка</p>	<p>Диагностическая карта</p>
--	--	-----------------------------------	---	--	--	----------------------------------