



Бюджетное образовательное учреждение Колосовского муниципального района
Омской области «Кутырлинская средняя школа»
структурное подразделение
Центр образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста»

«Рассмотрено»
на Педагогическом совете
протокол заседания

«Утверждено»
Директор БОУ «Кутырлинская СШ»
Ремезевич О.П.

№ 1 от.30.08.2024

Приказ № 37 от 30.08.2024 г.

**Дополнительная общеобразовательная программа «Беспилотные
летательные аппараты»
технический профиль
Целевая группа: 12-17 лет**

**Срок реализации 1 год (36 часа)
Форма реализации- очная**

Составитель:
педагог дополнительного образования
Ремезевич Вячеслав Владимирович

Кутырлы
2024 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, к 2015 году рынок БПЛА уже оценивался в 127 млрд долларов США¹ и продолжает активно развиваться. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

Направленность программы. Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет *научно-техническую направленность*. Предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС).

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Настоящая программа соответствует общекультурному уровню освоения предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

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

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.

¹По информации PowerwaterhouseCoopers

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.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

2. Цели и задачи программы.

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills² по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

Задачи:

1. сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
2. поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
3. развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
4. сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
5. воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;

²«soft-skills» – теоретические знания и когнитивных приемы, «hard-skills» – умения «работать руками».

Отличительные особенности программы

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

Возраст детей Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего школьного возраста (12– 17 лет). Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период происходит главное в развитии мышления – овладение подростком процессом образования понятий, который ведет к высшей форме интеллектуальной деятельности, новым способам поведения. Функция образования понятий лежит в основе всех интеллектуальных изменений в этом возрасте. Общение со своими сверстниками – ведущий тип деятельности в этом возрасте. Именно здесь осваиваются нормы социального поведения, нормы морали, здесь устанавливаются отношения равенства и уважения друг к другу.

Количество часов : 36 академических часа

Формы обучения Обучение проводится по очной форме

Формы организации деятельности Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс»

– когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;

- Workshop и Tutorial (практическое занятие – *hardskills*), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;
- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
- метод кейсов (*case-study*), "мозговой штурм" (*Brainstorming*), метод задач (*Problem-Based Learning*) и метод проектов (*Project-Based Learning*). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – *case*, *англ.*), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

Критерии и способы определения результативности

Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

Планируемые результаты

Предметные:

- приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС;
- занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки;
- сформированность навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Метапредметные:

- сформированность обучающихся самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
- сформированность обучающихся технического мышления и творческого подхода к работе;
- развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности обучающихся;
- развитые ассоциативные возможности мышления у обучающихся.

Личностные:

- сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;
- развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;
- сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

Формы подведения итогов реализации программы

- выполнение практических полётов (визуальных и сFPV);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческие задания (подготовка проектов и их презентация).

Данная образовательная программа является **вводным модулем** и изучается в течение учебного года (36 недель, 1 час в неделю). Обучающиеся выполняют 50 практических занятий, проводятся две контрольные работы во время аудиторных занятий. По окончании курса

происходит защита проектной работы.

Объем программы и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего
Аудиторные занятия всего, в том	36
Лекции	6
Практические занятия, в т.ч.:	30
Лабораторные работы	0
Самостоятельная подготовка	12
Проектная работа	9
Виды текущего контроля	1
Объем учебной программы	36

Форма проведения занятий «лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов) обучающихся, а именно:

- технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
- противоречие как основа изобретения;
- идеальный конечный результат;
- алгоритм проектирования технической системы;
- командообразование;
- работа в команде;
- личная ответственность и тайм-менеджмент;
- проектная деятельность;
- продуктивное мышление;
- универсальная пирамида прогресса;
- планирование и постановка собственного эксперимента;

Форма проведения занятий «практические занятия» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. hard-skills(навыков и умений) обучающихся, а именно:

- работа с программным обеспечением (настройка летного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);
- управление квадрокоптером.

Материально-техническое обеспечение см. в приложении 1.

Правила выбора проекта и примерные темы проектов см. в приложении 2.

Примеры кейсов см. в приложении 3.

III. СОДЕРЖАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1 год обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	2	3
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе. 1. Вводная лекция о содержании курса. 2. Принципы управления и строение мультикоптеров. 3. Техника безопасности полётов 4. Технические характеристики имеющихся дронов 5. Практическое занятие с приложением для запуска дронов 6. Полёты на симуляторе.	Устройство о мультироторных системах. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторным аппаратом. Аппаратура радиоуправления: принцип

		действия, общее устройство. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. Технические характеристики имеющихся дронов Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.
--	--	--

Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты. 1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. 2. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления. 3. Настройка полётного контроллера. 4. Инструктаж по технике безопасности полетов. 5. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций. 9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», 10. Выполнение полетов по манитору «нахождения человека» «доставка медикоментов потерпевшему	Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов. Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Разбор аварийных ситуаций.
-----------------------	--	--

Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования. 1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования. 3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультиторторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.
Блок 4.	Работа в группах над инженерным проектом. 1. Принципы создания инженерной проектной работы. 3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». 4. Подготовка презентации собственной проектной работы.	Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Разделы	Наименование темы	Объем часов
		Всего часов
1	2	3
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	9
	Вводная лекция о содержании курса.	1
	Принципы управления и строение мультикоптеров.	2
	Основы техники безопасности полётов	1
	Характеристики имеющихся дронов	1
	5. Практическое занятия с приложением для запуска дронов	4
Блок 2.	Настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	21
	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1
	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», Управление полётом мультикоптера.	5

	6.Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	5
	7. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	5
	8. Выполнение полетов по манитору «нахождения человека» « доставка медикоментов потерпевшему	5
Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования.	5
	1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	1
	2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	1
	3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	3
Блок 4.	Работа в группах	8
	1. Принципы создания инженерной проектной работы.	3
	2. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	2
	3. Подготовка презентации собственной проектной работы.	3
	<u>Итоговый контроль</u>	5
	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	5

	Итого:	36
--	--------	----

2. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Аппаратное и техническое обеспечение:

- Рабочее место обучающегося:

ноутбук: производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark <http://www.cpubenchmark.net/>): не менее 2000 единиц; объём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками);

мышь.

- квадрокоптер TELLO- 3 шт

- Рабочее место наставника:

ноутбук: процессор IntelCore i5-4590/AMD FX 8350 — аналогичная или более новая модель, графический процессор NVIDIA GeForce GTX 970, AMD Radeon R9 290 — аналогичная или более новая модель, объём оперативной памяти: не менее 4 Гб, видеовыход HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 или более новая модель (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками);

презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект;

флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей — 1 шт.;

единая сеть Wi-Fi.

Программное обеспечение:

- офисное программное обеспечение;

Расходные материалы:

бумага А4 для рисования и распечатки;

бумага А3 для рисования;

набор простых карандашей — по количеству обучающихся;

набор чёрных шариковых ручек — по количеству обучающихся;

клей ПВА — 2 шт.;

клей-карандаш — по количеству обучающихся;

скотч прозрачный/матовый — 2 шт.;

скотч двусторонний — 2 шт.;

картон/гофрокартон для макетирования — 1200*800 мм, по одному листу на двух обучающихся;

нож макетный — по количеству обучающихся;

лезвия для ножа сменные 18 мм — 2 шт.;

ножницы — по количеству обучающихся;

коврик для резки картона — по количеству обучающихся;

PLA-пластик 1,75REC нескольких

«КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА»

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидакти- ческий материал	Техниче- ское оснаще- ние занятий	Формы подведения итогов
Теория мультироторн ых систем. Основы управлени я. Полёты на симулятор е.	Лекция, дискусс ия практи ческое занятие	Беседа по теме занятия, индивиду альная работа с ПО	Записи в тетрадах, справочн ый материал из ПО для полетов	Интерак тивная доска, ноутбук с ПО, РС- пульт	Полёт на симуляторе без ошибок пилотировани я
Сбо рка и нас тро йка ква дро коп тер а. Учебные полёты.	Лекция, дискусс ия, практи ческое занятие , worksh op	Работа в группах, индивиду альная работа с ПО	Инструкц ия по сборке, справочн ый материал из ПО для полетов	Интерак тивная доска, ноутбук с ПО, квадрок оптер, РС- пульт	Тестовые полёты на собственноруч но собранным ква дрокоптере
Нас тро йка , уст ано вка FPV – обо руд	Лекция, дискусс ия, практи ческое занятие , worksh op	Работа в группах, индивиду альная работа с ПО	Справочн ый материал из ПО для полетов	Интерак тивная доска, ноутбук с ПО, квадрок оптер, очки для FPV- полетов, FPV-	Выполнение полётов с FPV- оборудование м

ова ния				модуль	
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадах	Ноутбук , интеракт ивная доска	Защита проекта

4. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В данном разделе отражаются оценочные материалы, позволяющие определить достижение учащимися планируемых результатов.

Оценка результативности

реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Входная диагностика	
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>	
Полное отсутствие представлений о данном направлении	Имеются представления о данном направлении
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологией</i>	
Незнание терминологии и изучаемого курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки предусмотренные программой</i>	
Неумение пользоваться (слабое умение) пользоваться колющими и режущими инструментами, клеящими составами; неумение пользоваться инструкционно-технологическими картами	Умеет правильно пользоваться распространенными инструментами, имеет представление о пользовании инструкционно-технологической картой. Имеются небольшие навыки работы с природным материалом с пряжей, нитками
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>	
Отсутствие творчества в работе	Небольшие проявления творчества в освоении учебного материала
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>	
Неумение работать самостоятельно	Эпизодически применения самостоятельности
Текущая диагностика	
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>	
Отсутствие знаний (слабые знания) технологии изготовления изделий, незнание правил обращения со специальными инструментами	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологией</i>	
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>	
Слабое умение пользоваться специальными инструментами, слабые	Умение правильно пользоваться большей частью специальных инструментов, умение выполнять

навыки работы с инструкционно-технологическими картами, слабые навыки выполнения изделий	изделия при небольшой поддержке педагога
<i>Критерий 4: Творческиенавыки</i>	
Отсутствиетворчества в работа	Сочетание репродуктивных и творческий навыки
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>	
Неумениеработатьсамостоятельно	Сочетание навыков самостоятельной работы под руководством и контролем педагога
Итоговаядиагностика	
<i>Низкийуровень</i>	<i>Среднийуровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретическиезнания</i>	
Слабое знание технологии изготовления изделий, слабое знание правил безопасности труда	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий
<i>Критерий 2: Владениеспециальнойтерминологи</i>	
Слабоезнаниетерминологиикурса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>	
Допускает ошибки в технологии изготовления изделий, неаккуратность в работе, ошибки в обращении со специальными инструментами, слабые навыки работа с технологической картой	Умение разрабатывать собственные эскиз изделий допускаются незначительные ошибки в технолог изготовления изделия, присутствие навыком аккуратности, экономичности в работе с материалами, соблюдение правил техники безопасности под контролем педагога
<i>Критерий 4: Творческиенавыки</i>	
Слабыепроявлениятворчества	Умеренные проявления творчества в работе
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>	
Слабыенавыкисамостоятельнойработы	Умеренное проявление самостоятельности в работе

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Список литературы, рекомендованный педагогам (коллегам) для освоения данного вида деятельности

№	Наименован
Основная	
1	Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа:
2	Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2021 №8 Режим доступа: http://engbuh.bmstu.ru/doc/723331.html (дата
3	Ефимов.Е.ПрограммируемяквадрокоптернаArduino:Режимдоступа: http://habrahabr.ru/post/227425/ (дата обращения31.10.2016).
4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.Режимдоступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_aierodtnamiki_Riga.pdf
5	Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траекториибеспилотного летательного аппарата в
	Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html (дата
6	Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное
Дополнител	
7	Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
8	AldereteT.S. “Simulator Aero Model Implementation” NASA Ames Research Center. Moffett Field. California. P. 21. Режим доступа:
9	BouadiH., 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. MadaniT.,
10	Dikmen I.C., Arisoy A., TemeltasH. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. LuukkonenT. Modellingand Control of Quadcopter.
11	LIPOSAFETYANDMANAGEMENT:Режимдоступа: http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety/ (Дата обращения
12	Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic
13	Zhao W., Hiong Go T. Quadcopterformation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute.
14	Лекции от «Коптер-экспресс» https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344

2. Список литературы, рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы

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

3. Список литературы, рекомендованной родителям в целях расширения диапазона образовательного воздействия и помощи родителям в обучении и воспитании ребенка

1	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
Материально-техническое обеспечение

№ п / п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования	Стоимость	Количество	Итого
1	Учебное (обязательное) оборудование				
1 · 1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	Набор для сборки квадрокоптера			
1 · 2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица			
1 · 3	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО)	Комплект для программирования коптера			

1 . 4	Квадрокоптер	Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования			
1 . 5	Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе	Коптер для обучения аэросъемке, настройке и обслуживанию БАС			
1 . 6	Конвертоплан	Конвертоплан для обучения настройке, обслуживанию и эксплуатации БАС перспективных типов			
1 . 7	Фотокамера	Фотокамера для установки на конвертоплан			
1 . 8	Учебная БАС самолетного типа	БАС для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов			
1 . 9	Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов	Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъемки			
2	Компьютерное оборудование				
2 . 1	Ноутбук	Работа с ПО БПЛА			

2 . 2	Мышь	Работа с ПК и/или ноутбуком			
2 . 3	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков			
2 . 4	МФУ	Многофункциональное устройство			
2 . 5	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель			
3	Презентационное оборудование				
3 . 1	LED панель	подача информационного материала			
3 . 2	Настенное крепление	крепление LED панели			
4	Расходные материалы и запасные части				
5	Мебель				
5 . 1	Комплект мебели	Размещение учеников в учебном кабинете			
5 . 2	Светильник настольный галогеновый	Освещение			
5 . 3	Корзины для мусора	Сбор мусора и прочих непищевых отходов			

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Правила выбора темы проекта

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

Правило 1. Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

Правило 2. Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

Правило 3. Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать, как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

Правило 4. Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограничена.

Правило 5. Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

Правило 6. Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает

развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

Правило 7. С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

Примерныетемыпроектов:

1. Моделированиеквадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой спрепятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадкиквадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокругКванториума.
5. Организациягонкиквадрокоптеров.
6. ПрименениеквадрокоптероввГеоКвантуме.
7. Проектированиеквадрокоптера-транспортировщика.
8. Автономный полет по заданнойтраектории.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольныхработах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Пример кейса

Аэросъемка «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»

Описание реальной ситуации (кейса)

Мы работаем в администрации технопарка и нам необходимо набрать красочные и интересные материалы для сайта, чтобы привлечь больше клиентов и компаний. Также многие резиденты технопарка жалуются, что, учитывая большую территорию технопарка, они до сих пор не знают, как он выглядит целиком, отсутствует навигация по территории технопарка. В дополнение необходимо определить точную площадь территории технопарка.

Общие вопросы

- Что такое БПЛА?
- Как устроен и работает БПЛА?
- Какие данные он позволяет получить?
- Чем аэросъемка с БПЛА отличается от космической съемки?

Термины:

- Аэросъемка
- Носители и полезная нагрузка
- Классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- Высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- Фотомозаика
- Ортофотоплан

Материалы:

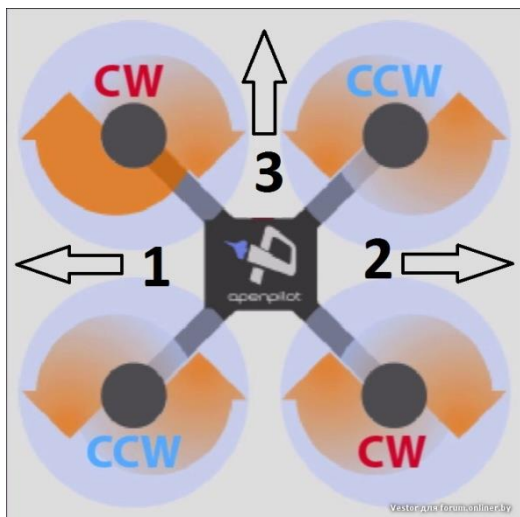
- Компьютер
- Интернет
- Архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (Agisoft Photoscan)
- Квадрокоптер
- Фотоаппарат
- Штатив
- Google Maps
- Квадрокоптер с устройством аэрофотосъемки

ТЕСТ ПО ПРОГРАММЕ

«БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

1.Что такое Квадрокоптер?

- 1) это беспилотный летательный аппарат
- 2) обычно управляется пультом дистанционного управления с земли
- 3) имеет один мотор с двумя пропеллерами
- 4) имеет четыре мотора (или меньше) с четырьмя пропеллерами



2. В Российском законодательстве установлена максимальная масса квадрокоптера не требующего специального разрешения на полеты:

- 1) до 250 грамм 2) до 500 грамм
3) до 1000 грамм 4)

3. На картинке представлен квадрокоптер и схематично показано направление вращения винтов. Укажи верное направление движения «вперед» квадрокоптера:

- 1) 1 2) 2 3) 3

4. Что такое электронный регулятор оборотов?

- 1) устройство для управления оборотами электродвигателя, применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой
- 2) устройство для управления оборотами резиномоторного двигателя
- 3) устройство для управления оборотами сервомашинки

5. Kv-rating показывает:

- 1) сколько оборотов совершит двигатель за одну минуту (RPM) при определенном напряжении
- 2) емкость батареи питания квадрокоптера
- 3) скорость движения квадрокоптера по прямой

6. Расшифруй надпись: *Turniqy Multistar 5130-350*

- 1) это двигатель с высотой 51мм, диаметром статора 30 мм и KV 350
- 2) это двигатель с диаметром статора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350
- 3) это двигатель с диаметром ротора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350

7. Расшифруй надпись: *ScorpionM-2205-2350KV*

- 1) это двигатель с диаметром статора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350
- 2) это двигатель с диаметром ротора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350
- 3) это двигатель с высотой 22мм, диаметром статора 5 мм и KV 2350

8. Чем лучше использование бесколлекторного двигателя?

- 1) лучшее соотношение масса/мощность, лучшее КПД
2) легче 3) компактнее

- 4) меньше греются 5) практически не создают помех

9. Параметр указывающий, на сколько поднялся бы пропеллер за один оборот вокруг своей оси с данным наклоном лопасти, если бы он двигался в плотном веществе, называется:

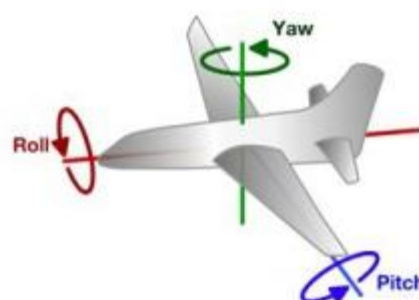
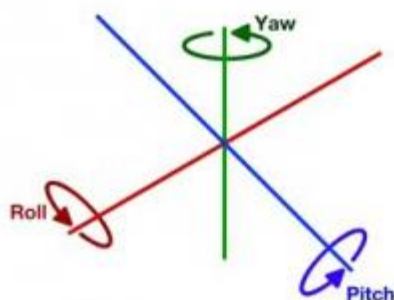
- 1) Scrutch 2) Pitch 3) Patch

10. Расшифруй цифровое обозначение пропеллера размером 10x4,5:

- 1) Первая цифра в маркировке обозначает шаг винта в дюймах, а вторая – диаметр винта
2) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – диаметр отверстия под ось мотора
3) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – шаг винта

11. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен тангаж:

- 1) Roll
2) Pitch
3) Yaw



12. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен крен:

- 1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

13. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом обозначается рыскание:

- 1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

14. Как расшифровывается аббревиатура FPV?

- 1) носимая камера 2) полеты без управления 3) вид от первого лица

15. Полётный контроллер – это:

- 1) электронное устройство, управляющее положением камеры для записи видео
1) электронное устройство, управляющее полётом летательного аппарата.
2) электронное устройство для связи через спутник

16. Что такое процедуры ARM и DISARM? Как они выполняются?

ARM – это _____
DISARM - это _____

17. Что делать если квадрокоптер ударился о землю и потерял управление?

- 1) _____
2) _____
3) _____
4) _____

5) _____

18. Что обязательно нужно проверить ПЕРЕД вылетом?

- 1) Затянутость гаек пропеллеров и отсутствие болтающихся проводов
- 2) Заряд аккумуляторов и правильность установки пропеллеров
- 3) Крепление и целостность защит пропеллеров

19. Что НЕЛЬЗЯ делать во время полета?

- 1) Стоять сбоку от зоны полётов
- 2) Двигать стиками в крайние положения
- 3) Медленно летать
- 4) Летать выше собственного роста

20. Что делать сразу после приземления?

- 1) Сфотографировать на телефон
- 2) Выключить пульт
- 3) Подойти к коптеру и отключить его LiPo аккумулятор
- 4) Disarm и проверить газ