**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа с. Буюклы
муниципального образования
городской округ «Смирныховский» Сахалинской области
694320, Сахалинская область, Смирныховский район, ул. Школьная, 14**

Рекомендована:
Педагогическим советом

Протокол № 13 от 25.08.2023г

Утверждена:
Директором
МБОУ СОШ с. Буюклы
Приказ №204 от 29.08.2023
_____/В.Д. Рульков
МП

**Дополнительная
общеобразовательная общеразвивающая программа
«Квадрокоптер»**

Уровень освоения программы: базовый;

Направленность: техническая;

Возраст обучающихся: 13-17 лет;

Срок реализации: 85 часов

2023-2024 год

Автор-составитель:
Прокопенко Алексей Алексеевич,
педагог дополнительного образования

с. Буюклы

2023 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

НОРМАТИВНО – ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программа разработана в соответствии с правовыми нормативными документами:

- Федеральным законом от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания";
- Концепцией развития дополнительного образования детей от 04.09.2014 №1726-р;
- Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 №196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмом Министерства образования Российской Федерации от 18.11.2015 №09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;
- Письмом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.12.2006 №06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»;
- Письмом министерства образования Сахалинской области от 03.07.2020 № 3.12-4374/20 «О направлении методических рекомендаций (вместе с Методическими рекомендациями по проектированию и реализации дополнительных общеразвивающих программ)».

АКТУАЛЬНОСТЬ

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.

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

- 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 – hard skills), 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.

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.

Тип занятий: теоретический - изучение нового материала, комбинированный, итоговый.

Формы 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.

ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills¹ 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 ПРОГРАММЫ

Образовательные:

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.
- Развивающие задачи:
 - 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;

¹ «soft-skills» – теоретические знания и когнитивные приемы, «hard-skills» – умения «работать руками».

- 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.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

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.

**Учебный план «КВАДРОКОПТЕР»
(2,5 часа в неделю, 85 часов в год)**

№ п/п	Наименование темы	Объем часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	2	3	4	5	6
Блок 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.					
1	Вводная лекция о содержании курса	1	1	0	
2	Принципы управления и строение мультикоптеров	2	2	0	
3	Основы техники безопасности полётов	1	1	0	
4	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы	1	1	0	
5	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	6	3	3	Практическая работа с зарядными устройствами
6	Технология пайки. Техника безопасности	1	1	0	
7	Обучение пайке	2	1	1	
8	Полёты на симуляторе	6	0	6	Полёты на симуляторе
ИТОГО ПО БЛОКУ		20	10	10	
Блок 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.					
1	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	3	1	2	Учебные полёты
2	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	4	2	2	Сборка и настройка квадрокоптера
3	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	3	2	1	.

1	2	10	5	5	6
4	Сборка рамы квадрокоптера	3	0	3	
5	Пайка ESC, ВЕС и силовой части	3	2	1	
6	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	5	2	3	
7	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1	0	
8	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	6	1	5	Учебные полёты
9	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	4	0	4	Учебные полёты
10	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	4	0	4	Учебные полёты
ИТОГО ПО БЛОКУ		26	6	20	
Блок 3. Настройка, установка FPV – оборудования.					
1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2	1	1	Установка видеоборудования
2	Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования	2	0	2	
3	Пилотирование с использованием FPV- оборудования	4	0	4	Полёты «от первого лица»
ИТОГО ПО БЛОКУ		8	1	7	
Блок 4. Работа в группах над инженерным проектом.					
1	Принципы создания инженерной проектной работы	6	2	4	Самостоятельная подготовка групповых инженерных проектов
2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	4	2	2	
3	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	5	2	3	
4	Подготовка презентации собственной проектной работы	4	2	2	Самостоятельно
5	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	1	0	1	Защита проекта

1	2	20	8	12	6
6	Итоговый контроль	1	0	1	
ИТОГО ЗА ВЕСЬ КУРС		85	30	55	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа составлена на основе методических рекомендаций по проектированию и реализации дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ. Программа представляет собой развёрнутое изложение алгоритма организации практических занятий по информатике, технологии, а также теоретические занятия курса и проектно-исследовательская деятельность.

Наименование темы	Содержание темы
Блок 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	
<ol style="list-style-type: none">1. Вводная лекция о содержании курса.2. Принципы управления и строение мультикоптеров.3. Техника безопасности полётов4. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.5. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка6. /хранение)7. Технология пайки. Техника безопасности.8. Обучение пайке.9. Полёты на симуляторе.	<p>Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами.</p> <p>Аппаратура радиуправления: принцип действия, общее устройство.</p> <p>Техника безопасности при работе с мультироторными системами.</p> <p>Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.</p> <p>Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.</p> <p>Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем.</p> <p>Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.</p>
Блок 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	
<ol style="list-style-type: none">1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.3. Сборка рамы квадрокоптера.4. Пайка ESC, BEC и силовой части.5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления.6. Настройки полётного контроллера.7. Инструктаж по технике безопасности полетов.	<p>Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.</p> <p>Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.</p> <p>Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.</p>

<p>8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций</p> <p>9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка»</p>	<p>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».</p> <p>Разбор аварийных ситуаций.</p>
<p>Блок 3. Настройка, установка FPV – оборудования.</p>	
<p>1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.</p> <p>2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.</p> <p>3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p>	<p>Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.</p> <p>Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультиторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p>
<p>Блок 4. Работа в группах над инженерным проектом.</p>	
<p>1. Принципы создания инженерной проектной работы.</p> <p>2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.</p> <p>3. Работа в группах над инженерным проектом</p> <p>4. «Беспилотная авиационная система».</p> <p>5. Подготовка презентации собственной проектной работы.</p>	<p>Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.</p> <p>Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.</p> <p>Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система».</p> <p>Подготовка и проведение презентации по проекту.</p>

СИСТЕМА ОЦЕНКИ ДОСТИЖЕНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Диагностика уровня подготовки проводится в различных формах (проект, викторина, практическая работа и т.п.) педагогом, ведущим занятия в объединении.

Для определения успешности освоения материала и качества учебного процесса программой предусмотрен регулярный контроль знаний, умений и навыков обучающихся. Предполагаются следующие виды диагностических исследований: защита исследовательских и практических проектов, практическая работа.

Результаты работы обучающихся будет отражать рейтинговая система результатов (количественных и качественных) участия в викторинах, конкурсах, играх, соревнованиях и т.д. Педагог ведёт учёт всех достижений обучающихся, фиксирует их в своём журнале. В качестве поощрения дети получают сертификаты и грамоты.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

- основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)
- комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (микрокомпьютер, цифровая видеокамера, ПО)
- квадрокоптер
- квадрокоптер с фотокамерой
- учебная БПЛА самолетного типа

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Дидактический материал; электронные образовательные ресурсы

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

- ноутбук
- мышь
- кабель для симулятора полетов
- тележка для зарядки и хранения ноутбуков
- МФУ
- сетевой удлинитель
- интерактивная доска

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу в объединении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета [Электронный ресурс] / Ю.С.Белинская// Молодежный научно-технический вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – № 4. – Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>. (Дата обращения:31.10.2016).
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером [Электронный ресурс] / А. Е. Гурьянов // Инженерный вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – № 8. – Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>. (Дата обращения:31.10.2016).
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения:31.10.2016).
4. Основы аэродинамики и динамики полета [Электронный ресурс]. – Рига, 2010. – Режим доступа:http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf.– (Датаобращения:31.10.2016).
5. Канатников А.Н. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости [Электронный ресурс] / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев // Наукаиобразование. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – № 3. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).
6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика / А.К. Мартынов. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. – 479с.
7. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы [Текст] / И.В. Мирошник. – СПб: Питер, 2005. – 337с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html. (Дата обращения:31.10.2016).
2. Alderete T.S. Simulator Aero Model Implementation [Электронныйресурс]. – Режимдоступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>.(Датаобращения: 31.10.2016).
3. BouadiH.NonlinearObserverDesignandSliding ModeControlofFourRotorsHelicopter[Текст]/ Н.Вouadi,М.
4. Tadjine. – World Academy of Science, Engineering and Technology, 2007. – Vol. 25. – P. 225-229.
5. Madani T. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE [Текст] / Т. Madani, А. Benallegue //RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – 2006. – P.3255-3260.
6. Dikmen I.C. Attitude control of a quadrotor [Текст] / I.C. Dikmen, А. Arisoy, Н. Temeltas // 4-th International Conference on Recent Advances in Space Technologies. – 2009. – P.722-727.
7. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter [Электронныйресурс] / Т. Luukkonen // School of Science, Espoo, 2011. – P. 26. – Режимдоступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf. (Датаобращения: 31.10.2016).
8. Murray R.M. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation [Текст] / R.M. Murray, Z. Li, S.S. Sastry. – SRC Press, 1994. – 474p.
9. Zhao W. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization [Текст] / W. Zhao, T. Go Hiong // Journal of theFranklinInstitute, 2014. – Vol. 351. – P.1335-1355.