

Государственное бюджетное нетиповое
общеобразовательное учреждение Самарской области
«Самарский региональный центр для одаренных детей»

ОБСУЖДЕНО И ПРИНЯТО

Педагогическим советом

(протокол от «27» мая 2022 г. № 6)

УТВЕРЖДАЮ

Директор



И.А. Липенская

«6» июня 2022 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

***«Управление беспилотными летательными
аппаратами»***

НАПРАВЛЕННОСТЬ: техническая

Уровень: базовый

Возраст обучающихся: 13 - 18 лет

Срок реализации: 1 год

Составитель:

Катаев Р.А., педагог дополнительного
образования Самарского регионального
центра для одаренных детей

Самара, 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка	3
2. Учебный (тематический) план	8
3. Содержание учебного (тематического) плана	11
4. Учебный календарный график	12
4. Методическое обеспечение Программы	13
5. Список литературы, используемой при написании программы	14

Пояснительная записка

Образовательная программа дополнительного образования имеет техническую **направленность** с естественнонаучными элементами.

Актуальность программы очевидна – это новое слово в науке и технике, способное преобразить привычный мир уже в ближайшее десятилетие. В настоящее время наблюдается повышенный интерес 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 увеличению возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор беспилотных авиационных систем (БАС). Именно поэтому важно правильно подготовить и сориентировать будущих специалистов, которым предстоит жить и работать в новую эпоху повсеместного применения беспилотных летательных аппаратов и робототехники.

Настоящая образовательная программа позволяет не только получить ребенку инженерные навыки моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами, а также нацеливает на осознанный выбор дальнейшего вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА. Образовательная программа рассчитана на 136 часов. Итогом по работе с данной программой является формирование технических и инженерных навыков у обучающихся, а также профессиональной ориентации для дальнейшей проектной деятельности. Программа предназначена для дополнительного образования для школьников, выбравших популярное сегодня направление – БПЛА. В процессе освоения программы развиваются теоретические и практические навыки, а также основы программирования. Образовательная программа предполагает решение обучающимися разноплановых задач, градирующийся по уровню сложности, что позволит ученикам на практике ознакомиться с физическими основами и возможностями беспилотных летательных аппаратов. Изучение беспилотных летательных аппаратов позволяет объединить вышеперечисленные этапы в одном

курсе, что в свою очередь позволяет, стимулируя техническое творчество, интегрировать преподавание дисциплин физико-математического профиля и естественнонаучных дисциплин с развитием инженерного мышления.

Новизна подхода к реализации программы состоит в том, что навыки конструирования и пилотирования БПЛА обучающийся приобретает в ходе использования в процессе обучения конструктора с расширенными возможностями.

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.

Целью программы является формирование компетенций в области беспилотных авиационных систем, развитие творческого и научно-технического потенциала учащихся, путем организации проектной деятельности, в рамках создания беспилотного летательного аппарата.

Основные задачи образовательной программы:

- профессиональная ориентация школьников;
- подготовка лиц, обладающих уникальными компетенциями для развития отрасли беспилотных летательных аппаратов;
- развитие у обучающихся интереса к научно-технической сфере;
- формирование критического и аналитического мышления обучающихся;
- формирование творческого отношения к выполняемой работе;
- воспитывать умение работать в коллективе, эффективно распределять обязанности;
- формирование осознания роли техники и технологий для прогрессивного развития общества; формирование целостного представления о техносфере, сущности технологической культуры и культуры труда; уяснение социальных и экологических последствий развития технологий промышленного и сельскохозяйственного производства, энергетики и транспорта, в том числе беспилотного;

- развитие творческой инициативы и самостоятельности;
- развитие психофизиологических качеств обучающихся: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном;
- развитие умения излагать мысли в последовательности, отстаивать свою точку зрения анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.

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 обучающихся, срок реализации, режим занятий

Программа ориентирована на обучающихся 7-11 классов, срок реализации программы – 136 часов. Занятия проводятся 2 раза по 2 часа в неделю в форме лекционных и практических занятий.

Содержание занятий сводится к освоению обучающимися теоретических знаний, работе с практикумами по решению технических задач, решению изобретательских задач, рассмотрению и проработке актуальных технических проблем. В ходе реализации образовательной программы применяются приемы коллективной деятельности для освоения элементов кооперации, внесения в собственную деятельность самооценки, взаимооценки, умения работать с технической литературой и выделять главное. В процессе выполнения проекта, обучающиеся изучают основы радиоэлектроники и электромагнетизма, получают базовые представления о строении и основных принципах функционирования беспилотных летательных аппаратов, проектируют и конструируют мультикоптер, после чего проводят испытание аппарата и получают возможность усовершенствовать конструкцию.

По завершении освоения образовательной программы предусматривается проведение для обучающихся соревнований по управлению беспилотными летательными аппаратами.

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.

Ожидаемые 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 у обучающихся самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
- сформированность у обучающихся технического мышления и творческого подхода к работе;
- развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности у 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 с FPV);

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

Итогом изучения настоящего курса является формирование следующих знаний и умений:

Обучающийся по окончании курса должен знать:

- историю развития и совершенствования БПЛА многороторного типа;
- основы и правила техники безопасности при эксплуатации БПЛА;
- устройство БПЛА и его основных компонентов;
- конструктивные особенности наиболее популярных технических решений – квадро- гексо- и окто- коптеров;
- компьютерные программы для настройки полетных контроллеров квадрокоптеров;
- основы аэродинамики полета БПЛА различных типов;
- основы электротехники, основы радиоэлектроники;
- основы двухмерного и трехмерного моделирования;
- основы применения машинного зрения;
- способы настройки и подготовки БПЛА многороторного типа к полетам;

Обучающийся по окончании курса должен знать:

- применять полученные знания на практике для учебной и исследовательской деятельности, работы по различным проектам;
- моделировать и производить конструирование различных узлов и элементов БПЛА многороторного типа на соответствующем уровне;
- безопасно взаимодействовать с современными робототизированными комплексами;
- производить настройку и калибровку полетных контроллеров различных моделей;
- конструировать и реализовывать необходимые элементы при помощи современных средств производства – 3D принтера и 3D фрезеровального станка.

Учебный (тематический) план

№ п/ п	Блок	Количество часов			Содержание
		Теори я	Практика	Итого	
1	Вводное занятие. Техника безопасности	1	3	4	Входное тестирование
2	Теория полета летательного аппарата тяжелее воздуха	10	-	10	Введение. Разновидности ЛА. История развития летательных аппаратов. Применение БПЛА. Виды БПЛА. Устройство мультикоптеров. Теория управления БПЛА. Ручное управление коптером. Полётный контроллер. Аккумулятор. Двигатели. Контроллеры двигателей. Бесколлекторные моторы. Воздушный винт.
3	Разработка БПЛА	6	10	16	Теоретический расчет многороторных платформ. Выбор схемы. Практикум: работа в системах автоматизированного проектирования.
4	Сборка и настройка квадрокоптера	4	22	26	Инструктаж по технике Безопасности. Работа с LiPo аккумуляторами. Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Сборка квадрокоптера. Установка и настройка полетного контроллера.

5	Визуальное пилотирование квадрокоптера	8	28	36	Теория ручного визуального пилотирования. Техника безопасности. Процедуры проверки готовности. Пилотирование БПЛА визуально. Выполнение простейших полетных процедур. Посадка.
6	Пилотирование от первого лица (режим FPV)	2	18	20	Теория FPV полётов. Оборудование передачи видео и OSD. Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту.
7	Работа в группах над инженерным проектом	4	12	16	Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. Основа 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту
8	Итоговое занятие. Участие в соревнованиях	8	-	8	Итоговая аттестация. Соревнование

	Итого	43	93	136	
--	--------------	----	----	-----	--

Формы проведения занятий

- Лекционные занятия. С целью повышения качества усвоения материала предполагается внести в лекционные занятия элементы игровой активности. Таким образом, за счет смены видов деятельности, возрастет качество восприятия материала.
- Практические занятия. Занятия представляют работу по проектированию и конструированию беспилотного летательного аппарата и руководство технологическим процессом. В ходе практических занятий ученики приобретают умения и навыки работы в условиях технической лаборатории и на практике применяют теоретические знания по дисциплинам физико-математического и естественнонаучного профиля.
- Экскурсии на производства. Данная форма занятий позволит ученикам сформировать наиболее полное представление о состоянии отрасли и перспективах ее дальнейшего развития.
- Соревнования. Помимо соревнований, предусмотренных учебной программой, обучающиеся имеют возможность принимать участие в сторонних соревнованиях различного уровня. Данная форма занятий включает обязательный инструктаж обучающихся по правилам техники безопасности при эксплуатации БПЛА.

Принципы обучения

1. Научность. Обучающиеся в рамках образовательной программы получают достоверный материал, проверенный на практике и актуальный новейшим научно-техническим достижениям.
2. Доступность. Данный принцип предполагает соответствие сложности учебного материала, степени общего развития учеников, что преследует цель наиболее качественного усвоения знаний и навыков учащимися.
3. Связь теории с практикой. Принцип предусматривает практическое применение теоретических знаний, полученных обучающимися.
4. Воспитательный характер обучения. В ходе процесса обучения, помимо освоения знаний и приобретения навыков, ученик также развивает свои интеллектуальные и моральные качества.
5. Сознательность и активность обучения. В ходе учебного процесса обучающийся должен действовать обоснованно, сознательно. Процесс

обучения предполагает инициативность и самостоятельность обучающихся, развитие критического мышления.

6. Наглядность. Использование определенных образцов технических изделий и видеоматериалов образовательного характера в ходе преподавания техники сборки.

7. Систематичность и последовательность. Логически последовательная реализация учебного материала в виде упорядоченной системы, преследующая цель наиболее качественного его усвоения.

8. Прочность закрепления знаний, умений и навыков. Качественное обучение предполагает уверенное освоение обучающимися знаний умений и навыков, следовательно, для достижения результата, необходимо закреплять приобретенные знания, умения и навыки регулярным повторением.

УЧЕБНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

1. Дата начала учебного года – 01.09.2021 г.;

Дата окончания учебного года – 31.08.2022 г.

2. Продолжительность учебного года, четвертей (*полугодий*):

2.1. продолжительность учебной недели: 6-ти дневная учебная неделя в 7-11 классах;

2.2. продолжительность образовательного процесса:

– в 7, 8, 10 классах – 34 недели (расчет: 203 уч. дней: 6-дн. уч. нед. = 34 уч. недели);

– в 9, 11 классах – 34 недели (расчет: 200 уч. дня: 6-дн. уч. нед. = 34 уч. недели).

2.3. Учебный год делится на четверти (*полугодия*):

Четверти	Начало четверти	Окончание четверти	Продолжительность (количество учебных дней)
1 четверть	1.09.2021	28.10.2021	6-ти дн. уч. нед. = 50
2 четверть	8.11.2021	27.12.2021	6-ти дн. уч. нед. = 43
3 четверть	10.01.2022	26.03.2022	6-ти дн. уч. нед. = 64
4 четверть 7, 8,10 классы 9,11 классы	04.04.2022	27.05.2022 25.05.2022	6-ти дн. уч. нед. = 46 6-ти дн. уч. нед. = 43

	Итого	6-ти дн. уч. нед. = 200 – 9,11; = 203 – 7, 8, 10
--	-------	--------------------------------------------------------

2.4. Окончание образовательного процесса:

- в 7-8, 10 классах – 28 мая 2022 г.;
- в 9, 11 классах – 25 мая 2022 г.

3. Сроки и продолжительность каникул на учебный год:

Каникулы	Дата начала каникул	Дата окончания каникул	Продолжительность в днях
осенние	29.10.2021	07.11.2021	10
зимние	28.12.2021	09.01.2022	13
весенние	28.03.2022	03.04.2022	7
		Итого	30 дней
летние	29.05.2022	31.08.2022	

Методическое обеспечение программы

Для более качественного образования обучающихся необходимо выполнить следующие условия обеспечения программы:

- обеспечить обучающихся необходимой учебной и методической литературой;
- создать условия для безопасных учебных полётов в помещении;
- создать условия для разработки проектов;
- обеспечить удобным местом для индивидуальной и групповой работы;
- обеспечить обучающихся аппаратными и программными средствами.

Аппаратные средства:

- Компьютеры/ноутбуки;
- Программаторы для микроконтроллеров;
- Устройства для презентации: проектор, экран.
- Локальная сеть для обмена данными.
- Выход в глобальную сеть Интернет.

Программные средства:

- Операционная система.

– Наземная станция (программа для настройки полётных контроллеров и получения полётной телеметрии в случае применения радиомодема).

Список литературы

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> (дата обращения 20.04.2014).
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> (Дата обращения 20.10.15)
3. Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения 20.10.15)
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf (Дата обращения 20.10.15)
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> (дата обращения 17.04.2014).
6. Колесников К.С., Механика в техническом университете. В 8 т. Т. 1. Курс теоретической механики. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 736 с. 11. Beard R.W. Quadrotor Dynamics and Control. Brigham Young University, October 3, 2008. P. 47. Режим доступа: <http://rwbclasses.groups.et.byu.net/lib/exe/fetch.php?media=quadrotor:beardsquadrotornotes.pdf> (дата обращения 20.05.2014).
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 (Дата обращения 20.10.15)
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> (дата обращения 25.05.2014).
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/luu11_public.pdf (дата обращения 16.05.2014).
12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)
13. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
14. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021