



Принята
На методическом совете
«30» августа 2019 г.
Протокол № 1



«Утверждаю»
Директор ЦДТ «Металлург»
М.С. Анохина
«30» августа 2019 г.

Дополнительная
общеразвивающая программа
**«Спутники формата
кубсат»**
(техническая направленность)

Срок реализации - 1 год
Возраст детей – 16-18 лет

Разработчики программы
педагоги дополнительного образования
Черняев А.Г.,
Алимова А.Ю.

Оглавление

Пояснительная записка	3
Общая характеристика программы (новизна, актуальность, педагогическая целесообразность)	4
Цель и задачи программы	5
Возраст детей,	7
Сроки реализации программы, режимы занятий	7
Формы обучения	7
Формы организации деятельности	7
Ожидаемые результаты	8
Критерии определения результативности	10
Формы подведения итогов реализации	11
Учебно-тематический план	13
Содержание программы	16
Методическое обеспечение программы	21
Список литературы	24
Приложения	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение 1 «Календарно-тематический план»	
Приложение 2 «Критерии определения уровня личностных, метапредметных и предметных результатов учащихся»	
Приложение 3 «Диагностические карты мониторинга личностных, метапредметных и предметных результатов обучения»	
Приложение 4 «Методики проведения диагностики»	

Пояснительная записка

Во время ускорения научно-технического прогресса, в период реализации реформы системы дополнительного образования актуальным в образовании подрастающего поколения становится развитие технического мышления. Новые ФГОС требуют освоения основ конструкторской и проектно-исследовательской деятельности. Программы по созданию технических продуктов развивают компетенции учащихся в этих направлениях.

Некоторое время назад спутники занимали огромные комнаты, а сегодня могут с легкостью поместиться к нам в сумку. Наноспутники выполняют часть задач, что и крупногабаритные аппараты, но при более легком производстве и меньших экономических затратах. С каждым годом все популярнее становятся запуски университетских наноспутников, а не так давно к ним присоединились и школьники. Это обусловлено земными ценами попутного вывода наноспутников на НОО. Наиболее популярным является формат “Cubesat” из-за своей простоты. Каждый спутник состоит из кубов со стороной 10 см, что позволяет неограниченное число раз менять компоновку аппарата и придумывать новые варианты конфигурации.

В последнее десятилетие значительно увеличился интерес к образовательной робототехнике. Робототехника в образовании — это междисциплинарные занятия, интегрирующие в себе науку, технологию, инженерное дело, математику (ScienceTechnologyEngineeringMathematics = STEM), основанные на активном обучении учащихся. Во многих ведущих странах есть национальные программы по развитию именно STEM образования. Робототехника представляет учащимся технологии 21 века, способствует развитию их коммуникативных способностей, развивает навыки взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, раскрывает их творческий потенциал. Дети и подростки лучше понимают, когда они что-либо самостоятельно создают или изобретают.

Востребованность **дистанционного обучения** (ДО), по данным ЮНЕСКО, уже сейчас в России достаточно высока как среди взрослого населения, так и среди детей, особенно подростков. Эта востребованность будет с годами расти,

поскольку все больше людей желают получить полноценное образование или углубить свои знания по отдельным предметам, не имея возможности учиться на очных отделениях или будучи неудовлетворенными качеством образования на местном уровне.

Общая характеристика программы (новизна, актуальность, педагогическая целесообразность)

Программа имеет **техническую направленность** и способствует приобщению детей к техническому творчеству, совершенствованию его интеллектуального, духовного и физического развития, воспитанию у подрастающего поколения чувства любви к Родине и приобретению ими навыков самостоятельной деятельности и самоопределения.

В настоящее время в образовательном процессе **актуальны** приемы и методы, которые формируют умения: самостоятельно добывать знания, собирать необходимую информацию, выдвигать гипотезы, делать выводы и умозаключения. Знания приобретаются через деятельность, осознанно и активно. Обучение имеет практическую направленность.

В ходе обучения по программе “Спутник формата кубсат” учащиеся знакомятся с устройством реальных спутников и задачами, которые они выполняют. Проектная деятельность позволяет на практике познакомиться с технологией изготовления спутников малого веса. Отвечая веянию времени, уровню развития электроники, компьютеризации, появилась возможность организовать работу по созданию спутников на базе учреждения дополнительного образования на современном уровне с использованием компьютерных технологий.

Отличительной особенностью предложенной программы является наличие элементов ДО в учебный процесс, что помогает старшеклассникам развивать навыки саморегуляции, самостоятельной работы по поиску информации. Кроме того, ДО позволяет снизить затраты на образовательный процесс, повысить качество обучения, использовать современные коммуникативные технологии, поднять имидж своей организации.

Новизна программы заключается в комплексном применении ИКТ при разработке, конструировании и апробации спутников, а также дистанционном обучении детей навыкам программирования и работы с программным SPICE-симулятором, построение принципиальных схем.

Предлагаемая программа является площадкой **педагогического** опыта проектирования, конструирования и практического применения роботов на базе различных аппаратных и программных платформ. Программа объединяет в своем составе следующие междисциплинарные области:

- **Электроника и цифровая техника** (принципы действия и структуры электронных элементов и модулей, процессорных систем);
- **Программирование** (языки программирования для написания прикладных программ, для создания встраиваемых систем);
- **Физика** (изучение физических законов, положенных в основу современных преобразователей, датчиков, исполнительных устройств);
- **Математика** (изучение геометрических и алгебраических методов расчета конструкторских и физических параметров устройств).

Подобная работа представляет широкий спектр интересов для творчески одаренных детей: от проектирования до практического применения роботов в решении задач общественно-полезного назначения. Учащиеся нарабатывают навыки инженерно-исследовательского труда, начинают выбирать техническое решение на основе анализа. Работа над роботами – важная составляющая допрофессиональной подготовки специалистов высокой технической культуры.

Данное направление требует от педагога постоянного совершенствования в быстро меняющейся технической области.

Цель и задачи программы

Цель - сформировать у учащихся умения и навыки создания модели наноспутника для имитации дистанционного зондирования Земли на низкой околоземной орбите с последующим применением технологий на орбитальном образце.

Задачи:

личностные

1. способствовать воспитанию ответственного отношения к информации с учетом правовых и этических аспектов ее распространения;
2. способствовать накоплению жизненного опыта учащихся через решение конкретной технической задачи,
3. способствовать саморазвитию и самообразованию личности;
4. способствовать формированию навыков здорового образа жизни через соблюдение техники безопасности.

метапредметные

1. развивать психофизиологические качества учащихся: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном;
2. способствовать развитию творческой инициативы и самостоятельности;
3. развивать умение работать в команде;

предметные

1. способствовать развитию алгоритмического мышления, необходимого для профессиональной деятельности в современном обществе; развитие умений составить последовательность действий для достижения конечного результата;
2. формирование и развитие умений структурирования информации, умения выбирать способ представления данных в соответствии с поставленной задачей — таблицы, схемы, с использованием соответствующих программных средств;
3. формирование навыков и умений безопасного и целесообразного поведения при работе с компьютерными программами и общения в Интернете.

**Возраст детей,
Сроки реализации программы, режимы занятий
Формы обучения**

Формы организации деятельности

Форма обучения очная с использованием элементов ДО.

Программа рассчитана на один год обучения- 180 часов (в том числе 76- дистанционно). Продолжением обучения (2 год обучения) планируется работа учащихся в творческой проектно-экспериментальной мастерской.

Формы организации деятельности – групповая. *Наполняемость* группы, в связи со сложностью программы и индивидуальной формой работы, не более 10 человек. *Возрастной диапазон* – учащиеся 9-11 классов (16-18 лет).

Продолжительность занятий – 2 раза в неделю по 2,5 часа. С обязательными 10 минутными перерывами.

Дистанционные занятия: видеолекции, объяснение материала, телеконференции, тест-опросы, консультации педагога с использованием возможностей Интернета (Skype и др.), самостоятельное изучение учащимися некоторых тем и отчет по ним с использованием электронной почты и Google-форм с прикрепленным файлом.

Программа обучения состоит из четырёх этапов:

- 1) изучение основ программирования в игровой форме;
- 2) изучение электроники, цифровой электроники, построение схем в SPICE-симуляторе, программирование встраиваемых систем;
- 3) компьютерное моделирование динамики космического полёта, расчёт теплового баланса, расчёт энергобаланса, прочностных характеристик;
- 4) сборка спутника, испытание полученного аппарата на специализированных стендах.

На каждом этапе планируются очные стартовые и практические занятия, дистанционные обучающие занятия, которые могут проходить в режимах on-лайн и off-лайн.

Ожидаемые результаты

Основными **личностными результатами**, формируемыми при изучении робототехники в основной школе, являются:

- ответственное отношение к информации с учетом правовых и этических аспектов ее распространения;
- развитие чувства личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- способность увязать учебное содержание с собственным жизненным опытом, понять значимость подготовки в области робототехники в условиях развивающегося общества;
- готовность к повышению своего образовательного уровня;
- способность и готовность к принятию ценностей здорового образа жизни за счет знания основных гигиенических, эргономических и технических условий безопасной эксплуатации средств робототехники.

Основными **метапредметными результатами**, формируемыми при изучении робототехники, являются:

- владение информационно-логическими умениями: определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение и делать выводы;
- владение умениями самостоятельно планировать пути достижения целей; соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности, определять способы действий в рамках предложенных условий, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией; оценивать правильность выполнения учебной задачи;
- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности;
- способность и готовность к общению и сотрудничеству со сверстниками и

взрослыми в процессе образовательной, общественно-полезной, учебно-исследовательской, творческой деятельности;

- владение основными универсальными умениями информационного характера: постановка и формулирование проблемы; поиск и выделение необходимой информации, применение методов информационного поиска; структурирование и визуализация информации; выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий; самостоятельное создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;

- владение информационным моделированием как основным методом приобретения знаний: умение преобразовывать объект из чувственной формы в пространственно-графическую или знаково-символическую модель; умение строить разнообразные информационные структуры для описания объектов; умение «читать» схемы, таблицы и т.д.

Основные **предметные результаты** изучения робототехники отражают:

- знание правил техники безопасности и пожарной безопасности;
- умение пользоваться справочной литературой;
- развитие основных навыков и умений использования компьютерных устройств;
- развитие представлений об основах механики: деталях и их назначении, конструкции и ее свойствах, способах соединения, механизмах и их разновидностях;
- знание основ электроники, электротехники и программирования;
- знание основ электромонтажа и умение паять;
- умение составить технический эскиз объекта;
- умение составлять список основных технических параметров спутника;
- конструировать по условиям, заданным взрослым, по образцу, по чертежу, по заданной схеме и самостоятельно строить схему;
- умение предлагать конструкторское решение для компоновки спутника;
- развитие навыков составления технологической последовательности изготовления конструкций;

- разрабатывать программное обеспечение бортовых систем и программное обеспечение для них;
- умение проводить компьютерное моделирование динамики космического полета, энергобаланса, теплового баланса, прочностных характеристик;
- собрать наноспутник, испытать на стендах.

Критерии определения результативности

Для определения результативности реализации программы учащимися проводится *мониторинг развития личностных и метапредметных результатов* и *мониторинг предметных результатов* обучения. Критерии определения уровня личностных, метапредметных и предметных результатов учащихся см. в Приложении 2.

Контрольных точек *мониторинга личностных и метапредметных результатов* две:

1. Входная - в начале обучения;
2. Итоговая – в конце обучения.

Контроль развития личностных и метапредметных результатов проводится на основе анализа комплексных данных, полученных в ходе:

- наблюдения за ходом выполнения и результатами практических работ,
- бесед,
- проведения диагностики с использованием существующих методик (см. Приложение 4)

Мониторинг предметных результатов может проводиться в три этапа на каждом году обучения:

1. Входной мониторинг сформированности компетентностей учащихся.
2. Проведение промежуточных (текущих) практических и лабораторных работ, защиты рефератов, опросов, тестирования и др.
3. Итоговый мониторинг сформированности компетентностей учащихся; участие учащихся во всероссийском проекте «Спутник моей школы»; создание творческих проектов для участия в региональных и городских

конкурсах технической направленности.

В конце учебного года проводится анализ качества данной программы на основе:

- итоговых результатов участия в инженерных конкурсах и конкурсах технической направленности;
- результатов внутренних защит рефератов и проектов объединения;
- анализа индивидуальных показателей учащихся (анализ проводится через наблюдение, опрос и индивидуальную беседу).

Формы подведения итогов реализации

Итоги могут подводиться в форме презентации созданных спутников (реферат, модель с описанием, макет с описанием), анализа итогов участия учащихся в конкурсах и выставках различного уровня.

Контроль теоретических знаний проводится с помощью тестирования или опроса после изучения крупной темы. А также, с помощью ситуационных вопросов и заданий, позволяющих оценить понимание учащегося поставленной технической или жизненной задачи. Контроль практических навыков проводится педагогом на основе проверки выполненных (практических и лабораторных) заданий.

Проверочные задания представляют собою такие формы, как написание текстов (рефераты, выступления в форуме, обсуждение в чате и т. д.), составление схем, анкетирование.

Контроль знаний по некоторым темам может выполняться дистанционно в режимах онлайн и офлайн.

Программа предусматривает применение следующих средств диагностики: групповое портфолио, индивидуальная беседа, анализ проектных работ учащихся и др.

Педагог наблюдает за инициативностью включения в процесс общения и обучения учащихся: эмоциональный фон, который сопровождает процесс общения; желание и готовность ребенка воспринять и откликнуться на

предложения со стороны взрослых или других ребят. Данные наблюдения анализируются, формулируются выводы и разрабатываются рекомендации.

Документальной формой подведения итогов реализации общеобразовательной программы являются диагностические карты мониторинга личностных, метапредметных и предметных результатов обучения (Приложение 3)

Учебно-тематический план

№ раздела	Темы занятий	Количество часов			Дидактический материал	Средства контроля
		Всего	Очные часы	Дистанционно		
			Всего час очное	Всего часов ДО		
Раздел 0	Вводное занятие.	2,5	2,5	0		Входное тестирование

Раздел 1	Изучение основ программирования в игровой форме.	25	2,5	0	Видеолекции. Среда программирования Colobot. Встроенные упражнения.	Учащиеся по мере прохождения заданий высылают на e-mail листинги программ с комментариями и снимки экрана. Педагог заполняет Google-таблицу продвижения.
Раздел 2	Изучение электроники, SPICE-симулятора, цифровой электроники	27,5	8	22,5	Симулятор LTspice. Программатор и ПО AtmelStudio. Вопросы по теме. Темы для самостоятельного изучения. Задания по теме Транзисторы, Микроконтроллеры, Тактирование микроконтроллера, Периферийные модули	Тест (вопросы). Защита презентации. Выполнение заданий, отметка в таблице продвижения.
Раздел 3	Построение принципиальных схем, программирование встраиваемых систем	72,5	36,5	36	Видеолекции. Лабораторная работа Практические работы	Тест-опрос. Выполнение Лабораторных, практических работ. Защита презентации

Раздел 4	Расчёт энергобаланса	5	5	2,5	Он-лайн лекция. Расчетная таблица	Тест-опрос. Составленная таблица энергобаланса
Раздел 5	Компьютерное моделирование динамики космического полёта	22,5	15	7,5	Видеолекции. Матпакет GNU Octave Лабораторная работа Контрольная работа 1, 2	Тест-опросы понятий Составление таблицы "Космическое тело - вид орбиты"
Раздел 6	Расчёт теплового баланса	5	2,5	2,5	Видеоматериал. ПО SolidWorks	Тест-опрос. Расчёт теплового баланса в ПО SolidWorks
Раздел 7	Расчёт прочностных характеристик	10	5	5	Виделекция. Практическая работа	Тест-опрос. Образец маховика
Раздел 8	Сборка спутника	5	5	0	Практическая работа	Спутник
Раздел 9	Испытание аппарата на специализированных стендах	4	4		Стендовые испытания	Дискуссия о пригодности аппарата к полёту.
	Итоговое занятие	1	1	0	Таблицы рейтинговые	
	ИТОГО	180	87	76		

Содержание программы

Раздел 0. Введение

Тема 1. Вводное занятие. Охрана труда на занятиях. Знакомство с планом работы.

Обзор языков программирования. Знакомство с используемым в курсе ПО Colobot Gold, сервисы Google, GNU Octave, Skype, Keil MDK, easyeda.com.

Раздел 1. Изучение основ программирования в игровой форме.

Тема 1. Структура программы

Теория: Интерфейс программы Colobot Gold. Элементы окна. Исполнитель. Упражнения. Структура программы на языке Си.

Практика: игровые упражнения по разработке стратегии в игровом мире.

Тема 2. Типы данных

Теория: Стандартные типы данных языка Си. Приведение типов.

Практика: игровые упражнения с использованием данных различных типов по разработке стратегии в игровом мире.

Тема 4. Арифметические выражения и стандартные математические функции. Приоритет операций. Инкремент. Декремент.

Тема 5. Управляющая конструкция if-else. Логические операторы и выражения. Тернарный оператор.

Тема 6. Оператор множественного выбора switch.

Тема 7. Циклические конструкции. Цикл со счетчиком for.

Тема 8. Циклические конструкции. Циклы while и do-while.

Тема 9. Правила оформления кода программы на языке Си. Нотации.

Тема 10. Функции, определяемые пользователем в языке Си.

Тема 11. Структуры данных. Одномерные массивы.

Тема 12. Простейшие алгоритмы работы с одномерными массивами.

Тема 13. Строки и символьные массивы в языке Си.

Тема 14. Структуры данных. Многомерные массивы.

Отчеты картинки экрана

Раздел 2. Изучение электроники, SPICE-симулятора, цифровой электроники

Тема 15. Работа с измерительными приборами: мультиметр, осциллоскоп. Работа с ПО LTspice.

Тема 16. Свойства делителя напряжения на резисторах. Преобразование энергии. Трансформатор. Стабилизация напряжения. Стабилитрон, LDO.

Тема 17. Транзистор в режиме ключа. Полевые транзисторы.

Тема 18. Введение в микроконтроллеры. Микроконтроллеры AVR.

Тема 19. Загрузка программ в память микроконтроллера, работа с программатором и ПО AtmelStudio.

Тема 20. Особенности организации памяти микроконтроллера. Регистры.

Тема 24. Основные периферийные модули микроконтроллера. GPIO.

Тема 25. Кнопка и светодиод (запуск мигания по кнопке).

Тема 26. Система тактирования микроконтроллера. Источники тактового сигнала.

Тема 27. Основные периферийные модули микроконтроллера. Счётчики-таймеры. Измерение временных интервалов.

Тема 28. Основные периферийные модули микроконтроллера. ADC. Измерение напряжений.

Тема 29. Основные периферийные модули микроконтроллера. Счётчики-таймеры. ШИМ сигнал.

Тема 30. Основные периферийные модули микроконтроллера и обработчики прерываний.

Тема 31. Резерв на подготовку к соревнованиям и итоговые соревнования.

Тема 32. Указатели. Зачем нужны указатели.

Тема 33. Резерв на подготовку к соревнованиям и итоговые соревнования.

Отчет по ДО скриншоты экрана. Практика очная количество выполненных заданий.

Раздел 3. Построение принципиальных схем, программирование встраиваемых систем

Самостоятельные работы по созданию принципиальных схем и программированию.

Презентация сравнение сопоставление с эталоном. Друг с другом

Тема 34. Интерфейсы микроконтроллера. Интерфейс UART. Преобразователи RS-232 в UART.

Тема 35. Обмен данными с ПК. Использование ПО для ПК. Обзор языков программирования для написания терминалов приёма сообщений с СОМпорта.

Тема 36. Интерфейсы микроконтроллера. Интерфейс SPI.

Тема 37. Обмен данными с картой памяти типа SD. Виды файловых систем. Сервис FatFS.

Тема 38. Виды двигателей. Виды драйверов двигателей. Управление сервомашинками, шаговыми двигателями, бесколлекторными двигателями.

Тема 39. Обзор ПО для создание печатных плат.

Тема 40. Самостоятельное изготовление печатной платы по технологии ЛУТ.

Тема 41. Особенности заказа изготовления печатной платы на заводе. Гербер-файлы.

Тема 42. Резерв на подготовку к соревнованиям и итоговые соревнования.

Отчет - прототип устройства

Раздел 4. Расчёт энергобаланса

Тема 43. Понятие энергии и смежные понятия.

Тема 44. Расчёт энергобаланса.

Тема 45. Резерв на подготовку к соревнованиям и итоговые соревнования.

Отчет – таблица расчета энергобаланса.

Раздел 5. Компьютерное моделирование динамики космического полёта

Тема 46. Основные понятия динамики космического полёта. Виды орбит.

Тема 47. Способы задания положения и ориентации объекта. Системы координат. Эйлеравы углы. Кватернионы. Матрица поворота.

Тема 48. Основы работы в матпакете GNU Octave.

Тема 49. Силы, действующие на кубсат на низкой опорной орбите (НОО).

Тема 50. Меры инертности тела: масса, тензор инерции.

Тема 51. Моменты сил, действующих на кубсатна низкой опорной орбите (НОО).

Тема 52. Моделирование динамики космического полёта.

Отчет – графики зависимости угловой скорости и углов от времени.

Раздел 6. Расчёт теплового баланса

Тема 53. Влияние космической радиации на температуру спутника.
Лучистый теплообмен.

Тема 54. Расчёт теплового баланса в ПО SolidWorks.

Отчет – таблица расчета теплового баланса.

Раздел 7. Расчёт прочностных характеристик

Тема 55. Свойства материалов. Металлы и композитные материалы.

Тема 56. Расчёт прочностных характеристик конструируемого спутника.

Раздел 8. Сборка спутника

Тема 57. Сборка спутника.

Отчет: презентация модели.

Раздел 9. Испытание аппарата на специализированных стендах

Тема 58. Понятие метрологии. Виды погрешностей.

Тема 59. Сопоставление расчётных и реальных характеристик спутника.

Методическое обеспечение программы

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС. Методологической основой ФГОС является системно-деятельностный подход в сочетании с духовно-нравственным развитием и воспитанием личности гражданина России.

Основными принципами обучения при реализации системно-деятельностного подхода являются:

- задачный принцип построения предметного содержания на основе формирования УУД,
- принцип деятельности,
- принцип непрерывности,
- принцип целостности,
- принцип минимакса,
- принцип психологической комфортности,
- принцип вариативности,
- принцип творчества.

Современный уровень развития электроники, компьютеризации, позволяет организовать работу по созданию спутников на базе учреждения дополнительного образования на современном уровне с использованием компьютерных технологий. Интерес к данной теме у подрастающего поколения позволяет организовать самостоятельное дистанционное обучение по некоторым темам. Широко используется техническая литература, структурные схемы, методические пособия по программированию и материалы сети интернет.

Учитывая навыки и знания, приобретенные школьниками, задача овладения управлением роботом в ручном и автоматическом режимах имеет коллегиальный, бригадный характер.

Широко применяются индивидуальные конструкторские задачи с публичным обсуждением, анализом и принятием решений. В ходе выполнения программы производится диагностика усвоения знаний в форме собеседований и ответов на блоки вопросов.

Для организации работы по программе с использованием элементов дистанционного обучения педагог создает удаленный ресурс (сайт, блок или электронный курс, используя удобную ему и доступную платформу), где публикует:

- регламент работы (расписание заочных он-лайн занятий, расписание консультаций, алгоритм отчетности),
- теоретический материал (видеолекции и тест-опросы),
- темы для самостоятельного обучения и задания по программе,
- сроки и формы отчетности по темам,
- итоговую форму отчетности - таблицу продвижения учащихся.

Самостоятельное изучение теории, сбор информации и отчет учащихся в виде рефератов, сообщений, докладов на очных занятиях и научно-технических конференциях развивает навыки самоорганизации. Навыки программирования и составления электрических схем осваиваются в бесплатных программных средах Colobot и GNU Octave. Формой отчета учащегося является отправленная по электронной почте Google-форма с прикрепленным PrintScrin экрана о прохождении упражнений.

Документальной формой подведения итогов дистанционной работы является таблица продвижения, заполненная преподавателем.

Для организации образовательного процесса по программе «Спутники формата кубсат» необходимы следующие ресурсы.

Кадровые:

Специалист, имеющий педагогическое, техническое образование, владеющий знаниями, навыками и методикой преподавания в области электроника.

Материально – технические:

Состав материально–технического и программного обеспечения программы обучения:

№	Наименование	Кол.
1	Персональный компьютер	11
2	Принтер	1
3	Проектор	1

4	Свободное ПО - Среда программирования Colobot.	10
5	Свободное ПО - GNU Octave	10
6	Свободное ПО – симулятор LTspice	10
7	Матпакет GNU Octave	10
8	ПО SolidWorks	10
9	Комплект	10
1	Отвертка крестовая	1
2	Программатор J-LINK	2
3	микроконтроллер K1986BE92QI с отладочной платой	2
4	Акселерометр MPU9255	5
5	гироскоп	2
6	магнетометр	2
7	магнитные катушки	3
8	маховики	6
9	трансивер	1
10	микроконтроллер AVR (Arduino) с отладочной платой	2
11	Программатор ATMEL-ICE	2
12	ПО AlmetStudio	1
13	Винты М3	30
14	Гайка М3	30
15	Шайба	30
16	Переходник USB-A-USB-B, шт	2
17	Провод 15AWG с тефлоновой изоляцией, метры	40

Состав комплекта для углубленного изучения:

№	Наименование	Кол.
1	Осциллоскоп	1
2	Мультиметр цифровой	2
3	ПО Solidworks	1

Список литературы

Список литературы, использованный при составлении программы:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Концепции развития дополнительного образования детей в Самарской области до 2025;
3. Документ "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам";
4. Никуличева Н.В. Внедрение дистанционного обучения в учебный процесс образовательной организации практ. пособие / Н.В. Никуличева. – М.: Федеральный институт развития образования, 2016. – 72 с.

Список учебной литературы для педагога и учащегося

- 1 Ньютон С. Брага. Создание роботов в домашних условиях. – М.: NTPress, 2007, 345 стр.;
- 2 Грачёв И.Н. Расчет энергетического баланса системы «Тепловой насос - ветрогенератор – фотоэлементы» // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. VII междунар. науч.-практ. конф. Часть II. – Новосибирск: СибАК, 2012.
- 3 Безручко К.В., Горовой А.В., Туркин И.Б, Расчет освещенности и температуры солнечных энергоустановок искусственных спутников земли в условиях орбитального полета. ХАИ, 2009г.
- 4 Авдуевский В.С., Галицейский Б.М., Глебов Г.А. и др. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике / под общ. ред. В.С. Авдуевского, В.К. Кошкина. М.: Машиностроение, 1992. 528 с.
- 5 Карпенко А.Г., Лидов М.Л. О температурном режиме искусственного спутника Земли // Известия АН СССР. Сер. Геофизическая. 1957. № 4. С. 527.