

**Автономная некоммерческая организация  
«Красноярский детский технопарк «Кванториум»**

РЕКОМЕНДОВАНО  
методическим советом

Протокол № 11  
от «30» мая 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
Кениг С.Р.

Приказ № \_\_\_\_\_  
от «30» мая 2024 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности  
**«Прикладная космонавтика - 2»**

Срок реализации:  
1 год  
Возраст детей:  
13-17 лет  
Составитель программы:  
Сюсина В.А.  
Пирогов А.Е.

г. Красноярск, 2024 г.

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Прикладная космонавтика - 2» (далее - программа) имеет техническую направленность, базовый уровень сложности и ориентирована на обучающихся 13-17 лет.

### 1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ

Актуальность и необходимость данной программы продиктована развитием космонавтики и увеличением доли частной космонавтики в России и во всем мире. Помимо прочего, данная программа позволяет обучающимся самостоятельно выбрать актуальную проблемную область и создать проект, конечный результат которого будет представлять собой полноценную инженерную разработку в области космических технологий.

Описываемая образовательная программа интересна тем, что совмещает в себе несколько важных направлений, одновременно необходимых для разработки космических проектов, а именно: физико-математические основы космонавтики, 3D-моделирование и прототипирование, программирование, программирование устройств, основы электротехники и радиотехники, проектирование космических аппаратов и т.д.

### 1.2. ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

Данная Программа включает в себя определенный круг знаний из сферы космонавтики: этапы освоения воздушного и космического пространства. Углубленное изучение курса астрономии в программе Stellarium, работа с телескопом. Посредством работы в программе Orbiter2016 расширяется представление о космическом пространстве. Конструкторы Орбикрафт и Introsat углубляют навык сборки, управления и программирования полётов космических аппаратов. Включение в программу элементов технического моделирования и конструирования даёт возможность изучать космос, ракетостроение и радиоэлектронику посредством

практической деятельности. Полученные теоретические знания, навыки моделирования и конструирования, обучающиеся применяют при разработке и выполнении проекта в области космонавтики.

Результативность работы программы выражается в активном участии обучающихся в выставках технического творчества и олимпиадах.

Данная образовательная программа помогает в решении следующих актуальных задач:

1. показать место и роль космических технологий в структуре современных профессий;
2. сформировать навык проектной деятельности;
3. реализовать диагностическую функцию, позволяющую наблюдениями, тестами, интервьюированием и другими способами определять динамику развития индивидуальности и личности;
4. заинтересовать обучающихся проектированием жизненных и профессиональных планов, особенностями будущей профессии, возможными путями достижения высокой профессиональной квалификации.

### 1.3. ЦЕЛЬ

Цель программы является формирование у обучающихся технологической грамотности, углубленных навыков по конструированию космических аппаратов и инженерному конструированию на примере создания проекта.

Программа способствует формированию научно-обоснованного представления об окружающем мире, знакомит с задачами и возможностями космической деятельности человека.

### 1.4 ЗАДАЧИ

- развить навыки моделирования и сборки в программе КОМПАС-3D, развить умение программировать летательные аппараты Орбикрафт и Introsat на языке программирования Python;

- повысить уровень знаний обучающихся в области аэродинамики и баллистики, небесной механики посредством работы в программе Orbiter2016;
- углубить навык проектирования и конструирования летательных аппаратов;
- развить навыки разработки и реализации проектов по тематике «Космонавтика» или в близкой для космонавтики сфере деятельности;
- подготовить к конкурсам и тематическим олимпиадам по космонавтике;
- воспитать бережное отношение к результатам своей деятельности, деятельности других;
- развить навыки сотрудничества: работа в коллективе, в команде, малой группе (в паре).

#### 1.4. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

Данная программа разработана в соответствии с нормативно-правовыми актами в области образования:

Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Указом Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;

Концепцией развития дополнительного образования до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р);

Стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р);

Планом мероприятий по реализации в 2021 - 2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года

(утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р);

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

Приказом Министерства просвещения России от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

Приказом Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;

Приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 № 533 «О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196»;

Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

Письмом Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).

Программа на основе реальной практической деятельности даёт возможность обучающимся почувствовать себя в роли инженера-проектировщика космических аппаратов и систем.

Программа предполагает после ознакомления с теоретической базой

современной космонавтики и ее техническими средствами обязательный выбор собственного уникального проекта для каждой микрогруппы (2-6 чел.) и полноценную его реализацию под руководством куратора. При этом всю работу, от постановки технического задания на разработку до изготовления продукта обучающиеся выполняют самостоятельно.

### 1.5. ТРЕБОВАНИЯ К ОБУЧАЮЩИМСЯ

Программа адресована подросткам 13-17 лет, прошедшим обучение по ДООП «Прикладная космонавтика».

Набор на Программу осуществляется в соответствии с Порядком организации образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам и Правилами приема и отчисления обучающихся автономной некоммерческой организации «Красноярский детский технопарк «Кванториум».

### 1.7. ФОРМЫ И РЕЖИМ ЗАНЯТИЙ

Срок реализации программы – 1 год в объеме 144 часа.

Режим занятий – 2 раза в неделю по 2 академических часа с обязательным перерывом.

В конце первого полугодия проводится предзащита идеи проекта (2 часа), в конце года проходит итоговая защита проекта (4 часа).

Формы занятий: лекции, семинары, работа над проектом, экскурсии.

При проведении занятий традиционно используются три формы работы:

- фронтальная
- индивидуальная
- демонстрационная

### 1.8. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

Особенностью программы является то, что она направлена на

формирование и развитие знаний и навыков проектирования, моделирования и инженерного анализа.

В рамках программы развиваются следующие компетенции:

- формирование знания о проектной деятельности и жизненном цикле проекта.
- углубленные знания в сфере управления проектом. Знакомство с программами ведения проектами.
- навык формулирования задач по SMART.
- способность оценивать объём необходимых, имеющихся и недостающих ресурсов;
- базовые знания SWOT анализа или подобных методик для определения рисков.

В рамках программы формируются и развиваются следующие профессиональные знания:

1. углубленные знания элементной базы электронного взаимодействия узлов радиоэлектронных устройств;

Навыки:

2. углубленные навыки в среде твердотельного моделирования в программе КОМПАС-3D;

3. расширенные навыки монтажа и сборки оборудования;

4. продвинутый уровень пайки электронных схем;

5. расширенные навыки программирования на языках Python, C;

6. углубленные навыки сбора электрических систем;

7. углубленные навыки поиска информации, литературы в достоверных источниках.

#### 1.9. ФОРМЫ ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Текущий контроль освоения программы проводится во время занятий при помощи опросов и тестирования.

Промежуточная аттестация осуществляется 1 раз в год в форме

предзащиты идеи проекта.

Итоговая аттестация проводится в форме защиты обучающимися собственного итогового проекта.

Критерии оценки проекта в Приложении 1.



## 2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, модуля	Количество академических часов			Форма контроля
		всего	теория	практика	
1.	Соблюдение правил ТБ и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами	2	2		Тестирование
2.	Радиосвязь.	6	2	4	
3.	Снимки из космоса	4	2	2	
4.	Телеметрия и телеуправление	6	2	4	
5.	Корпус и прочность	6	2	4	
6.	Надежность программного обеспечения	6	2	4	
7.	Управление полётом.	8	3	5	
8.	Датчики на спутнике	6	2	4	
9.	Промежуточная аттестация	2		2	Защита идеи проекта.
10.	Работа над проектом	96	6	90	
11.	Итоговая аттестация.	2		2	Защита проекта.
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>23</b>	<b>121</b>	

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

**Раздел 1. Соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами (2 часа).**

Этап 1. Общие правила безопасности в образовательном учреждении и работы с оборудованием.

Теория: Основы техники безопасности при работе с электрическими приборами. Техника безопасности при работе в лаборатории. Общие положения техники безопасности при работе с ракетными двигателями. Техника безопасности при работе с лабораторными установками.

Практика: Тестирование по теме “Техника безопасности”.

**Раздел 2. Радиосвязь (6 часов).**

Этап 1. Основные понятия.

Теория: Состав системы связи. Виды волн и их применение. Несущее колебание. Модуляция и демодуляция. Особенности космической связи.

Этап 2. Спектры сигнала.

Практика: Работа с приёмо-передатчиком CC1101 на отладочной плате STM32 конструктора Introsat. Работа с учебным пособием “Радиосвязь” стр.11-17

Этап 3. Декодирование сигнала.

Практика: Демодуляция и первичная обработка сигнала в GNU RADIO COMPANION при помощи приёмо-передатчика CC1101. Работа с учебным пособием “Радиосвязь” стр.18-22

**Раздел 3. Снимки из космоса (4 часов).**

Этап 1. Дистанционное зондирование Земли.

Теория: Космическая съёмка. Дистанционное зондирование Земли. Космические аппараты ДЗЗ. Российская космическая картографическая система «Комета». Обработка и преобразование материалов дистанционного

зондирования Земли.

Практика: Обработка спутниковых снимков.

#### **Раздел 4. Телеметрия и телеуправление (6 часов).**

Этап 1. Телеуправление и телесигнализация.

Теория: Методы телеуправления. Виды и методы сигнализации. Классификация объектов управления и устройств ТУ-ТС. Методы разделения и избирания сигналов. Частотное разделение сигналов. Временное разделение сигналов.

Практика: Объединение полученных знаний по исполнительным устройствам, датчикам, радиосвязи. Работа с набором “Introsat”. Работа с учебным пособием “Радиосвязь” стр.78-81.

#### **Раздел 5. Корпус и прочность (6 часов).**

Этап 1. Основы сопротивления материалов

Теория: Сопротивление материалов, форм-факторы корпуса и влияния форм-фактора корпуса на прочностные характеристики спутника. Теория создания конструкций, разрушающие и неразрушающие методы контроля.

Практика: Изготовление технологической оснастки, проверка базовых знаний путем создания конструкционных узлов и проверки данных узлов.

#### **Раздел 6. Надежность программного обеспечения. (6 часов).**

Этап 1. Плата Arduino MEGA. Основные характеристики и распиновка контроллера.

Практика: Подключение платы к компьютеру. Проверка и компиляция программы.

Этап 2. Программирование на языке Python, C.

Практика: Программирование бортового компьютера конструктора Introsat. Выполнение практических заданий из учебного пособия “Спутникостроение” стр. 27-42. Проверка программного кода на надежность.

Теория методов тестирования программного кода.

### **Раздел 7. Управление полетом (8 часов).**

Этап 1. Теория полёта, способы управления полётом.

Теория: Связанная система координат. Крен, тангаж, рысканье.

Практика: Космический полёт в программе-симуляторе Orbiter 2016. Стыковка с МКС. Выполнение межпланетного перелёта. Выполнение практических заданий из ORBITER Space Flight Simulator стр.26-33.

### **Раздел 8. Датчики на спутнике (6 часов).**

Этап 1. Научная аппаратура и сбор данных.

Теория: Бортовой комплекс управления. Системы КА.

Практика: Сборка модели спутника на базе конструкторов Орбикрафт и Introsat, подключение датчиков к бортовому компьютеру и отладка программного кода. Выполнение задач ориентации и стабилизации спутника. Выполнение практических заданий из учебного пособия “Спутникостроение” стр. 47-61.

### **Раздел 9. Промежуточная аттестация (2 часа).**

Этап 1. Предзащита проекта, проведение анализа будущей работы над проектом. Выявление недостатков проекта.

### **Раздел 10. Работа над проектом. (96 часов).**

Этап 1. Постановка проблемы.

Теория: Основы проектной деятельности, мотивация на командную работу.

Практика: Погружение в проблемную область и формализация конкретной проблемы или актуальной конкурсной задачи.

Этап 2. Концептуальный.

Теория: Основы технологии SMART.

Практика: Целеполагание, формирование концепции решения.

Этап 3. Планирование.

Теория: Основы работы по технологии SCRUM.

Практика: Создание системы контроля (внутреннего и внешнего) над проектом.

Этап 4. Аналитическая часть.

Практика: Анализ существующих решений в рассматриваемой проблемной области, формирование ограничений проекта.

Этап 5. Техническая и технологическая проработка.

Практика: Эскизный проект, технический проект, рабочий проект, технологическая подготовка, изготовление, сборка, отладка, экспертиза, оценка эффективности, оптимизация объектов и процессов.

Этап 6. Тестирование.

Практика: Тестирование в реальных условиях, юстировка, внешняя независимая оценка.

## **Раздел 11. Итоговая аттестация. (2 часа)**

Этап 1. Итоговая защита проекта .

**4. Информационно-методическое обеспечение и материально-техническое оснащение дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Прикладная космонавтика - 2»**

№ п/п	Название	Автор	Год издания (создания)	Вид (электронный, печатный)
<b>Методические пособия</b>				
1	Комплексное решение для школьного курса по космонавтике «Ракетостроение»	Мулин Н, Федосеев А.– М.: Образование будущего	2016	Печатный
2	Комплексное решение для школьного курса по космонавтике «Орбисат»	Мулин Н, Федосеев А.– М.: Образование будущего	2017	Печатный
3	Учебное пособие «Открытие за неделю»	Арумянян С.В., Короткий С.А., Денисенко Д.В.– М.: ФПО «НООСФЕРА»	2020	Печатный
4	Учебное пособие «Спутникостроение»	Якушина К.Ю., Яковлева Н.М., Мулин Н.А., Кусков С.А. – М.: Образование будущего	2021	Печатный

5	Учебное пособие «Радиосвязь»	Якушина К.Ю., Прохоров А.В.– М.: Образование будущего	2021	Печатный
<b>Методические пособия. Электронные средства образовательного назначения</b>				
6	Учебное пособие «ORBITER Space Flight Simulator»	Copyright 2000-2024 Martin Schweiger Orbiter веб-сайт: orbit.medphys.ucl.ac.uk/	2018	Электронный
7	Методическое пособие для проведения урока НТО. Профиль: аэрокосмические системы.	Кружковое движение НТО	2021	Электронный
<b>Наглядные пособия</b>				
8	Фонд лучших работ обучающихся «Космоквантума», выполненных в разные годы.	Сюсина В.А. Пирогов А. Е	2018-2 024	коллекция
<b>Материально – техническое обеспечение</b>				
9	Фотоаппарат		1 шт.	2016
10	Ноутбук		10 шт.	2017

11	Набор "Магрёшка"	3 шт.	2020	
12	Персональный компьютер	1 шт.	2017	
13	Клавиатура и мышь	1 шт.	2017	
14	Монитор	1 шт.	2017	
15	Набор инструментов «Сорокин»	1 шт.	2017	
16	Микроскоп для проверки плат	1 шт.	2017	
17	Ручная радиостанция	1 шт.	2017	
18	Набор «Орбикрафт»	1 шт.	2017	
19	Источник питания постоянного тока	3 шт.	2017	
20	Панель солнечных батарей	2 шт.	2017	
21	Набор литий-ионных батарей	1 шт.	2017	
22	Принтер	1 шт.	2017	



23	Интерактивная доска	1 шт.	2017	
24	Проектор	1 шт.	2017	
25	Аудиосистема Sven 2.0	1 шт.	2017	
26	Пальник	1 шт.	2017	
27	Стол, стулья, шкафы для оборудования		2017	
28	Набор "ТЕТРА" цифровая лаборатория	4 шт.	2020	
29	Набор "ПЛАНЕТОХОД"	5 шт.	2020	
30	Набор наноспутник "Introsat"	3 шт.	2022	

## Оценочный лист проекта

### Приложение 1

№ п/п	Объект оценки	Критерии оценки	Баллы	Оценка проекта
1	Оценка созданного изделия	Новизна и актуальность темы проекта	от 0 до 10	
		Привлекательность и оригинальность	от 0 до 10	
		Работоспособность и (или) возможность для внедрения	от 0 до 10	
		Качество	от 0 до 10	
		Перспективность и конкурентоспособность	от 0 до 10	
		Формулировка темы, цели и задач	от 0 до 7	
		Исследование проблемы проекта	от 0 до 7	
2	Оценка описания проекта	Соответствие результата проекта поставленной цели	от 0 до 7	
		Исследование целевой группы	от 0 до 7	
		Обоснование ресурсов проекта	от 0 до 7	
		Анализ аналогов проекта	от 0 до 7	
		Перспективы проекта	от 0 до 7	
		Соблюдение регламента публичной защиты	от 0 до 5	
3	Оценка защиты проекта	Качество подачи материала и представления	от 0 до 5	

	Аргументированность ответов	от 0 до 5	
	Качество презентации и презентационных материалов	от 0 до 5	
<b>4</b>	Премияльные баллы от эксперта	от 0 до 10	

Максимальное количество баллов 129.

Минимальное зачетное количество баллов 70 баллов.

**Темы проектов для обучающихся Космоквантума.**

**Приложение 2**

№ п/п	Раздел	Наименование темы	Результат
1.	Макет космической техники	Макет космического корабля "СОЮЗ-МС"	Макет, выполненный в масштабе и демонстрирующий устройство реальной космической техники.
		Макет стартовой площадки 1С космодрома "Восточный"	
		Макет ракеты-носителя "СОЮЗ-2.1"	
		Макет космической напланетной базы.	
		Макет планетохода "Луноход-1"	
2.	Ракетомоделирование	Ачинские ракетостроительные сборки	Модель ракеты с электронно-механической системой спасения.
		Модель ракеты с полезной нагрузкой для исследования атмосферы на высоте от 100 метров.	Модель ракеты с электронной бортовой системой для анализа внешней окружающей среды (давления, температуры и высоты.)
3.	Испытательное оборудование	Аэродинамическая труба Вибростенды Вакуумные камеры	Действующее испытательное оборудование для проведения исследований на аэродинамику и др.

		Барокамеры	
4.	Физические явления	Реактивное движение	научно-исследовательская работа
		Закон сохранения импульса	
		Состояние невесомости	
		“Реактивное движение”	
5.	Конкурсы в области прикладной космонавтики	“Сила Света”	Научно-исследовательский проект в области оптики.
		“Дежурный по планете”	Оперативный спутниковый мониторинг
			Орбита - прикладные космические системы
			Космическая робототехника - роверы
			Моделирование космической техники, исследование задач для наноспутников формата кубsat.
		“Space пи. Открытый космос.3.0”	

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Для куратора

1. Алатырцев А.А., Алексеев А.И., Байков М.А. и др. Под ред.: Солодов А.В. Инженерный справочник по космической технике // Изд.2, перераб. и доп., 1977
2. Биндель Д., Овчинников М.Ю., Селиванов А.С., Тайль Ш., Хромов О.Е. Наноспутник GRESAT. Общее описание, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 21, 2009
3. Гарбук С.В., Гершензон В.Е., Космические системы дистанционного зондирования Земли, Москва, издательство «А и Б», 1997 г.
4. Иванов Д. С., Ткачев С. С., Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Калибровка датчиков для определения ориентации малого космического аппарата, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 28, 2010
5. Иванов Д. С., Карпенко С.О., Овчинников М.Ю., Ролдугин Д.С., Ткачев С. С. Лабораторные испытания алгоритмов управления ориентацией микроспутника 'Чибиc-М', Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 40, 2011
6. Краткое пособие для системного инженера, участвующего в проекте создания микроспутника. С. Карпенко, МГТУ им. Баумана, 2003г., [http://acs.scanex.ru/Documents/library/summary/prj\\_ok.doc](http://acs.scanex.ru/Documents/library/summary/prj_ok.doc)
7. Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Лабораторный стенд для полунатурной отработки систем ориентации микро- и наноспутников, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 38, 2008
8. Мирер С.А, Механика космического полета. Орбитальное движение, Москва, Резолит, 2007

9. Малые космические аппараты информационного обеспечения, Под ред. проф. В.Ф.Фатеева, М.: Радиотехника, 2010/ Издательство «Радиотехника».
10. Раушенбах Б.В., Овчинников М.Ю.. Лекции по механике космического полета, М.: МФТИ, 1997, 188с.
11. Овчинников М.Ю. “Малыши” завоевывают мир. В сборнике научно-популярных статей – победителей конкурса РФФИ 2007 года. Выпуск 11 / Под ред. чл.-корр. РАН В.И.Конова. – М.: Изд-во “Октопус”, 2008, с.17-29.
12. Овчинников М.Ю.. Наноспутники и современные проблемы освоения космоса. В кн.: Пространства жизни. К 85-летию академика Б.В.Раушенбаха. М: Наука, 1999, с.172-180.
13. Овчинников М.Ю. Малые спутники и проблемы их ориентации. Современные проблемы прикладной математики. Сборник научно-популярных статей. Под ред. акад. А.А.Петрова. М.: МЗ Пресс, 2005. С.197-231.
14. Овчинников М.Ю., Пеньков В.И., Кирюшкин И.Ю., Немучинский Р.Б., Ильин А. А., Нохрина Е.Е. Опыт разработки, создания и эксплуатации магнитных систем ориентации малых спутников, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 53, 2002
15. Spacecraft Formation Flying, Alfriend et al, 2010
16. Fundamentals of Space Systems - 2nd Ed., Vincent L. Pisacane and Robert C. Moore, 2005