

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

РЕКОМЕНДОВАНО  
методическим советом

протокол № 9  
от «30» мая 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
Кениг С.Р.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности

«Прикладная космонавтика 3»

Срок реализации:

1 год

Возраст детей:

-18 лет

Составители программы:

Пирогов А.Е., Сюсина В.А.

Красноярск, 2022г.

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Прикладная космонавтика - 3» (далее - программа) имеет техническую направленность, углубленный уровень сложности и ориентирована на обучающихся 14-18 лет.

Программа рассчитана на один год в объеме 144 часа из расчета 4 часа в неделю.

### **1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ**

Актуальность и необходимость данной программы продиктована прежде всего государственным запросом на квалифицированные инженерные кадры. С развитием космонавтики в России возник дефицит инженеров в данной области. Программа профориентирована и предполагает 3/4 часов практики на разработку собственного проекта и на решение контекстных заданий межпредметного содержания, отражающих реальные жизненные ситуации, связанные с будущей профессией, что повышает мотивацию к обучению и приобретению соответствующих компетенций. 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 охватывает большой круг естественно-научных исследований в области современной космонавтики, необходимых для решения проблем в данной отрасли. Программа включает в себя физико-математические основы космонавтики, 3D-моделирование и прототипирование, программирование устройств, электротехника и радиотехника, проектирование моделей космических аппаратов и т.д.

### **1.2. ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ**

Данная Программа включает в себя определенный круг знаний из сферы космонавтики: Движение и устройство ракет. Механика тел переменной массы. Углубленное изучение курса астрономии, ИСЗ и условия выведения их на орбиту. Посредством работы в программе Orbiter2016 углубляется представление о космическом пространстве и управлении космическими аппаратами. Работа в программе OpenRocket позволяет проектировать полёт модели по заданным характеристикам двигателя, массы модели и полезной нагрузки. Орбикрафт совершенствует навык проектирования и программирования спутниковых систем. Обучающиеся активно используют программу КОМПАС-3D v17.1 для моделирования.

Включение в программу элементов технического моделирования и конструирования даёт возможность изучать космос, ракетостроение и радиоэлектронику по средствам практической деятельности. Полученные теоретические знания, навыки моделирования и конструирования, обучающиеся применяют в ходе работы над проектами, которые формируют опыт самостоятельной учебно-познавательной деятельности.

Данная образовательная программа помогает в решении следующих актуальных задач:

показать место и роль профессий в области космонавтики в современном мире;

развить навык проектной деятельности;

заинтересовать обучающихся проектированием жизненных и профессиональных планов, особенностями будущей профессии, возможными путями достижения высокой профессиональной квалификации.

### **1.3 ЦЕЛЬ**

Цель программы повышение технологической грамотности обучающихся, развитие компетенций и навыков по конструированию космических аппаратов и инженерному конструированию в процессе реализации проекта.

### **1.4 ЗАДАЧИ**

Развить уровень знаний обучающихся в области аэродинамики и баллистики, небесной механики, проектирования и конструирования летательных аппаратов.

Познакомить с основными принципами написания управляющих и диагностирующих программ с помощью работы в программе Orbiter и

Совершенствовать навык проектирования и конструирования системы спасения и системы разделения ракеты в программе КОМПАС-3D.

Совершенствовать навыки моделирования, сборки и программирования.

Развить навыки разработки и реализации проектов по тематике «Космонавтика» или в близкой для космонавтики сфере деятельности.

Развить умение поиска и разработки вариантов решений рассматриваемой проблемы.

### **1.5 ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ 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.

### **1.6 ТРЕБОВАНИЯ К ОБУЧАЮЩИМСЯ**

Программа адресована к подросткам 14-18 лет, прошедшим обучение по ДООП «Прикладная космонавтика-2» и собеседование, направленное на выявление их индивидуальности, склонности к выбранной деятельности и уровня подготовленности.

Набор обучающихся на Программу осуществляется в соответствии с Порядком приема и отчисления обучающихся в АНО «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 защита 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**

Особенностью программы является то, что она направлена на формирование и развитие знаний и навыков проектирования, моделирования и инженерного анализа.

В рамках программы формируются следующие знания:

1. Расчет скорости ракеты при покидании её значительной и незначительной масс.
2. Расчет пройденного пути ракеты.
3. Работы электронных компонентов.
4. Трехмерного создания деталей и моделей. Элементов электронного взаимодействия узлов радиоэлектронных устройств.
6. Схемотехнические знания проектирования.

## 7. Правил безопасной работы.

### умения:

1. Рассчитывать и изготавливать парашют, разрабатывать систему спасения для модели ракет.
2. Способность оценивать объём необходимых, имеющихся и недостающих ресурсов, понимание путей привлечения ресурсов к деятельности; анализ и понимание интересов привлекаемых сторон; способность привлекать финансовые ресурсы/экспертные ресурсы/человеческие ресурсы/технические ресурсы/символические ресурсы.
3. Базовые знания SWOT анализа или подобных методик для определения рисков.
4. Определять вид и технологические свойства ткани для изготовления парашюта.
5. Разрабатывать систему отделения полезной нагрузки ракеты в программе КОМПАС-3D.
6. Самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования моделей космических аппаратов.
7. Собирать конструкции с использованием винтовых и невинтовых соединений, измерения расстояния;
8. Создавать электрические системы, схемы устройства.  
Получать и обрабатывать показания цифровых и аналоговых датчиков.

### навыки:

1. Моделирования в графических редакторах.
2. Углубленные навыки в среде твердотельного моделирования;
3. Навык монтажа и сборка конструкций.
4. Пайки.
5. Навык поиска информации 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 проекта.

## 2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Название раздела	Объём часов		
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
	Соблюдение правил ТБ и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами.			
	Движение ракет.			
	Искусственные спутники Земли			
	Полезная нагрузка. Программирование.			
	Проблемы современной космонавтики.			
	Научное и практическое использование космонавтики.			
	Перспективы космонавтики.			
	Работа над индивидуальным проектом			
	Итоговая аттестация. Защита проекта.			
	<b>Итог</b>			

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

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

Теория общих правил безопасности в образовательном учреждении. Теория основ техники безопасности при работе с электрическими приборами. Техника безопасности при работе в лаборатории. Общие положения техники безопасности при работе с химическими реактивами. Техника безопасности при работе с лабораторными установками.

#### **2. Движение ракет. (14 часов)**

Теория - принцип действия ракет, формула Циолковского. Механика тел переменной массы, числовые характеристики одноступенчатых и многоступенчатых ракет. Центральное поле тяготения, гравитационные параметры небесных тел. Закон сохранения энергии в центральном поле тяготения, скорость освобождения. Закон сохранения момента импульса и законы Кеплера. Формы орбит в зависимости от начальных условий и сфера действия. Движение ракеты под действием силы тяги. Система спасения ракеты. Расчёт и изготовление парашюта.

Практическая деятельность - работа в программе Orbiter и OpenRocket, проектирование и симуляция полёта. Создание комплектующих деталей ракет с физическими характеристиками. Изготовление парашюта для модели ракеты.

#### **3. Искусственные спутники Земли (12 часов)**

Теория - Орбиты ИСЗ, условия выведения ИСЗ на орбиту и их движение относительно поверхности Земли. Одноимпульсные и двухимпульсные орбитальные маневры ИСЗ. Сближение и стыковка ИСЗ, спуск с орбиты.

Практическая деятельность - Работа в программе Orbiter 2016. Сборка и программирование конструктора “Орбикрафт”. Дистанционное зондирование Земли посредством камеры конструктора “Орбикрафт”.

#### **4. Полезная нагрузка. Программирование. (12 часов)**

Теория - Основа языка программирования модуля Arduino. Контроллеры Arduino. Система питания и память. Входы и выходы. Система отделения полезной нагрузки.

Практическая деятельность - программирование модуля Arduino для модели ракеты. Разработка кейса для программирования бортовых

электронных систем ракеты-носителя и полезной нагрузки. Разработка системы отделения полезной нагрузки ракеты в программе КОМПАС-3D.

### **5. Проблемы современной космонавтики. (10 часов)**

Теория - Метеоритная и радиационная опасности. Система жизнеобеспечения космических кораблей. Влияние перегрузок и невесомости на организм. Жизненный цикл проекта.

Практическая деятельность - разработка проектных решений проблем современной космонавтики на основе жизненного цикла проекта.

### **6. Научное и практическое использование космонавтики. (10 часов)**

Теория - Успехи и провалы России и СССР в изучении и использовании космоса. Геодезические и навигационные спутники и устанавливаемая на них аппаратура. Космическое право. Экологические проблемы. Использование космических систем для решения данных проблем.

Практическая деятельность - решение кейсов “Экологический мониторинг воздуха”.

### **7. Перспективы космонавтики. (4 часа)**

Теория - Дальнейшее изучение и освоение тел Солнечной системы. Межзвездные полёты. Требования для пилотируемых межпланетных путешествий.

### **8. Работа над индивидуальным проектом (76 часа)**

Реализация проекта:

- 1) Определение темы проекта, поиск и анализ проблем.
- 2) Сбор и изучение информации по теме проекта. Облачные технологии в проектной деятельности (хранение данных на сетевых дисках, использование специализированных программ планирования деятельности)
- 3) Анализ альтернативных решений. Подбор материалов и комплектующих. Составление сметы проекта.
- 4) Подготовка презентации и ПГРП к защите идеи проекта.



5) Изготовление прототипа. Тестирование прототипа, анализ недостатков.

6) Изготовление технического решения проекта. Защита проекта

**9. Итоговая аттестация. (4 часа) Защита проекта.**

**4.ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОСНАЩЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ  
ПРОГРАММЫ  
«ПРИКЛАДНАЯ КОСМОНАВТИКА - 3»**

№ п/п	Название	Автор	Год издания (создания)	Вид (электронный, печатный)
<b>Методические пособия</b>				
	Комплексное решение для школьного курса по космонавтике «Ракетостроение»	Мулин Н, Федосеев А.– М.: Образование будущего		Печатный
	Исполнительные устройства ориентации космических аппаратов.	Мулин Н, Федосеев А.– М.: Образование будущего		Печатный
	Проектирование ракет с ракетным двигателем на твердом топливе	Кольга В.В. Учеб. пособие/ СибГАУ.-Красноярск		Печатный
	Открытие за неделю	Арузманян С.В. Учеб. пособие– М.: НООСФЕРА фонд поддержки образования		Печатный

Тулкит «Космоквантум»	Космоквантум тулкит. Ян Трояновский, Людмила Волосатова, Илья Овчинников.— М.: Фонд новых форм развития образования		Электронный
<b>Методические пособия. Электронные средства образовательного назначения</b>			
Комплексное решение для школьного курса по космонавтике «Конструктор Орбисат»	Степанов М.-: Образование будущего		Электронный
Sally Ride EarthKAM on the International Space Station ( <a href="https://www.earthkam.org/activities">https://www.earthkam.org/activities</a> )			Электронный
Виртуальная онлайн-обсерватория			Электронный
Сайт с информационными и методическими материалами	Роскосмос		Электронный
<b>Наглядные пособия</b>			
Фонд лучших работ обучающихся разные годы: Модель ракеты «KosmoQuantum», аэродинамическая	Пономарь И. И, Степанов Е. В, Пирогов А. Е. Сюсина В.А.		коллекция

труба с весами, пусковая система для модели ракет, макет лунной базы и др.

**Материально – техническое обеспечение**

1.	Фотоаппарат	1 шт.		
2.	Ноутбук	10 шт.		
3.	Персональный компьютер	1 шт.		
4.	Клавиатура и мышь	1 шт.		
5.	Монитор	1 шт.		
6.	Набор инструментов «Сорокин»	1 шт.		
7.	Микроскоп для проверки плат	1 шт.		
8.	Ручная радиостанция	1 шт.		
9.	Набор «Орбикрафт»	1 шт.		
10.	Источник питания постоянного тока	3 шт.		
11.	Набор литий-ионных батарей	1 шт.		
12.	Принтер	1 шт.		
13.	Интерактивная доска	1 шт.		
14.	Проектор	1 шт.		
15.	Аудиосистема Sven 2.0	1 шт.		
16.	Паяльник	1 шт.		
17.	Стол, стулья, шкафы для оборудования			
18.	Панель солнечных батарей	4 шт.		

19.	Электронные компоненты в ассортименте от КБ "Искра"	3 коробки		
20.	Ветроэлектрическая установка air 30 (некомплект, неисправна)	шт		

## 5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Для куратора

1. Важенин Н.А., Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы космической связи, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2012 - 428с.
2. Гарбук С.В., Гершензон В.Е., Космические системы дистанционного зондирования Земли, Москва, издательство «А и Б», 1997 г.
3. 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
4. Иванов Д. С., Карпенко С.О., Овчинников М.Ю., Ролдугин Д.С., Ткачев С. С. Лабораторные испытания алгоритмов управления ориентацией микроспутника 'Чибис-М', Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 40, 2011
5. 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
6. Мирер С.А, Механика космического полета. Орбитальное движение, Москва, Резолит, 2007.
7. Малые космические аппараты информационного обеспечения, Под ред. проф. В.Ф.Фатеева, М.: Радиотехника, 2010/ Издательство «Радиотехника».
8. Раушенбах Б.В., Овчинников М.Ю. Лекции по механике космического полета, М.: МФТИ, 1997, 188с.
9. 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.
10. 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.
11. Федосеев А.И., Якушина К.Ю.- М: Фонд новых форм развития образования, 2017-128с.

12. Spacecraft Formation Flying, Alfriend et al, 2010

13. Sally Ride EarthKAM, 2014

[https://www.earthkam.org/dls/10\\_EarthKAM%20activities/EK\\_OrbitalMechanics2\\_Student.pdf](https://www.earthkam.org/dls/10_EarthKAM%20activities/EK_OrbitalMechanics2_Student.pdf)

14. Fundamentals of Space Systems - 2nd Ed., Vincent L. Pisacane and Robert C. Moore, 2005.

### **Нормативные документы**

Данная Программа разработана в соответствии с нормативными правовыми актами:

Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Указа Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;

Постановления Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;

Распоряжения Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 № 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей»;

Распоряжения Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;

Приказа Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 года № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 года № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству,

содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;

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