

Автономная некоммерческая организация
«Красноярский детский технопарк «Кванториум»

РЕКОМЕНДОВАНО
методическим советом

Протокол № 10
от «22» мая 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
Кениг С.Р.
Приказ № 24
от «22» мая 2023 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности

«Прикладная космонавтика»

Срок реализации:

1 год

Возраст детей:

12-18 лет

Составитель программы:

Сюсина В. А.

г. Красноярск, 2023 г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Прикладная космонавтика» (далее - программа) имеет техническую направленность, базовый уровень сложности и ориентирована на обучающихся 12-18 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 развитием космонавтики и увеличением доли частной космонавтики в России и во всем мире. На современном этапе наша страна испытывает острую необходимость в высокопрофессиональных научных и инженерных кадрах в космической области: ракетостроении, радиотехники и т.д., имеющих инновационное мышление, данная программа помогает привлечь интерес обучающихся к современной космонавтике.

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

1.2. ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

Данная программа включает в себя знания из сферы космонавтики: устройство солнечной системы, историю открытий и исследований космоса. Содержание предусматривает знакомство с курсом практической астрономии в программе Stellarium и работу с телескопом.

Посредством работы в программе Orbiter2016 у обучающихся формируется представление о космическом пространстве, небесной механике и управлении космическим аппаратом. Учебные наборы Орбикрафт и Introsat формирует навык проектирования и программирования космических аппаратов. Работа в программе симулятор OpenRocket формирует навык проектирования моделей ракет и их полёт, определяя апогей и траекторию полёта.

Активное использование программы для моделирования КОМПАС-3D способствует формированию четкого представления о космическом пространстве и устройстве космических аппаратов.

Включение в программу элементов начального 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 моделей космических аппаратов.

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

Данная образовательная программа способствует увеличению актуальности космических технологий в структуре современных профессий.

1.3. ЦЕЛЬ

Целью программы является формирование у обучающихся технологической грамотности и навыков по конструированию космических аппаратов и инженерному конструированию на примере создания модели водной ракеты.

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

1.4. ЗАДАЧИ

1. Сформировать базовые понятия в области аэродинамики и баллистики, небесной механики посредством работы в программах Orbiter2016 и GMAT;

2. сформировать умения проектировать и конструировать модели летательных аппаратов;

3. сформировать знания о строение типовых космических аппаратов и спутников при помощи конструкторов Орбикрафт и Introsat, о принципах написания управляющих и диагностирующих программ при работе с наборами “ПЛАНЕТА ХОД” и “МАТРЕШКА”;

4. сформировать основные приёмы моделирования и сборки космических аппаратов посредством программ Autodesk Inventor Professional 2020 и КОМПАС-3D v18.1.

5. приобщить к научно – техническому творчеству;

6. сформировать у обучающихся основы безопасности собственной жизнедеятельности и окружающего мира: представление о правилах безопасного поведения при работе с электротехникой, инструментами, необходимыми при конструировании моделей космических летательных аппаратов;

7. воспитать бережное отношение к результатам своей деятельности, деятельности других;

8. сформировать навыки сотрудничества: работа в коллективе, в команде, малой группе (в паре).

1.5. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

Данная программа разработана в соответствии с нормативными правовыми актами в области образования:

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

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

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

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

План 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);

Приказ 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»;

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

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

Приказ 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»;

Постановление 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»;

Письмо 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 выполнение практического задания по конструированию и моделированию модели космического аппарата.

1.6. ТРЕБОВАНИЯ К ОБУЧАЮЩИМСЯ

Программа адресована подросткам 12-18 лет.

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. Программа рассчитана на 144 часа.

Режим занятий: занятия проходят 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом.

При проведении занятий традиционно используются три формы работы:

1. фронтальная
2. индивидуальная
3. демонстрационная

Формы занятий: лекции, семинары, экскурсии.

1.8. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках программы развиваются следующие компетенции Soft и Hard skills:

Кластер профильных soft skills

- Способность оценивать объём необходимых, имеющихся и недостающих ресурсов; понимание путей привлечения ресурсов к деятельности;
- Способность организовывать работу в малых группах.

Кластер Hard skills.

В рамках программы формируются следующие профессиональные знания:

- базы стандартных решений элементов соединений, креплений и т.д.;
- работы электронных компонентов;
- трехмерного создания деталей и моделей;
- элементов электронного взаимодействия узлов радиоэлектронных устройств;

- основных понятий электроники;
- схемотехнические знания проектирования;
- правил безопасной работы.

Умения:

- демонстрации технических возможностей созданных моделей;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования моделей спутников и ракет;
- сборки конструкций с использованием винтовых и безвинтовых соединений, измерения расстояния;
- создания электрических систем, схем устройства;
- подключения аналоговых и цифровых датчиков к микроконтроллеру;
- получения и обработки показаний цифровых и аналоговых датчиков.

Навыки

- моделирования в САПР;
- монтажа и сборки;
- пайки;
- работы с электроникой.

1.9. ФОРМЫ ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ

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

Промежуточная аттестация осуществляется 1 раз в год в форме промежуточного тестирования.

Итоговая аттестация проводится в форме оценки запуска модели водной ракеты по критериям. (Приложение 1).

2.УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование темы	Объем часов		
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
1.	Соблюдение правил ТБ и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами	2	2	
2.	Солнечная система.	6	2	4
3.	Астрономия начинается с Земли.	8	4	4
4.	Почему ракеты и спутники не падают на Землю?	14	6	8
5.	Навигация космического аппарата.	16	6	10
6.	Тепло и холод в космосе	14	6	8
7.	Промежуточный контроль.	2		2
8.	Корпус и прочность	16	6	10
9.	Управление полётом.	16	6	10
10.	Полезная нагрузка. Программное обеспечение полёта.	12	6	6
11.	Ракетостроение	16	6	12
12.	Проектирование модели ракеты.	18	6	10
13.	Итоговая аттестация.	4		4
	ИТОГО	144	54	90

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

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

Общие правила безопасности в образовательном учреждении. Основы 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. Солнечная система. (6 часов)

Планетная система, включающая в себя центральную звезду — Солнце — и все естественные космические объекты, обращающиеся вокруг Солнца. Планеты, их спутники, хронологии полетов. Таблица характеристик планет. История открытий и исследований космическими аппаратами.

Практическая деятельность — астрономические наблюдения: Изучение планет и малых планет по снимкам с АМС, работа с телескопом. Работа в программе Stellarium, наблюдение за звездами, определение координат и яркость небесных объектов.

3. Астрономия начинается с Земли. (8 часов)

Ранние представления о нашей Земле. Становление мировоззрения. Способы измерить форму и размеры Земли. Физические параметры и структура. Группы планет.

Практическая деятельность — создание чертежа макета Земли с описанием всех характеристик планет.

4.Почему ракеты и спутники не падают на Землю? (14часов)

Движение небесных тел. Небесная механика.

Практическая деятельность — работа в программе Orbiter2016 и GMAT. Построение различных типов орбит.

5. Навигация космического аппарата. (16 часов)

Акселерометры, датчики освещённости, магнитометры, астронавигация.

Практическая деятельность - работа с конструкторами Орбикрафтом и Introsat, наборами “TETRA” и “МАТРЕШКА”. Определение положения КА при помощи датчиков.

6. Тепло и холод в космосе (14 часов)

Термодинамика, охлаждение, нагрев, термоизоляция.

Практическая деятельность - конструирование и изготовление нагревающих и охлаждающих устройств. Создание элементов Пельтье.

7. Промежуточный контроль (2 часа)

Тестирование обучающихся по пройденным темам.

8. Корпус и прочность (16 часов)

Основы сопротивления материалов. Форм-факторы корпуса. Влияние форм-фактора корпуса на прочностные характеристики спутника.

Практическая деятельность - создание конструкций, разрушающие и неразрушающие методы контроля. Изготовление лабораторного оборудования, технологической оснастки.

9. Управление полётом. (16 часов)

Теория полёта, способы управления полётом.

Практическая деятельность — работа с Orbiter2016 и Орбикрафт. Изготовление действующих моделей. Работа с набором “ПЛАНЕТА ХОД”

10. Полезная нагрузка. Программное обеспечение полёта. (12 часов)

Понятие полезной нагрузки. Устройство датчиков полезной нагрузки. Программирование датчиков.

Практическая работа — создание системы спасения модели ракеты с использованием набора “МАТРЕШКА”.

11. Ракетостроение. (16 часов)

Ракетно-космическая отрасль. Типы ракет, их назначения и устройство. Двигатели и компоненты топлива. Физические характеристики ракета-носителя, понятие удельного импульса и тяги двигателя.

Практическая работа — спроектировать макет выбранной ракеты в программе КОМПАС-3D v18.1, представить устройство РН.

12. Проектирование модели ракеты (18 часов)

Решение кейса “Водные ракеты”: проектирование модели ракеты в программе OpenRocket, расчет и изготовление стабилизаторов, головного обтекатели и центрирующих колец для модели ракеты. Изготовление парашюта. Проектирование и программирование электрической схемы бортовой системы спасения ракеты.

13.Итоговая аттестация. (4 часа).

Запуск ракеты.

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

№ п/п	Название	Автор	Год издания (создания)	Вид (электронный, печатный)
Методические пособия				
1	Комплексное решение для школьного курса по космонавтике «Ракетостроение»	Мулин Н, Федосеев А.– М.: Образование будущего	2016	Печатный
Методические пособия. Электронные средства образовательного назначения				
2	Комплексное решение для школьного курса по космонавтике «Конструктор Орбисат»	Степанов М.-: Образование будущего	2017	Электронный
Наглядные пособия				
3	Фонд лучших работ обучающихся «Космоквантума», выполненных в разные годы.	Сюсина В.А. Пирогов А. Е	2018-2022	коллекция
Материально – техническое обеспечение				

4	Фотоаппарат	1 шт.	2016	
5	Ноутбук	10 шт.	2017	
6	Набор “Матрёшка”	3 шт	2020	
7	Персональный компьютер	1 шт.	2017	
8	Клавиатура и мышь	1 шт.	2017	
9	Монитор	1 шт.	2017	
10	Набор инструментов «Сорокин»	1 шт.	2017	
11	Микроскоп для проверки плат	1 шт.	2017	
12	Ручная радиостанция	1 шт.	2017	
13	Набор «Орбикрафт»	1 шт.	2017	
14	Источник питания постоянного тока	3 шт.	2017	
15	Панель солнечных батарей	2 шт.	2017	
16	Набор литий-ионных батарей	1 шт.	2017	
17	Принтер	1 шт.	2017	
18	Интерактивная доска	1 шт.	2017	
19	Проектор	1 шт.	2017	
20	Аудиосистема Sven 2.0	1 шт.	2017	
21	Паяльник	1 шт.	2017	

22	Стол, стулья, шкафы для оборудования			2017	
23	Набор "TETRA" цифровая лаборатория		4 шт	2020	
24	Набор "ПЛАНЕТОХОД"		5 шт	2020	
25	Набор наноспутник "Introsat"		3 шт	2022	

5. 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 'Чибис-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
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. Овчинников М.Ю., Середницкий А.С., Овчинников А.М. Лабораторный стенд для отработки алгоритмов определения движения по снимкам звездного неба, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 43, 2006

16. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П. Фортескью, Г. Суайнерда, Д.Старка; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 765 с.

17. Space Mission Analysis and Design, Edited by J.R.Wertz, Kluwer Academic Publishers, 2005

18. Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control, F. Landis Markley and John L. Crassidis, 2014

19. How Spacecraft Fly, Swinerd, 2008
20. The Dream Machines A Pictorial History of the Spaceship in Art, Science and Literature, Ron Miller, Krieger Publishing, 1993
21. International Study on Cost Effective Earth Observation Missions, Rainer Sandau, 2006
22. Space Modeling and Simulation, Larry B. Rainey, 2004
23. Small Satellite Missions for Earth Observation, Sandau, et al., 2010
24. Satellite Technology: An Introduction, Andrew F. Inglis and Arch C. Luther, 1997
25. The Satellite Communication Ground Segment and Earth Station Handbook, 2nd Ed., Elbert, 2014
26. The Art of Systems Architecting, 3rd Ed., Maier, 2009
27. Introduction to the Mechanics of Space Robots, Genta, 2012
28. Emergence of Pico- and Nanosatellites for Atmospheric Research and Technology Testing, Shiroma/Thakker, 2010
29. Space Technologies, Materials, Structures, Paton, CRC Press, 2003
30. Spacecraft Formation Flying, Alfried et al, 2010
31. Fundamentals of Space Systems - 2nd Ed., Vincent L. Pisacane and Robert C. Moore, 2005.

Приложение 1

Критерии оценки модели ракеты

Критерии оценки	0 баллов	5 баллов	10 баллов
Устойчивость модели ракеты в полёте			
Прочность элементов конструкции			
Выполненные расчеты деталей модели ракеты			
Запись данных с барометра на SD-карту			
Срабатывание системы спасения модели ракеты			
Полезная нагрузка модели ракеты			
Траектория полёта модели ракеты			
Защита результатов полёта.			

Максимальное количество баллов 80 — зачет;

от 39 баллов и ниже — не зачет;