

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ Г. РЕУТОВ
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного
образования
«Дом детского творчества»

Московская область, 143966
г. Реутов, ул. Строителей, д.11

телефон (факс) (495) 528-55-62

«Согласовано»

Педагогический совет МБУ ДО «ДДТ»

Протокол № 1

от «25» августа 2020 г.



«Утверждено»

Директор МБУ ДО «ДДТ»

Кивва Н.Ю.

Приказ № 31 от 28 августа 2020 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«КОСМИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

Направленность: техническая

Уровень программы: базовый

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации: 2 года

Автор-составитель:

Галкин Дмитрий Игоревич,
педагог дополнительного образования

г. Реутов
2020 г.

Пояснительная записка

Создание ракетно-космической техники – сложный процесс, требующий интеллектуального труда многих специалистов: конструкторов, радиотехников, технологов, программистов, электронщиков и представителей многих других научно-технических сфер. Космическая отрасль находится на пике новых технологий, и это диктует особые требования к уровню подготовки будущих специалистов данной отрасли.

Данная программа предназначена для реализации возможности обучения школьников старшего возраста инженерному делу с углублением в космическую отрасль, демонстрации того, что такое космонавтика в принципе и развития понимания, какие компетенции необходимо развивать, чтобы в будущем профессионально развиваться в этой сфере.

Нормативно-правовые основания:

1. Конвенция о правах ребенка. Принята Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций, 20 ноября 1989 г. – ЮНИСЕФ, 1999.
2. Конституция РФ.
3. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 г. № 196 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам".
5. Концепция развития дополнительного образования детей на период до 2020 года включительно (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р).
6. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (Приложение к письму Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242).

7. Письмо Минобрнауки РФ от 11.12.2006 N 06-1844 "О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей".
8. Общие требования к определению нормативных затрат на оказание государственных (муниципальных) услуг в сфере образования, науки и молодежной политики, применяемых при расчете объема субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного (муниципального) задания на оказание государственных (муниципальных) услуг (выполнения работ) государственным (муниципальным) учреждением (утверждены приказом Министерства образования и науки РФ от 22.09.2015 № 1040).
9. Приложение к письму Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 14.12.2015 № 09-3564 «О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ».
10. СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей".
11. «Об изучении правил дорожного движения в образовательных учреждениях Московской области».
12. Устав МБУ ДО «Дом детского творчества».

Актуальность программы

В некоторых странах, в том числе и в России, для целей обучения используется так называемый проектный подход, когда ВУЗ или даже школа создают силами учащихся, под надзором практикующих специалистов и опытных инженеров, собственные маленькие спутники в образовательных целях. Это может быть как функциональный макет, так и настоящий спутник, например, формата CubeSat.

Запускаться в космос последние могут при поддержке государства вместе с другими "профессиональными" спутниками традиционным

способом на ракетах или космонавтами с борта Международной Космической Станции.

Для того, чтобы школьники и будущие студенты могли полноценно принимать участие в таких проектах, а также приходить в промышленность уже полностью сформировавшимися специалистами, подготовку будущих инженеров нужно вести со школьной скамьи, активно вовлекая их в практическую работу с "железом", дающим представление о работе реальных спутников.

Цели программы

1) Проявить у школьников осознанный интерес к инженерной деятельности и, в частности, к космонавтике.

2) Выработать самостоятельность мышления.

3) Выработать навык работы в команде.

4) Дать знания и компетенции, необходимые для будущего осмысленного участия в проектах по разработке настоящих спутников или в смежных областях.

5) Активное участие в процессе восстановления интеллектуального потенциала России через качественное обучение школьников, имеющих различные способности.

6) Патриотическое воспитание школьников через пропаганду достижений отечественной космонавтики и вовлечение в социально-значимую деятельность.

7) Формирование у школьников общей технической культуры, глубокого понимания и личностного восприятия ими проблем, стоящих перед современной космонавтикой и их начальная адаптация к научно-технической жизни.

8) Дать понимание, в какой сфере учащемуся интереснее в будущем развиваться как специалисту. А, в соответствии с этим, более осознанный выбор высшего или профессионального учебного заведения.

Задачи программы

Задачи программы следующие:

- погрузить участников в проектную деятельность для формирования навыков ведения проекта, на протяжении всех занятий формировать 4К компетенции (критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);
- проявить у учащихся интерес к инженерной деятельности в общем и космической отрасли в частном для дальнейшего самостоятельного развития необходимых компетенций;
- познакомить учащихся с физикой полета космических аппаратов;
- дать представление об устройстве спутников и их подсистем (датчиков, исполнительных органов и полезных нагрузок);
- научить синтезировать алгоритмы управления: от этапа математических формул до программной реализации на бортовом компьютере;
- научить принимать данные с реальных спутников и отправлять управляющие сигналы в соответствии с регламентом любительской радиосвязи;
- дать представление об устройстве космической отрасли в России и мире, и какие технологические вызовы сейчас стоят перед ней.

Возраст детей: 14 – 17 лет.

Срок реализации программы: 2 год.

Форма обучения и режим занятий: очная.

Режим занятий: групповые занятия.

Количество часов: 216 ч за 1 год.

Групповые занятия проводятся в специализированном классе детского технопарка «Изобретариум». В группу принимаются дети от 14 до 17 лет

после прохождения стартового уровня, а также при наличии соответствующих курсу знаний по результатам собеседования.

Количество детей в группах не более 12 человек. Такое количество детей позволяет полноценно реализовать задачи, поставленные программой.

Занятия в группах проводятся два раза в неделю по три академических часа.

Формы проведения занятий

Используются следующие формы проведения занятий:

- групповые занятия;
- практическое занятие;
- итоговые занятия;
- консультации;
- занятия-соревнования;
- просмотры видео.

Ожидаемые результаты и способы проверки их результативности

Формы подведения итогов

Профессиональные:

- общее понимание устройства космической отрасли в мире, знание истории становления космонавтики, типов спутников, астрофизики и т.д.;
- понимание физики полета космических аппаратов;
- умение собирать спутник с помощью конструктора Orbicraft и понимать функциональное назначение и принципы работы всех его составных частей;
- умение создавать алгоритмы управления и реализовать их в виде бортовых программ на языках программирования Python или C;
- умение тестировать и отлаживать работу системы управления с помощью имитаторов внешней среды Terra;

- умение создавать собственную полезную нагрузку для космического аппарата на базе Arduino и интегрировать ее с конструктором спутника Orbicraft;

- умение принимать данные и отправлять управляющие сигналы реальным космическим аппаратам в соответствии с регламентов любительской радиосвязи с помощью станции «Завиток».

Личностные:

- работа в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и т.д.;

- развитие познавательных интересов учащихся;

- умение ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений;

- навыки ведения проекта, проявление компетенции в вопросах, связанных с темой проекта, выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий;

- развитие критического мышления.

Качество освоения образовательной программы выражается 4-мя уровнями:

- **Низкий уровень:** не полностью освоил предмет образовательной программы, допускает существенные ошибки в познаниях и при выполнении практических заданий.

- **Средний уровень:** освоил предмет в полном объеме, но допускает незначительные ошибки в познаниях и при выполнении практических заданий.

- **Высокий уровень:** освоил в полном объеме предмет образовательной программы.

- **Творческий уровень:** освоил материал образовательной программы (все предметы) на высоком уровне, имеет высокие творческие

достижения, вносит в выполнение заданий свой индивидуальный творческий стиль (одаренный ребёнок).

Перевод обучающихся на следующую ступень обучения осуществляется в конце учебного года, если их знания, умения, навыки соответствуют высокому и среднему уровню результативности обучения. Если ребенок показал низкий уровень обучения, ему выдаются рекомендации по дальнейшему освоению данной программы (индивидуальные занятия, дополнительные занятия, повторное прохождение этого курса образовательной программы).

Если ребёнок достиг творческого уровня, для него разрабатывается индивидуальный творческий план, ребенок может быть инструктором у педагога и получает рекомендации для дальнейшего профессионального самоопределения.

Ежегодный, полугодовой и промежуточный мониторинг качества обучения осуществляется:

- на контрольных уроках в начале года – определяется степень развития ребенка;
- на промежуточных (полугодовых) уроках – отслеживается динамика обучения учащихся, корректируется деятельность педагога и обучающихся для предупреждения неуспеваемости;
- на итоговых (годовых) уроках – определяется уровень знаний, умений и навыков при переходе обучающихся в следующую старшую группу.

По итогам контроля заполняется ведомость «Уровень освоения программы».

Учебный план на 1-ый год

№ п/п	Название раздела	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Все, что вы хотели знать о космосе, но боялись спросить	26	10	36
2	Научно-практический	30	34	64
3	Создание собственного спутника	36	80	116
			Итого:	216

Содержание изучаемого курса

Раздел «Все, что вы хотели знать о космосе, но боялись спросить»

Теория (26): знакомство с педагогом; знакомство с основными положениями из Устава и правилами детского технопарка «Изобретариум»; знакомство с правилами техники безопасности и противопожарной охраны (основной и вводный инструктаж); знакомство с программой обучения; изучение астрономии и астрофизики, устройства Земли и принципов навигации, авиации, истории становления космонавтики, биографий выдающихся конструкторов ракетно-космической техники, классификации и технического устройства ракет и спутников, пилотируемой космонавтики, национальных космических программ России и других стран мира, космической робототехники и многое другое.

Практика (10): работа в программе SpaceEngine для изучения характеристик космических объектов; проектирование ракеты в программе OpenRocket; решение кейса по сравнительному техническому анализу ракет и спутников; определение текущего местоположения с имитацией сигналов навигационных спутников.

Прохождение данного блока позволит учащимся более осознанно воспринимать последующий учебный материал.

Раздел «Научно-практический»

Теория (30): введение в программирование на языке Python; высшая математика (вектора, тригонометрия, производные, интегралы, системы координат, матрицы); основы теории управления; физика твердого тела; знакомство с Arduino; радиоканалы.

Практика (34): практические задачи по закреплению полученных знаний по программированию, высшей математике, теории управления и физики твердого тела; Arduino; работа со станцией приема и управления спутниками «Завиток»; работа в программе Orbitron.

Раздел «Создание собственного спутника»

Теория (36): орбитальное движение космических аппаратов; устройство спутников и их бортовых подсистем; виды полезных нагрузок спутников; принципы работы датчиков и исполнительных органов системы ориентации и стабилизации спутников; основы работы с конструктором Orbicraft и имитаторами внешней среды Terra.

Практика (80): создание спутника с помощью конструктора Orbicraft; синтез алгоритмов системы ориентации и стабилизации и их отладка; работа с камерой; создание собственной полезной нагрузки.

Учебный план на 2-ый год

№ п/п	Название раздела	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Системы ориентации и стабилизации спутников	48	48	96
2	Подготовка к олимпиаде НТИ	18	21	39
3	Проектная деятельность	30	51	81
			Итого:	216

Содержание изучаемого курса

Раздел «Системы ориентации и стабилизации спутников»

Цель данного раздела дать знания и навыки учащимся в сфере того, как устроены малые космические аппараты и их системы управления. Продемонстрировать, как в промышленности происходит проектирование систем ориентации и стабилизации. И попробовать на практике закрепить полученные знания.

Раздел «Подготовка к олимпиаде НТИ»

Проводятся отдельные занятия для подготовки к олимпиаде НТИ по некоторым разделам физики и программированию. Решаются задачи по космической баллистике и космической радиосвязи.

Раздел «Проектная деятельность»

Проектная деятельность в рамках данной учебной программы ставит своей задачей расширить кругозор обучающихся, не концентрируясь только на учебной программе. Здесь они вольны выбрать любую смежную тему с тем, чтобы развить компетенции, которые, возможно, не затрагивает основная программа.

Методическое обеспечение дополнительной образовательной программы

Обязательное оборудование:

- конструктор спутника Orbicraft;
- комплекс имитации внешней среды Terra;
- станция приема и управления спутниками «Завиток»;
- платформа Arduino Mega 2560;
- радиодетали, дисплеи, сенсоры, механика, макетные платы, провода и т.д. для работы с Arduino;
- персональный компьютер с возможностью выхода в интернет и изменением сетевых настроек;
- проектор и экран;
- флипчарт.

Методы организации учебно-воспитательного процесса

Методы обучения: словесный, наглядный, практический, объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, частично-поисковый, исследовательский, проблемный, игровой, дискуссионный, проектный.

Методы воспитания

Методы воспитания следующие:

- создание творческой и дружеской атмосферы в группе;
- создание атмосферы бесконфликтных ситуаций;
- разрешение любых ситуаций коллективно, доброжелательно;
- поощрение добрых побуждений;
- организация досуга в коллективе и участие детей в общих мероприятиях технопарка;
- привлечение родителей как активных участников всех мероприятий;
- сплочение учащихся;
- формирование высоких нравственных чувств;
- воспитание доброты, культуры поведения в обществе.

Работа с родителями

Регулярное взаимодействие с родителями – одно из условий успешного учебного процесса и формирования дружного и сплоченного коллектива. Необходимо проводить регулярные родительские собрания (не реже 2 раз в год).

Педагогические технологии

- технология индивидуализации обучения;
- технология группового обучения;
- технология программированного обучения;
- технология развивающего обучения;
- технология проблемного обучения;
- технология коллективной творческой деятельности;
- технология решения изобретательских задач.

Список используемой литературы

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
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, Alfriend et al, 2010
31. Fundamentals of Space Systems - 2nd Ed., Vincent L. Pisacane and Robert C. Moore, 2005

Список литературы, рекомендуемой для обучающихся

1. В. В. Белецкий, Очерки о движении космических тел, Изд. ЛКИ, 2009
2. Илон Маск: Tesla, SpaceX и поиски фантастического будущего, Эшли Вэнс, Олимп-Бизнес, 2015
3. Л. В. Ксанфомалити, Парад планет, Издательство: Наука, 1997
4. Space Mission Engineering: The New SMAD (SME-SMAD), Wertz, Everett and Puschell, 2011
5. The Logic of Microspace, Rick Fleeter, Microcosm/Kluwer, 2000
6. Reducing Space Mission Cost, James R. Wertz and Wiley J. Larson, 1996
7. Small Satellites Past, Present and Future, Helvajian and Janson, 2009
8. Журнал "Новости космонавтики", регулярное российское издание, онлайн-версия; www.novosti-kosmonavtiki.

