

**Управление образования города Калуги
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного
образования
«Детско-юношеский центр космического образования
«Галактика» города Калуги**

ПРИНЯТО
на педагогическом совете
МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г.Калуги
протокол № 1 от 31.08.2018г.

УТВЕРЖДЕНО
приказом МБОУДО ДЮЦКО «Галактика»
г.Калуги
09.09.2018г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
детского технопарка «Кванториум»**

«Космическое погружение»

Направление – Космоквантум
Возраст обучающихся: 8-13 лет
Вводный модуль: 72 часа

г.Калуга, 2018

Пояснительная записка

Задачей данного направления является погружение обучающихся в различные инженерные области космонавтики с целью привлечения талантливой молодежи в данную развивающуюся область. Конечным итогом обучения является прохождения полного жизненного цикла создания спутникового устройства: от постановки задачи до создания космического аппарата, собственной полноценной модели ракетносителя или проведения небольшого исследования.

Актуальность космонавтики продиктована не только тем, что развитие данной области позволяет осуществлять постоянный мониторинг земной поверхности с целью своевременного получения информации, но и тем, что постепенно человечество начинает задумываться об освоении новых пространств, что открывает возможности для освоения новых ресурсных баз и территорий. Внутри самой области космонавтики условно можно выделить четыре основных направления:

- ракетостроение: создание более унифицированных ракетносителей с целью упрощения процесса вывода различных КА на орбиту;
- спутникостроение: проектирование отдельных спутников и спутниковых группировок, предназначенных для выполнения конкретной миссии;
- пилотируемая космонавтика: разработка прототипов космических кораблей;
- исследования космоса: проведение научных изысканий в области ближнего и дальнего космоса.

При составлении программы руководствуемся следующими нормативными документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;
- Приказ Минобрнауки России от 29.08.2013 № 1008 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмо Минобрнауки от 18.11.2015 № 09-3242 Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы).

Цель программы:

Приобретение учащимися компетенций и практических навыков по конструированию космических аппаратов и инженерному конструированию в целом.

Задачи программы:

- ввести обучающихся в инженерную область космонавтики;
- сформировать базовые инженерные компетенции;
- выработать навык работы в команде;
- выработать навык целеполагания;
- подготовить обучающихся к проектной деятельности.

Обоснование актуальности:

Актуальность и необходимость данной образовательной программы вводного модуля продиктована развитием космонавтики и увеличением доли частной космонавтики в России и во всем мире. Данная программа позволяет учащимся самостоятельно выбрать актуальную проблемную область и создать проект, конечный результат которого будет представлять собой полноценную инженерную разработку в области космических технологий. Описываемая образовательная программа совмещает в себе несколько

важных направлений, одновременно необходимых для разработки космических проектов: физико-математические основы космонавтики, 3D-моделирование и прототипирование, программирование, программирование устройств, основы электротехники и радиотехники, проектирование космических аппаратов и т.д.

Методы

В основе занятий лежит решение простых кейсов, имеющих отношение к области космонавтики.

Формы работы

Лекции и практические занятия проводятся в аудиториях детского технопарка «Кванториум». Часть практических занятий на местности при возможности желательно проводить в лабораториях учреждений высшего образования, расположенных вблизи Технопарка.

Форма занятий – групповая. Наполняемость группы- 14 чел. Основной упор сделан на практическую часть занятий. Программа модуля предполагает после ознакомления с теоретической базой современной космонавтики и ее техническими средствами обязательный выбор собственного уникального проекта для каждой микрогруппы (4-6 чел.) и полноценную его реализацию под руководством наставника. При этом всю работу, от постановки технического задания на разработку продукта до его выпуска учащиеся выполняют самостоятельно.

Требования к результатам освоения программы

В результате освоения образовательной программы учащиеся должны **знать**:

- основы аэродинамики и баллистики;
- основные принципы ракетостроения;
- базовые понятия в небесной механике;
- особенности выведения спутников на орбиту;
- виды и состав систем ориентации и стабилизации;
- физические принципы построения систем ориентации и стабилизации;
- состав типового космического аппарата, виды полезной нагрузки, состав модуля служебных систем и специфику его элементов;
- конструктивные особенности космических аппаратов;
- основные принципы написания бортовых алгоритмов.

В результате освоения образовательной программы учащиеся должны **уметь**:

- принимать или намечать учебную задачу, ее конечную цель;
- применять математический аппарат для решения специфических задач;
- представлять и понимать физику процессов поставленной задачи;
- разрабатывать алгоритмы управления модели спутника;
- разрабатывать алгоритмы вторичной обработки информации от чувствительных элементов спутниковых систем;
- разрабатывать простые датчики и интегрировать их с моделью спутника;
- прогнозировать результаты работы;
- планировать ход выполнения задания;
- рационально выполнять задание;
- руководить работой группы или коллектива;
- высказываться устно в виде сообщения или доклада;
- высказываться устно в виде рецензии ответа товарища;
- представлять одну и ту же информацию различными способами.

Учебный план

Целевая аудитория:

8-13 лет

Количество учеников в группах:

14 человек.

Основу программы «Космическое погружение» составляют четыре кейса, в объеме 18-часов каждый.

Раздел	Вид учебной деятельности	Название	Количество часов общее	Теория	Практика	HardSkills	SoftSkills	Место проведения
Основные принципы моделирования ракет	Кейс 1	Ракетостроение	18	5	13	3d-печать, ракетомоделирование	Творческий подход к решению технических задач, целеполагание	Квантум, хай-тек, пусковая площадка
	Занятие 1	Введение. Конструирование корпуса модели	2	1	1			
	Занятие 2	Расчет стабилизаторов	2	1	1			
	Занятие 3	Изготовление стабилизаторов	2	0	2			
	Занятие 4	Расчет и изготовление системы спасения	2	1	1			
	Занятие 5	Сборка модели, запуск. Рефлексия	2	0	2			
	Занятие 6	Анализ проблемной ситуации. Формирование команд. Выбор полезной нагрузки.	2	1	1			
	Занятие 7	Расчеты модели ракеты	2	0	2			
	Занятие 8	Конструирование	2	1	1			

		модели ракеты						
	Занятие 9	Запуск модели ракеты. Рефлексия.	2	0	2			
Небесная механика	Кейс 2	Баллистика	18	4	14	Фрезерование	Работа в команде, работа с информацией	Квантум, хай-тек
	Занятие 1	Введение. Расчет гравитационной воронки	2	1	1			
	Занятие 2	Создание гравитационной воронки. Проведение экспериментов.	2	0	2			
	Занятие 3	Моделирование полета по орбите	2	1	1			
	Занятие 4	Проведение экспериментов с тканым стендом. Анализ движения нескольких тел в системе.	2	1	1			
	Занятие 5	Проведение экспериментов по межпланетному перелету. Рефлексия.	2	0	2			
	Занятие 6	Анализ проблемной области. Постановка цели.	2	1	1			
	Занятие 7	Расчет потребной спутниковой группировки	2	0	2			
	Занятие 8	Создание и тестирование модели спутниковой группировки	2	0	2			
	Занятие 9	Защита и рефлексия	2	0	2			

Ориентация аппарата	Кейс 3	Ориентация аппарата	18	5	13	Программирование, пайка	Работа в команде, распределение ролей	Квантум, хай-тек
	Занятие 1	Введение. Изучение принципов ориентации КА	2	1	1			
	Занятие 2	Работа со стендом. Кольца Гельмгольца: создание установки.	2	1	1			
	Занятие 3	Работа со стендом. Кольца Гельмгольца: программирование установки.	2	1	1			
	Занятие 4	Работа с моделью спутника	2	0	2			
	Занятие 5	Подведение итогов. Рефлексия.	2	0	2			
	Занятие 6	Анализ проблемной области. Выбор типовой формы КА	2	1	1			
	Занятие 7	Разработка активных элементов системы	2	0	2			
	Занятие 8	Разработка пассивных элементов системы. Интеграция.	2	1	1			
	Занятие 9	Проведение испытания. Защита прототипа. Рефлексия.	2	0	2			
Моделирование полета спутника	Кейс 4	Моделирование полета спутника	18	4	14	Написание бортовых алгоритмов	Работа в команде, умение излагать суть работы	Квантум
	Занятие 1	Введение. Знакомство с подсистемами КА	2	2	0			
	Занятие 2	Написание бортовых	2	1	1			

		алгоритмов для устройства КА						
	Занятие 3	Написание бортовых алгоритмов ориентации и стабилизации. Отработка программы на стенде.	2	0	2			
	Занятие 4	Решение задач ДЗЗ. Разработка ПО.	2	0	2			
	Занятие 5	Решение задач ДЗЗ: испытания на стенде	2	0	2			
	Занятие 6	Анализ ситуации. Выбор перспективного направления доработки модели КА	2	1	1			
	Занятие 7	Работа над прототипом	2	0	2			
	Занятие 8	Испытания прототипа	2	0	2			
	Занятие 9	Защита и рефлексия.	2	0	2			
Всего:			72	18	54			

Кейсы, входящие в программу	Краткое содержание
Кейс 1. Ракетостроение	Для экологического мониторинга воздуха в вашем городе необходимо построить ракету, которая позволит делать забор проб на высоте от 0 до 500 метров. Получаемые материалы и данные должны быть привязаны к высоте, на которой были проведены измерения. Результаты измерений необходимо передать на Землю по радио или сохранить и с помощью системы спасения доставить на Землю без повреждений.
Кейс 2. Баллистика	Необходимо рассчитать параметры орбитальной группировки для решения задач отслеживания важных происшествий на территории вашего региона и обосновать выбор, в т.ч. экономически. Выбор орбиты полета космического аппарата определяется как требованиями к его функциональности, так и доступными средствами – чем выше орбита, тем дороже стоит выведение полезной нагрузки. С другой стороны, низкая и геостационарная орбита принципиально отличаются по тем возможностям, которые открываются для аппаратов.
Кейс 3. Ориентация аппарата	При запуске исследовательских систем на воздушном шаре необходимо обеспечивать ориентацию в магнитном поле Земли и стабилизацию вращения системы (например, для фото-видеосъемки в определенном направлении). Предлагается создать собственную систему ориентации и стабилизации смешанного типа и использовать ее для управления вращением груза, поднимаемого на воздушном шаре
Кейс 4. Моделирование полета спутника	Сложные космические системы включают не только космический аппарат (или группировку), но и наземный сегмент, протоколы коммуникации и другие подсистемы. Предлагается разработать систему управления умным домом, состоящую из наземного приложения (программа на компьютере или телефоне), спутника связи (с применением конструктора “ОрбиСат”) и устройства с радиопередатчиком.

Рекомендации наставникам по реализации программы

1. Предлагается начинать обучение с решения кейса по ракетостроению, так как помимо образовательного элемента данный модуль несет в себе частично и развлекательную функцию, что значительно повышает мотивацию детей к дальнейшему обучению.

2. Учебно-методический план не является жестко регламентированным. Количество занятий может варьироваться в зависимости от общего уровня группы. Также рекомендуется использовать дополнительные образовательные материалы (презентации, видеоролики, статьи) для изучения тем образовательного модуля. По окончании занятия рекомендуется обсудить вопросы модернизации устройств и механизмов, являющихся практическим результатом проведения занятий.

3. Перед началом занятия рекомендуется проверить наличие всех компонентов, инструментов материалов. Компоненты могут быть заменены на другие, обладающие аналогичными характеристиками и принципом работы по усмотрению преподавателя после проверки работоспособности.

Педагогические технологии

В процессе обучения по Программе используются разнообразные педагогические технологии:

- технологии развивающего обучения, направленные на общее целостное развитие личности, на основе активно-деятельного способа обучения, учитывающие закономерности развития и особенности индивидуума;
- технологии личностно-ориентированного обучения, направленные на развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, максимальное выявление, раскрытие и использование его опыта;
- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей;
- технологии сотрудничества, реализующие демократизм, равенство, партнерство в отношениях педагога и обучающегося, совместно вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, сотворчества;
- проектные технологии – достижение цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом;
- компьютерные технологии, формирующие умение работать с информацией, исследовательские умения, коммуникативные способности.

В практике выступают различные комбинации этих технологий, их элементов.

Перечень необходимого оборудования и расходных материалов (группа 14 учащихся, 72 часа)

№ п/п	Наименование
1.	Комплекс оборудования «Орбикрафт»
2.	Лабораторный стенд «Таблетсат – ТЕРРА»: – учебный конструктор спутника «Таблетсат-Конструктор»; – подписка на программное обеспечение – симулятор космических аппаратов «Орбита»; – учебный центр приема данных с космических аппаратов «Вьюнок»
3.	Оборудование Hi-Tech цеха
4.	Расходные комплекты для кейсов

Список источников литературы

Литература, рекомендованная для педагога:

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. Фортеस्कью, 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

Литература, рекомендованная для учащихся:

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. З. Л. В. Ксанфомалити, Парадпланет, 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 «Новостикосмонавтики», регулярноеороссийскоеиздание, онлайн-версия; www.novosti-kosmonavtiki.ru

Ресурсы для самообразования: видеоуроки, онлайн-мастерские, онлайн-квесты, тесты и т.д.

1. Быстрое конструирование стенда для запуска ракет <http://www.instructables.com/id/Rocket-Stand/> (онлайн-мастерская)
2. Создание простого цифрового телескопа <http://www.instructables.com/id/Make-simple-digital-telescope/> (онлайн-мастерская)
3. Зарядка мобильного телефона от солнечной батареи <http://www.instructables.com/id/Solar-phone-charging-systemfeaturing-sun-tracking/> (онлайн-мастерская)
4. «Основы астрономии», МГУ <https://distant.msu.ru/mod/page/view.php?id=25930> (открытые курсы)