УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА РЕУТОВ
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Дом детского творчества»

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

телефон (факс) (495) 528-55-62
e-mail: reut_ddt@mosreg.ru

«Согласовано»
Педагогический совет МБУ ДО «ДДТ»
Протокол № 6
от «13» 03 2026 г

«Утверждаю»
Директор МБУ ДО «ДДТ
_____ Кивва Н.Ю
«17» 03 2026 г.
Приказ № 45-04

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА «КОСМИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

Направленность: ***техническая***
Уровень программы: ***базовый***
Возраст обучающихся: ***от 12 до 15 лет***
Срок реализации: ***2 года, 288 ч.***

Автор-составитель:
мастер производственного обучения
Боровиков Александр Александрович

г. Реутов
2026 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа КОСМИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ (далее - Программа) реализует техническую направленность.

Уровень Программы – базовый.

Программа разработана в соответствии с нормативно-правовыми документами, регулирующими педагогический процесс в области дополнительного образования.

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 «Об образовании в Российской Федерации» от 09.12.2012 №273-ФЗ;

4. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р;

5. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерством просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629);

6. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.03.2016 № ВК-641/09 «О направлении методических рекомендаций»;

7. Письмо Минобрнауки РФ от 11.12.2006 № 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. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г.)

11. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;

12. Уставом и локальными нормативными актами МБУ ДО «ДДТ».

Актуальность программы

Проектирование космических аппаратов – довольно сложный процесс, требующий знаний большого количества различных дисциплин: математики, физики, программирования, технологии, электротехники, инженерных наук и др. Однако, с широким распространением различных образовательных космических платформ процесс проектирования космических аппаратов стал значительно проще.

Получение школьниками знаний и практических навыков по настоящей программе позволит им получить необходимую базу для дальнейшего успешного освоения курсов по спутникостроению в университетах, а также упростить процесс поступления в профильные ВУЗы через специальные программы для поступления.

Актуальность и необходимость программ по космической инженерии подтверждает тот факт, что с каждым годом открывается всё больше так называемых «Космических классов», поддерживаемых госкорпорацией «Роскосмос», появилось много федеральных образовательных космических

программ, конкурсов, олимпиад (дежурный по планете, универСат, CANSAT, национальная технологическая олимпиада), позволяющие в том числе запускать свои собственные космические аппараты!

Новизна и педагогическая целесообразность образовательной программы

Программа педагогически целесообразна, так как развивает интерес у обучающихся к космонавтике и инженерному делу, закладывает необходимый фундамент универсальных технических знаний и навыков, необходимых для профессионального становления подрастающего поколения.

Новизна программы заключается в ознакомлении учащихся с большим количеством смежных технических областей и адаптации материала для школьников заявленного возраста. Для лучшего понимания и поддержания интереса в курсе минимизировано количество формул, упрощены формулировки терминов без существенного искажения их смысла. Курс сопровождается большим количеством практики в 3D моделировании ракет и космических аппаратов, программировании алгоритмов управления космических аппаратов, проектировании орбитальных группировок, что обеспечивает глубокое понимание индустрии и развитие ключевых компетенций. Такой формат обучения делает курс максимально эффективным для подготовки востребованных специалистов в космической отрасли.

Адресат программы:

Возраст обучающихся: от 12 до 15 лет.

Возрастные особенности:

- Самостоятельность: подростки начинают осознавать свою индивидуальность и стремятся проявлять себя в различных сферах жизни, включая творчество.
- Социальная активность: возрастает потребность в общении со

сверстниками, коллективной работе и обмене идеями, что способствует развитию коммуникативных навыков.

Формирование контингента: контингент формируется без предварительного отбора.

Количественный состав группы до 15 человек.

Особенности организации образовательного процесса.

Образовательный процесс построен на комбинации теоретических и практических занятий, что позволяет обучающимся не только осваивать ключевые принципы проектирования ракет и космических аппаратов, но и сразу применять их в работе в специализированном программном обеспечении. Обучение проходит в модульном формате, где каждый этап включает лекции и практические задания. Для поддержания интереса школьников к космической отрасли еженедельно обсуждаются новости космонавтики.

Цель и задачи содержания и организация учебного процесса

Цель программы: ориентация обучающихся на выбор инженерно- и научно-технической деятельности, в частности связанной с ракетно-космическим направлением.

Задачи программы

Образовательные:

- обучить основам астрономии и небесной механики;
- ознакомить с историей космонавтики;
- ознакомить с основами проектирования ракет-носителей и автоматических космических аппаратов;
- научить использованию САПР «Компас-3D»;

- обучить языку программирования Си;
- научить программировать электронные устройства;
- научить использованию специализированного ПО;
- научить искать и анализировать информацию;
- научить паять.

Воспитательные:

- сформировать культуру общения и поведения в коллективе;
- развить навыки оптимизации личного тайм-менеджмента;
- развить чувство личной ответственности за принимаемые инженерные решения, ведения научно-технического проекта.

Развивающие:

- способствовать развитию технического склада ума и технической интуиции;
- способствовать развитию у обучающихся системного подхода к поиску, освоению и исследованию научных материалов, а также к решению инженерно-технических задач.

Межпредметные задачи программы: освоение обучающимися видов деятельности, применимых как в рамках образовательного процесса, так за его пределами. Основными метапредметными результатами, формируемыми при изучении программы являются:

- развитие критического мышления;

- развитие технического склада ума и технической интуиции;
- развитие технической речи;
- умение искать необходимую информацию и продуктивно её использовать для решения технических задач;
- навыки ведения проекта, выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий.

Личностные результаты программы – это формирование в образовательном процессе системы ценностных отношений учащихся к себе, другим участникам образовательного процесса, самому образовательному процессу, объектам познания, результатам образовательной деятельности.

Основными личностными результатами, формируемыми при изучении программы, являются:

- умение работать в команде: работа в общем ритме; эффективное распределение задач и т.д.
- развитие самодисциплины;
- развитие познавательных интересов учащихся.

Воспитательная работа

Цель – создание условий для воспитания умственных и волевых качеств, концентрацию внимания, логичность воображения, выбор жизненной позиции.

Задачи:

- способствовать развитию личности обучающегося, с позитивным отношением к себе, способного вырабатывать и реализовывать собственный взгляд

на мир, развитие его субъективной позиции;

- помочь самостоятельно оценивать происходящее и использовать накапливаемый опыт в целях самосовершенствования и самореализации в жизни.

Планируемые результаты:

- активное взаимодействие со сверстниками;
- проявлять положительные качества в различных (нестандартных) ситуациях и условиях;
- проявлять дисциплинированность, трудолюбие в достижении поставленных целей;
- оказывать помощь членам коллектива, находить с ними общий язык.

Режим реализации Программы:

Срок реализации: 2 года;

Общее количество учебных часов: 288;

Количество занятий в неделю: 2;

Количество часов (академических) в неделю: 4;

Формы обучения: Очная;

Формы организации образовательного процесса: индивидуальная, групповая.

Используются следующие формы проведения занятий:

- групповые занятия;
- итоговые занятия;
- открытые занятия для родителей;

- просмотры;
- квиз (игра);
- защита проекта;
- интегрированные занятия.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН НА ПЕРВЫЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ

№	Название раздела, темы	количество учебных часов			формы проведения занятий	формы контроля
		всего	теория	практика		
1	Введение в космическую инженерию	4	2	2	Семинары	Диагностика образовательных результатов учащихся
2	Раздел 1. Астрономия	20	12	8	Лекции, семинары	Расширенный опрос
3	Раздел 2. История космонавтики	8	4	4	Лекции, семинары	Квиз-игра
4	Раздел 3. Основы работы в САПР «Компас-3D»	20	4	16	Лекции, практические занятия	Самостоятельная работа
5	Раздел 4. Основы устройства ракет-носителей	32	12	20	Лекции, практические занятия	Самостоятельная работа
6	Раздел 5 Проект «Проектирование и создание макета ракеты-носителя»	58	0	58	Практические занятия	Защита проекта
7	Итоговое занятие	2	0	2	Семинар	Дискуссия
	ИТОГО	**144**	**34**	**110**		

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (ПЕРВЫЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ)

Введение в космическую инженерию (4 часа)

Теория: Знакомство с педагогом. Инструктаж по технике безопасности на занятиях (основной и вводный инструктаж). Обзор курса. Введение в космическую инженерию. Диагностика образовательных результатов учащихся.

Практика: Дискуссия «Зачем нужна космонавтика?»

Раздел 1. Астрономия (20 часов)

Теория: Введение в астрономию. Основные астрономические понятия и термины. Телескопы: наземные и космические. Спектральный анализ света. Эффект Доплера. Измерение пространства: радио- и лазерная локация, триангуляция, параллакс. Солнечная система: планеты, спутники, астероиды и кометы. Эволюция взглядов на строение космоса. Законы Кеплера, закон Всемирного тяготения, законы Ньютона. Виды орбит. Первая и вторая космические скорости. Звёзды, скопления звёзд, галактики, скопления галактик. Светимость звёзд. Устройство Вселенной. Хронология Вселенной: от Большого взрыва до будущего Земли, Солнечной системы и Вселенной в целом.

Практика: Опыты со светом: выпуклые и вогнутые линзы, призма. Расчёт первой и второй космической скорости для различных объектов. Работа в Stelarium.

Раздел 2. История космонавтики (8 часов)

Теория: Пионеры космонавтики: Циолковский, Оберт, Годдард. Формула Циолковского. Идеальная ракета. Первые шаги в космосе: Спутник-1, Лайка, Белка и Стрелка, Гагарин, Терешкова, Леонов. Лунная гонка. Орбитальные станции.

Практика: Анализ фото- и видеоматериалов. Квиз-игра.

Раздел 3. Основы работы в САПР «Компас-3D» (20 часов)

Теория: Основы моделирования в САПР «Компас-3D»: эскизирование, инструменты эскиза, твердотельное моделирование, параметризация, создания сборочных единиц, сопряжения, создание и оформление чертежей по ЕСКД, разработка спецификаций.

Практика: Практическая работа по моделированию деталей и сборочных единиц, оформлению чертежей и спецификаций. Проект «Историческая ракета».

Раздел 4. Основы устройства ракет-носителей (32 часов)

Теория Устройство ракеты-носителя. Законы Ньютона и реактивное движение. Двигатели, принцип работы реактивного двигателя. Конструкция ракет-носителей. Топливные системы. Стабилизация и управление ракетами-носителями. Баллистика, орбиты и манёвры.

Практика: Моделирование в Компас-3D частей ракеты-носителя. Проект «Двигательная установка».

Раздел 5. Проект «Проектирование и создание макета ракеты-носителя» (58 часов)

Практика: Обзор современных ракет-носителей. Разработка технического задания на проект. Моделирование в Компас-3D макета ракеты-носителя. Подготовка моделей к 3D печати. Изготовление и сборка макета. Подготовка презентации к защите проекта.

Итоговое занятие (2 часа)

Практика: Защита проектов. Обсуждение пройденного курса.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН НА ВТОРОЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ

№	Название раздела, темы	количество учебных часов			формы проведения занятий	формы контроля
		всего	теория	практика		
1	Вводное занятие. Знакомство с содержанием курса. Инструктаж по технике безопасности	2	2	0	Семинар	Диагностика образовательных результатов учащихся
2	Раздел 1. Проектирование космических аппаратов	46	22	24	Лекции, семинары, практические занятия	Защита проекта
3	Раздел 2. Язык программирования Си	16	4	12	Лекции, практические занятия	Самостоятельная работа
4	Раздел 3. Алгоритмы управления космическим аппаратом	34	8	26	Лекции, практические занятия	Самостоятельная работа
5	Раздел 4. Небесная механика	24	6	18	Лекции, семинар, практические занятия	Расширенный опрос
6	Раздел 5. Электронные устройства на основе Arduino	20	6	14	Лекции, практические занятия	Самостоятельная работа
7	Итоговое занятие	2	0	2	Семинар	Дискуссия
	ИТОГО	**144**	**48**	**96**		

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (ВТОРОЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ)

Вводное занятие (2 часа)

Теория: Изложение целей курса. Инструктаж по технике безопасности на занятиях. Диагностика образовательных результатов учащихся.

Раздел 1. Проектирование космических аппаратов (46 часов)

Теория: Пилотируемая и непилотируемая космонавтика. Назначение КА. Виды полезной нагрузки. Влияния полезной нагрузки на облик КА и состав его систем. Жизненный цикл КА. Этапы проектирования КА. Проектирование систем КА. Виды испытаний. Спецификация КА типа CubeSat.

Практика: Обсуждение задач, решаемых КА. Обсуждение особенностей проектирования КА различного назначения. Проект «Разработка 3D-модели КА типа CubeSat».

Раздел 2. Язык программирования Си (16 часов)

Теория: Краткая история языка Си. Области применения языка Си. Процесс компиляции программы: препроцессор, компиляция, компоновка. Стандартная библиотека. Функции ввода-вывода. Имена и типы переменных, константы. Стандартные операции над числовыми и строковыми переменными. Условные операторы. Циклы. Указатели и адреса. Адресная арифметика. Массивы. Функции. Области видимости. Заголовочные файлы. Библиотеки. Статические переменные. Структуры.

Практика: Написание программы «Hello, World!», простейших программ для решения задач по физике, вычисления корней квадратных уравнений, вычисления факториала, определения максимального числа последовательности, сортировки «пузырьком», вычисления площади треугольника.

Раздел 3. Алгоритмы управления космическим аппаратом (34 часа)

Теория: Изучение состава конструктора «ОрбиКрафт» и техники безопасности при работе с конструктором. Датчик угловой скорости: назначение, устройство и принцип работы. Солнечный датчик: назначение, устройство и принцип работы. Магнитометр: назначение, устройство и принцип работы. Двигатель-маховик: назначение, устройство и принцип работы. Закон сохранения импульса. Алгоритм одноосной стабилизации. ПИД-регулятор. Низкочастотные и высокочастотные приёмники и передатчики.

Практика: Написание первой программы для спутника. Написание программ для проверки работы приборов. Программа «Получение азимута с магнитометра», калибровка магнитометра. Написание программ: «Стабилизация спутника», «Стабилизация спутника с использованием ПИД-регулятора», «Ориентация спутника с помощью магнитометра», «Ориентация спутника по солнечным датчикам», «Приём телеметрии со спутника». Реализация миссии дистанционного зондирования Земли.

Раздел 4. Небесная механика (24 часа)

Теория: Основные сведения из астрономии. Устройство Солнечной системы. Земля и околоземное пространство. Системы координат. Системы отсчёта времени. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Понятие орбиты. Типы орбит. Элементы орбиты. Понятие космической скорости. Понятие орбитальных манёвров. Одноимпульсный и межорбитальный перелёт. Задача Ламберта. Принципы орбитального маневрирования КА. Режимы стыковки. Трасса КА. Трассы КА для характерных орбит.

Практика: Знакомство с программами KSP и GMAT. Управление КА в KSP. Построение орбит в KSP и GMAT. Моделирование Гомоновского перелёта в GMAT и KSP. Расчёт необходимых импульсов в GMAT. Определение орбит КА для покрытия Земли с необходимой периодичностью. Планирование Лунной миссии в GMAT. Полёт КА на Луну в KSP. Стыковка КА в KSP. Определение времени нахождения КА в тени в GMAT. Определение параметров орбиты космического аппарата из условия сеанса связи в заданный момент времени в GMAT. Знакомство с программами SDR#, Orbitron. Приём данным с реального спутника с использованием наземной станции «Завиток». Обработка снимков, полученных с метрологического космического аппарата.

Раздел 5. Электронные устройства на основе Arduino (20 часов)

Теория: Микроконтроллеры серии «Arduino». Устройство Arduino. Аналоговые и цифровые сигналы. Основные радиодетали: резистор, конденсатор,

диод, транзистор. Закон Ома. Токоограничивающий, подтягивающий и стягивающий резистор. Делитель напряжения. Сенсоры. Широтно-импульсная модуляция. Интерфейсы для обмена данными: UART, I2C, SPI. Прерывания.

Практика: Знакомство с микроконтроллерами серии «Arduino». Разработка устройств «Маячок», «Маячок с нарастающей яркостью», «Светильник с кнопочным управлением», «Светильник с управляемой яркостью», «Ночной светильник», «Кнопочный переключатель», «Миксер», «Метеостанция». Пайка электрических схем.

Итоговое занятие (2 часа)

Практика: Обсуждение пройденного курса. Беседа о дальнейшем продолжении обучения в рамках курса «Проектная инженерия».

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Обучающиеся должны

Знать:

- основы астрономии и небесной механики;
- историю космонавтики;
- основы устройств ракет-носителей и космических аппаратов;
- методики проектирования систем космических аппаратов;
- физику полёта космических аппаратов;
- язык программирования Си.

Уметь:

- создавать в САПР «Компас-3D» детали и сборочные единицы, а также компоновочную схему ракеты-носителя и космического аппарата;
- проводить баллистический анализ с использованием программы GMAT;
- принимать данные с реальных космических аппаратов;
- создавать алгоритмы управления космического аппарата и реализовывать их в виде бортовых программ на языке программирования Си;
- создавать устройства на основе платформы «Arduino»;
- паять.

Сформированные универсальные учебные действия

Личностные:

- развитие устойчивого интереса к техническому творчеству и космической отрасли;
- воспитание трудолюбия, ответственности и уважения к чужому труду.

Познавательные:

- способность анализировать и синтезировать информацию для создания уникальных проектов;
- умение находить новые подходы к решению творческих задач;
- навык самостоятельного поиска и обработки информации для выполнения заданий.

Коммуникативные:

- умение эффективно взаимодействовать с коллегами в процессе совместной работы;
- способность ясно выражать свои мысли и идеи при защите проектов;
- развитие навыков конструктивного обсуждения и критики.

Регулятивные:

- планирование своей учебной деятельности и распределение времени на выполнение заданий;
- оценка достигнутых результатов и корректировка действий для достижения целей;

- управление своими эмоциями и поведением в условиях творческой работы.

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов:

Педагогическое наблюдение за активностью и прогрессом обучающихся на занятиях.

Анализ выполненных творческих заданий, тестов и опросов.

Мониторинг успеваемости с использованием дневников достижений и карт оценки результатов.

Портфолио обучающихся, включающее лучшие работы и проекты.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов:

Участие в конкурсах, демонстрирующих достижения учеников.

МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Оборудование и программное обеспечение:

- учебная аудитория, оборудованная компьютерной сетью Wi-Fi;
- персональные компьютеры (ноутбуки);
- проектор с экраном;
- конструктор спутника «ОрбиКрафт» вместе с комплексом имитаторов космической среды «Терра»;
- станция приёма и управления спутниками «Завиток»;
- штангенциркули;
- паяльные станции;
- припой, флюс, оплётка для выпайки;
- пинцет, оловоотсос;
- платы «Arduino UNO» или аналоги;
- кабели для подключения Arduino к ПК;
- провода для беспаечного макетирования;
- провода для пайки;
- макетные беспаечные платы;

- макетные паечные платы;
- радиодетали: наборы резисторов, конденсаторов, светодиодов; тактовые кнопки; диоды; диоды Зенера; стабилизаторы на 5В; RGB-светодиоды, транзисторы (биполярные и полевые); моторы постоянного тока; сервоприводы, фоторезисторы; датчики температуры с интерфейсом I2C; потенциометры; потенциометры с интерфейсом SPI; драйверы двигателей; девятиосевой датчик положения GY-85.

Необходимое программное обеспечение:

- пакет программ Microsoft Office;
- САПР «Компас-3D»;
- Notepad++ с расширением под конструктор спутника «ОрбиКрафт»;
- ПО ЦУП;
- Magneto;
- GMAT;
- Arduino IDE;
- Spring-Layout;
- браузер с выходом в интернет.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Используемые педагогические технологии:

- проектная методика: обучение через создание и реализацию творческих проектов, позволяющих интегрировать полученные знания и навыки;
- игровые технологии: использование игровых элементов для повышения вовлеченности и мотивации учащихся.

Методы обучения и воспитания:

- объяснительно-иллюстративный метод: передача теоретических знаний с помощью наглядных примеров и демонстрационных материалов;
- репродуктивный метод: закрепление полученных знаний путем повторения и практического применения;
- метод проблемного обучения: постановка задач, требующих самостоятельного поиска решений и развития креативного мышления;
- методы воспитания: развитие дисциплинированности, ответственности и уважительного отношения к другим участникам образовательного процесса.

Алгоритм учебного занятия (краткое описание структуры занятия и его этапов):

- организационный этап: приветствие, проверка готовности к занятию, обсуждение плана урока;
- актуализация знаний: опрос или тестирование для проверки усвоенного ранее материала;
- изложение нового материала: лекционная часть с демонстрацией примеров и разъяснением ключевых понятий;

- практическая работа: выполнение заданий под руководством преподавателя с акцентом на освоение новых навыков;
- подведение итогов: обсуждение проделанной работы, обратная связь от преподавателя, задание на дом.

Структура проведения теоретической части занятий:

1. Учащиеся входят в класс и рассаживаются.
2. Объяснение и обсуждение нового материала.
3. Подведение итогов, замечания, вопросы.

Структура проведения практической части занятий:

1. Учащиеся входят в класс и рассаживаются.
2. Ученики получают задание.
3. Контроль за выполнением учениками задания, помощь со стороны преподавателя.
4. Просмотр работ, с обсуждением.

Дидактические материалы:

- картинно-динамический материал: фотографии, видеоролики, презентации;
- дидактические пособия: тесты, практические упражнения, инструкции по использованию программного обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПЕДАГОГА

1) Алифанов, О.М. Баллистические ракеты и ракеты-носителе. Пособие для студентов вузов / О.М. Алифанов, А.Н. Андреев, В.Н. Гущин и др.; Под ред. О.М. Алифанова. – М.: Дрофа, 2004. – 512 с.: ил.

2) Блум, Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. 2-е изд.: пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 544 с.: ил.

3) Джонс М.Х. Электроника – практический курс. – Москва: Техносфера, 2006. – 512с.

4) Добровольский, М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. Д.А. Ягодникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 488 с.: ил.

5) Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория расчет и проектирование : учебник для авиа- и ракетостроительных специальностей вузов / А.А. Доровеев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 463, [1] с.: ил.

6) Зеленцов, В.В. Основы баллистического проектирования искусственных спутников Земли : учеб. пособие / В.В. Зеленцов, В.П. Казаковцев. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 174, [2] с. : ил.

7) Иванов, Н.М. Баллистика и навигация космических аппаратов / Н.М. Иванов, Л.Н. Лысенко. – М. : Изд-во Дрофа, 2004. – 544 с. : ил.

8) Керниган, Брайан У., Ритчи, Деннис М. Язык программирования С., 2-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2009. – 304 с. : ил. – Парал. тит. англ.

9) Мак-Комб, Г., Бойсен, Э. Радиоэлектроника для чайников. : Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2015, - 400 с. : ил. – Парал. тит. англ.

10) Охоцимский Д.Е., Сихарулидзе Ю.Г Основы механики космического полёта: Учеб. пособие. – М.: Наука. Гл. ред. физ. мат. лит., 1990. – 448 с.

11) Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П. Фортексью, Г. Суайнерда, Д. Старка; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 764 с.

12) Скляр, Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с. : ил. – Парал. тит. англ.

13) Скотт, Зак. Вселенная. Краткая история космоса: от Солнечной системы до темной материи / Зак Скотт: пер. с англ. В.И. Фролова. – М.:КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2024. – 240 с.: ил.

14) Сурдин В.Г. Астрономия для старших школьников / В.Г. Сурдин. – 2023.

15) Суханов, А.А. Астродинамика. Серия «Механика, управление и информатика». – М.: Учреждение Российской академии наук. Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН), 2010. – 103 с.

16) Туманов, А.В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов : учеб. пособие / А.В. Туманов, В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 344, [1] с. : ил.

17) Чеботарев, В.Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения : учеб. пособие / В.Е. Чеботарёв, В.Е. Косенко; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011. 488 с., [24] с. ил.

18) Эльясберг, П.Ф. Введение в теорию искусственных спутников Земли. – М. : Изд-во «Наука», 1965. – 540 стр. с ил.

19) Wijker, J.J. Spacecraft structures / J.J. Wijker – Berlin Heidelberg: Springer, 2008. – 504 p.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ И РОДИТЕЛЕЙ (ЗАКОННЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ)

1) Образовательная информация по космической деятельности в РФ для детей, а также сведения о проводимых олимпиадах и чемпионатах по спутникостроению в России; https://space4kids.ru/.

2) Платформа с образовательными курсами, в том числе бесплатными; https://stepik.org/

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа (КОСМИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ)

№	Месяц	Неделя месяца	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведе-ния	Форма контроля
Вводное занятие							
1	Сентябрь	1	Лекция	2	Инструктаж по ТБ. Повторение материала первого года обучения	МБУ ДО «ДДТ»	Фронтальный опрос
Раздел 1. Проектирование космических аппаратов							
2		1	Лекция	2	Пилотируемая и непилотируемая космонавтика. Назначение КА.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
3		2	Лекция	2	Пилотируемая и непилотируемая космонавтика. Назначение КА.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
4		2	Семинар	2	Обсуждение задач, решаемых КА	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль
5		3	Лекция	2	Спецификация КА типа CubeSat.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
6		3	Практическая работа	2	Определение задач для CubeSat, обзор аналогов	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
7		4	Лекция	2	Виды полезной нагрузки. Влияния полезной нагрузки на облик КА и состав его систем.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
8		4	Лекция	2	Виды полезной нагрузки. Влияния полезной нагрузки на облик КА и состав его систем.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
9		5	Практическая работа	2	Моделирование полезной нагрузки	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
10	Октябрь	1	Практическая работа	2	Моделирование полезной нагрузки	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
11		2	Лекция	2	Жизненный цикл КА. Этапы проектирования КА	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
12		2	Практическая работа	2	Определение состава систем CubeSat	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа

№	Месяц	Неделя месяца	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведе-ния	Форма контроля
13		3	Лекция	2	Система управления и система ориентации и стабилизации	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
14		3	Практическая работа	2	Создание 3D модели системы управления и системы ориентации и стабилизации	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
15		4	Лекция	2	Система связи	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
16		4	Практическая работа	2	Создание 3D модели системы связи	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
17		5	Лекция	2	Система энергоснабжения	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
18		5	Практическая работа	2	Создание 3D модели системы энергоснабжении	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
19	Ноябрь	2	Лекция	2	Система обеспечения теплового режима	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
20		2	Практическая работа	2	Разработка сборки CubeSat	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
21		3	Практическая работа	2	Разработка сборки CubeSat	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
22		3	Практическая работа	2	Изготовление чертежей	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
23		4	Практическая работа	2	Изготовление чертежей	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
24		4	Лекция	2	Виды испытаний КА	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
Раздел 2. Язык программирования Си							
25		5	Лекция	2	Краткая история языка Си. Области применения языка Си. Процесс компиляции программы. Стандартная библиотека.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
26	Декабрь	1	Практическая работа	2	Написание программы «Hello, World!»	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
27		1	Лекция	2	Основные элементы языка	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
28		2	Практическая работа	2	Решение задач по физике	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
29		2	Практическая работа	2	Решение задач по физике	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа

№	Месяц	Неделя месяца	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведе-ния	Форма контроля
30		3	Практическая работа	2	Вычисление корней квадратных уравнений	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
31		3	Практическая работа	2	Сортировка пузырьком	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
32		4	Практическая работа	2	Вычисление площади треугольника	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
Раздел 3. Алгоритмы управления космическим аппаратом							
33		4	Лекция	2	Система ориентации и стабилизации. Основные приборы	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
34		5	Семинар	2	Новогодний космический квиз	МБУ ДО «ДДТ»	Квиз
35	Январь	3	Лекция	2	Изучение состава конструктора «ОрбиКрафт» и техники безопасности при работе с конструктором.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
36		3	Практическая работа	2	Написание первой программы для спутника	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
37		4	Практическая работа	2	Написание программ для проверки работы приборов	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
38		4	Практическая работа	2	Программа «Получение азимута с магнитометра», калибровка магнитометра	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
39		5	Практическая работа	2	Программа «Получение азимута с магнитометра», калибровка магнитометра	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
40		5	Лекция	2	Закон сохранения импульса. Алгоритм одноосной стабилизации	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
41	Февраль	1	Практическая работа	2	Написание программы: «Стабилизация спутника»	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
42		1	Лекция	2	ПИД-регулятор	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос

№	Месяц	Неделя месяца	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведе-ния	Форма контроля
43		2	Практическая работа	2	Написание программы: «Стабилизация спутника с использованием ПИД-регулятора»	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
44		2	Практическая работа	2	Написание программы: «Стабилизация спутника с использованием ПИД-регулятора»	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
45		3	Практическая работа	2	Написание программы: «Ориентация спутника с помощью магнитометра»	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
46		3	Практическая работа	2	Написание программы: «Ориентация спутника с помощью магнитометра»	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
47		3	Практическая работа	2	Ориентация спутника по солнечным датчикам	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
48		4	Практическая работа	2	Приём телеметрии со спутника	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
49	Март	1	Практическая работа	2	Реализация миссии дистанционного зондирования Земли.	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
Раздел 4. Небесная механика							
50		1	Лекция	2	Основные сведения из астрономии. Устройство Солнечной системы. Земля и околоземное пространство.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
51		2	Лекция	2	Системы координат. Системы отсчёта времени. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Понятие орбиты. Типы орбит. Элементы орбиты.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос

№	Месяц	Неделя месяца	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведе-ния	Форма контроля
52		3	Практическая работа	2	Знакомство с программой KSP: управление КА, построение орбит	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
53		3	Практическая работа	2	Знакомство с программой GMAT: управление КА, построение орбит	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
54		4	Лекция	2	Одноимпульсный и межорбитальный перелёт. Задача Ламберта. Трасса КА.	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
55		4	Практическая работа	2	Моделирование Гомоновского перелёта в KSP	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
56		5	Практическая работа	2	Моделирование Гомоновского перелёта в GMAT	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
57	Апрель	1	Практическая работа	2	Определение орбит КА для покрытия Земли с необходимой периодичностью	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
58		2	Практическая работа	2	Определение времени нахождения КА в тени в GMAT	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
59		2	Практическая работа	2	Определение параметров орбиты космического аппарата из условия сеанса связи в заданный момент времени в GMAT	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
60		3	Практическая работа	2	Планирование Лунной миссии в GMAT. Полёт КА на Луну в KSP	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа

№	Месяц	Неделя месяца	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведе-ния	Форма контроля
61		3	Практическая работа	2	Знакомство с программами SDR#, Orbitron. Приём данным с реального спутника с использованием наземной станции «Завиток».	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
Раздел 5. Электронные устройства на основе Arduino							
62		4	Лекция	2	Микроконтроллеры серии «Arduino». Устройство Arduino. Аналоговые и цифровые сигналы. Основные радиодетали	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
63		4	Практическая работа	2	Знакомство с микроконтроллерами серии «Arduino».	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
64		5	Практическая работа	2	Разработка устройств «Маячок», «Маячок с нарастающей яркостью»	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
65		5	Лекция	2	Закон Ома. Токоограничивающи, подтягивающий и стягивающий резистор. Делитель напряжения. Сенсоры. Широтно-импульсна я модуляция	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
66	Май	2	Практическая работа	2	Светильник с кнопочным управлением, Светильник с управляемой яркостью	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
67		3	Практическая работа	2	Ночной светильник, Кнопочный переключатель	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа

№	Месяц	Неделя месяца	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведе-ния	Форма контроля
68		4	Лекция	2	Интерфейсы для обмена данными: UART, I2C, SPI. Прерывания	МБУ ДО «ДДТ»	Текущий контроль, опрос
69		4	Практическая работа	2	Метеостанция	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
70		5	Практическая работа	2	Метеостанция	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
71		5	Практическая работа	2	Пайка электрических схем	МБУ ДО «ДДТ»	Самостоятельная работа
Итоговое занятие							
72		6	Семинар	2	Обсуждение пройдённого курса. Беседа о проектной деятельности.	МБУ ДО «ДДТ»	Опрос
ИТОГО				**144**			

Приложение № 1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины

Для объективной оценки успехов обучающихся устанавливаются следующие критерии, каждый из которых имеет свою шкалу баллов:

Знание теоретического материала:

- Основы астрономии и небесной механики (10 баллов)
- Истории космонавтики (5 баллов)
- Основы устройства ракет-носителей (10 баллов)
- Основы устройства космических аппаратов (10 баллов)

Практические навыки:

- Уверенное владение инструментами САПР «Компас-3D» (10 баллов).
- Уверенное владение инструментами GMAT (10 баллов).
- Умение работать с конструктом спутника «ОрбиКрафт» (10 баллов)
- Умение работать с Arduino (5 баллов)
- Умение паять (5 баллов)

Творческая инициатива и оригинальность идей:

- Уникальные и креативные решения при разработке проектов (5 баллов).
- Эффективное планирование времени и усилий для выполнения заданий (5 баллов).
- Самостоятельный поиск и обработка необходимой информации (5 баллов).
- Активное участие в групповых проектах и демонстрация навыков командной работы (5 баллов).

Качество выполненных проектов:

- Аккуратное исполнение работ, соответствующее установленным стандартам (5 баллов).

Максимальная сумма баллов: 100 баллов
90-100 баллов: Обучающийся демонстрирует отличное владение материалом и высокий уровень креативности.
75-89 баллов: Хорошее владение материалом, но возможны незначительные ошибки или отсутствие полной оригинальности.
60-74 балла: Удовлетворительное владение материалом, требуются дополнительные усилия для улучшения навыков.
Менее 60 баллов: Необходимо значительное улучшение как теоретических знаний, так и практических навыков.