

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДЕТСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ»
В ГОРОДЕ НЕВИННОМЫССКЕ»

Принята на заседании
педагогического совета
от «29» августа 2025 года
Протокол № 1

УТВЕРЖДАЮ

Директор АНО ДО «Кванториум»
Чилхачоян Т.В.

от «29» августа 2025 года
Приказ № 35



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

технической направленности

«Космоквантум»

(название программы)

Уровень программы: углубленный

Возрастная категория: от 12 до 18 лет

Состав группы: до 14 человек

Срок реализации: 1 год – 144 ч.

Автор-составитель:

Холощак Э.А., педагог
дополнительного образования

Сасин А.В., педагог
дополнительного образования

г. Невинномысск, 2025 год

Содержание

1. Информационная карта программы	3
2. Пояснительная записка	5
3. Учебно-тематический план	12
4. Календарно-тематический план	20
5. Содержание модулей учебно-тематического плана	21
6. Методическое обеспечение программы	44
7. Материальное обеспечение программы	47
Список литературы	51

Информационная карта программы

Наименование учреждения	Автономная некоммерческая организация дополнительного образования «Детский технопарк «Кванториум» в городе Невинномысске»
Адрес учреждения	Ставропольский край, г. Невинномысск, ул. Белово 4Б
ФИО ПДО	Сасин Артём Викторович Холощак Элла Александровна
Название программы	«Космоквантум. Углубленный модуль» (Углубленные знания в области ракетостроения, спутникостроения)
Тип программы	Дополнительная общеразвивающая
Направленность	Научно-техническая
Срок реализации	1 год
Общий объем программы в часах	144
Целевая аудитория обучающихся	12 -17 лет
Аннотация программы	Программа выполняет как образовательную, так и профориентационную роль и позволяет обучающемуся приобрести углубленные знания в области ракетостроения, спутникостроения и смежных наук и направлений. Дополнительная общеразвивающая программа охватывает области, связанные с астрономией, ракетостроением, спутникостроением освоением космоса, системами жизнеобеспечения в космических аппаратах, дистанционного зондирования земли и т.д. Программа позволяет повысить интерес обучающихся к изучению предметов естественнонаучного, инженерного профиля, через освоение ряда дисциплин, не рассматриваемых в базовом школьном курсе, а также через ведение учебно-исследовательской деятельности в рамках этих дисциплин. Общеразвивающая программа включает использование современного оборудования. Обучающиеся знакомятся со структурными уровнями космической среды, строением и принципом действия космических аппаратов (ракет, спутников). Работа на современном оборудовании лаборатории Космоквантума позволит закрепить и углубить теоретические знания на практике.
Планируемые результаты (компетенции)	В результате освоения общеразвивающей программы обучающиеся должны уметь: • принимать или намечать учебную задачу, её конечную цель; • применять математический аппарат для решения специфических задач; • представлять и понимать физику процессов

	поставленной задачи; • разрабатывать алгоритмы управления простейшими системами и датчиками, интегрирования 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 на ответ товарища; • представлять одну и ту же информацию различными способами
--	--

Пояснительная записка

Научно-техническое творчество — это творческое применение научных принципов и достижений техники для решения конкретных проблем и задач. На более высоком и профессиональном уровне подобную деятельность называют инжинирингом.

Инжиниринг — это область человеческой интеллектуальной деятельности, дисциплина, профессия, задачей которой является применение достижений науки, техники, использование законов природы и ресурсов для решения конкретных проблем, целей и задач человечества. Инжиниринг находится на стыке науки и производства: применяя полученные знания и собственное мышление, инженер проектирует новые концепции, модели, продукты, процессы для решения конкретных технических задач.

Современные космические технологии стали неотъемлемой частью нашей жизни, любой современный человек пользуется навигационными сервисами и системами связи. Эти технологии используются в совершенно различных сферах, начиная от реагирования при чрезвычайных ситуациях и заканчивая маркетингом. Изучение объектов глубокого космоса дает возможность человеку понять устройство вселенной для понимания и изучения основ устройства окружающего мира и природных явлений.

Необходимость разработки и внедрения предлагаемого модуля в образовательный процесс основана на предоставлении возможности обучающемуся после освоения базового модуля программы продолжения обучения на новом, углубленном уровне через реализацию проекта по космической тематике. Для решения этой проблемы разработан углубленный модуль программа.

Актуальность программы:

Развитие космических технологий играет одну из важнейших ролей в научно-техническом прогрессе. Разработка автоматических и пилотируемых космических систем способна затронуть развитие науки, техники и технологии в Российской Федерации. Поэтому необходимо применять

раннюю профессиональную ориентацию на отрасль, чтобы как можно меньше времени терять на «ввод в строй» после окончания высшего учебного заведения.

Команды единомышленников, сформированные в детском технопарке, способны после получения определённого уровня компетенций, опыта работы в коллективе занять важное место в отрасли как отдельно, так и в составе огромного коллектива, предприятия.

Новизна программы:

- Разработана на основе реальных задач космической отрасли. В образовательном процессе участвуют специалисты космической отрасли, способные вдохновить детей на саморазвитие, а также правильно поставить задачу инженерно-технического проекта, указав её место в реальной разработке систем;

- Отличительной особенностью программы является реализация комплексного подхода при проведении занятий, проектной деятельности. Космическая тематика является «красной нитью», объединяющая проекты направлений «Космо», «Робо» и «IT». Данный модуль программы носит ярко выраженный практический характер и призван сформировать у обучающихся знания, навыки и умения в таких стремительно развивающихся областях науки и техники, как 3D-моделирование, конструирование и проектирование.

Педагогическая целесообразность данной программы заключается в том, что она отвечает потребностям общества и образовательным стандартам второго поколения в формировании компетентной, творческой личности.

Содержание программы определяется с учётом возрастных особенностей обучающихся, широкими возможностями социализации в процессе общения.

Целями общеразвивающей программы является:

Обучение инженерным навыкам, лежащим в основе ракетостроения и современной космонавтики. Формирование представления о современном состоянии космических технологий и об их влиянии на жизнь общества через

проектную деятельность, а также повышение мотивации обучающегося для самостоятельного развития, образования и помощь в выборе направления дальнейшей профессиональной деятельности.

Задачи общеразвивающей программы:

- создание для школьников условий, позволяющих раскрыть в себе созидателя, творца, исследователя;

- поддержка и развитие школьных технических проектов по космонавтике, поиск возможностей их реализации в будущих проектах;

- патриотическое воспитание школьников через пропаганду достижений отечественной космонавтики и вовлечение в социально – значимую деятельность.

- 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;

- активное участие в процессе восстановления интеллектуального потенциала России через качественное обучение школьников

- подготовить кадровый резерв для предприятий космической отрасли;

- создать инновационные решения, прототипы и экспериментальные образцы для перспективных космических комплексов с использованием ресурсов;

- обучить теоретическим знаниям о космическом пространстве;

- познакомить с физикой космических полетов.

- развить интерес обучающихся к исследовательской и инженерно-технической деятельности;

- развить умения творчески подходить к решению поставленных задач;

- развить умения самостоятельно ставить и решать задачи;

- развить фантазии и образного мышления;

- сформировать человека, готового к творческой деятельности в любой

области;

- сформировать умения работать в команде;
- подготовить обучающегося к высокому уровню соревнований среди талантливой молодёжи: Олимпиада НТИ, Junior Skills, «Шаг в будущее».

Форма занятий

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий. Занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает практическая часть.

При проведении занятий традиционно используются три формы работы:

- объяснительно-иллюстрационная, когда обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах;
- фронтальная, когда обучающиеся синхронно работают под управлением педагога;
- самостоятельная, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий;
- возможные формы проведения занятий: практикум, беседа, рисование эскиза модели робота, конструирование робота, творческие мастерские, лекции, соревнование, защита проекта и др.

Ожидаемые результаты.

По завершению данного модуля программы обучающиеся получат следующие практико-ориентирующие компетенции: навыки технического мышления, творческого подхода к выполнению поставленной задачи, развитие пространственное воображение и внимательность к деталям, умение четко излагать свои мысли и отстаивать свою точку зрения по вопросам, связанным с использованием передовых технологий при проектировании, конструировании и 3D-моделировании в инженерной сфере.

Будет сформирована новая для обучающегося область знаний,

являющая собой кусочек научно-технической картины мира. Главный запланированный результат – появление заинтересованных ребят или даже групп, которые не остановятся на уже полученных знаниях о Космосе, а продолжают свое обучение в проектно-командной работе на базе детского технопарка, а затем, возможно, и в своей профессиональной деятельности.

Способы и формы проверки результатов освоения программы

Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы аттестации

Формой подведения итогов усвоения программы может быть проведена самостоятельная работа, контрольное занятие, опрос, защита рефератов, презентация творческих работ, коллективный анализ работ, самоанализ, персональная выставка. Также используются такие формы подведения итогов усвоения программы как участие в научно – практических конференциях, участие в конкурсах, выставках, мастер-классах.

При этом учитывается:

- правильность и осознание выполнения изделия или изложения материала, широты раскрываемой темы;
- умение использовать полученные знания и навыки в личной практике.

Оценочные средства

Способы мониторинга: педагогическое наблюдение, беседа, игровые задания, участие в конкурсах, соревнованиях, олимпиадах, опрос, научно-практическая конференция, открытые занятия.

Формы подведения итогов:

1. Опросы и беседы с обучающимся.

2. Проверка выполненных практических работ по каждой теме.
3. Выставки в детских объединениях.
4. Выступление с проектом и самостоятельно изготовленным изделием на научно-практических конференциях.
5. Демонстрация освоенных навыков на примере решения простейших технологических кейсов.
6. Участие в конкурсах, олимпиадах, соревнованиях технической направленности.

В результате изучения дополнительной общеобразовательной программы по направлению «Космоквантум» обучающийся **должен знать/понимать:**

- смысл понятий: реактивное движение; аэродинамика и баллистика; базовые понятия в небесной механике (система отсчета, система координат, шкала времени, поступательно-вращательное движение; гравитационная сила); полезная нагрузка ракеты;
- графические обозначения элементов электрической цепи;
- смысл физических величин и их единиц измерения: импульс тела; импульс силы; гравитационная сила; орбитальное обращение;
- смысл физических законов: закон всемирного тяготения; закон сохранения импульса;

Уметь:

- составлять таблицы сравнительных характеристик космических аппаратов и ракет-носителей;
- читать электрические схемы, правильно их собирать;
- читать инженерные чертежи, в том числе 3-хмерного проектирования;
- применять математический аппарат для решения специфических задач;
- строить ракету, которая позволит проводить экологический

мониторинг воздуха (забор проб, использование датчика пыли) на высоте от 0 до 500 метров;

- писать программные коды по управлению космическими аппаратами;
- создавать 3D модели реальной детали, узла или механизма от космического аппарата и печатать на 3D-принтере;
- программировать на Python;
- разрабатывать алгоритмы управления модели спутника;
- прогнозировать результаты работы;
- планировать ход выполнения задания;
- представлять одну и ту же информацию различными способами.

Программа разработана в соответствии с Письмом Минобрнауки РФ от 11.12.2006 г. № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей», Федеральным законом Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ, Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (приказ Минобрнауки от 29.08.2013г. № 1008).

Возраст учащихся по данной программе

Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся старшего школьного возраста 6 – 11 класс (12 - 18 лет).

Объем программы

Нормативный срок освоения программы ;

2 модуль (углубленный) – 144 акад. ч. (36 недель);

Срок реализации программы – 1 год.

Режим занятий: Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа. Набор обучающихся проводится без предварительного отбора детей. Формирование групп (до 14 человек) происходит в соответствии с уровнем первоначальных знаний по космонавтике, мотивации к изучению данной тематики

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Учебно-тематическое планирование по направлению Космоквантум

Название Модуля, темы	Методы и формы работы	Краткое описание / формы контроля	Часы				Hard Skills	Soft Skills
			Теория	Практика	межквартальное взаимодействие с Хайтеком	Всего		
Модуль 1. Ракетостроение			4	18	4	26		
Вводный тест	Игра, Лекция	Знакомство с событиями, людьми и техникой.	1	1		2	Знание правил техники безопасности при нахождении в технопарке, работе с компьютерным оборудованием, оборудованием Hi-Tech цеха	Самопрезентация, публичные выступления, умение слушать
Типы ракетносителей. 1 2 и более ступеней. Расчет.	Лекция Практич. работа	Решение задач	1	1		2	Работа в программе Open Rocket, сбор анализ информации.	планирование, целеполагание, креативное мышление
Изучение конструкций ракетносителей и моделей ракет.	Практ. Раб.	<i>Изучение форм ракет создание модели в 3d редакторе</i> Таблица прототипов.	1	1	2	4	Работа в эксель, ворд редакторе, Работа с замерами измерителями. Сбор информации.	Командная работа, нацеленность на результат, пространственное мышление
Постановка кейса. Требуется спроектировать и изготовить модель ракеты	Кейс № 1	Доставить груз М 30 - 50г на высоту от 100 до 150 м и обеспечить безопасное возвращение груза и ракеты.	1	13	2	16	Умение работать с ручным инструментом, подготовка к печати на 3д принтере, работа с электроинструментом, ТБ при работе с ручным инструментом, работа с композитными материалами.	структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, выработка и принятие решений.

носитель способную поднять груз на необходимую высоту. Зафиксировать высоту в точке апогея.		Тестирование прототипа.						
Испытания	Практич. работа	Подготовка и запуск прототипа. Анализ, доработка. Рефлексия		2		2	Работа с оборудованием для пуска ракет, ТБ при пуске моделей ракет.	Командная работа, нацеленность на результат, креативное мышление,
Модуль 2. Электроника и электротехника.			3	11		14		
Повторение сведений о электричестве, закон Ома, микроконтроллеры. Широкоимпульсная Модуляция.	Лекция	Работа с комплектами набора «Матрешка»	1	0		1	Дата скаутинг.	осознание своего уровня компетентности,
Основы проектирования и моделирования. Работа с комплектами набора «Матрешка» электронного устройства на	Практическая работа	Работа с комплектами набора «Матрешка»	0	1		1	Умение работать в программах среды программирования C++	Умение внимательно слушать и находить ответы на поставленные вопросы

базе Ардуино. Программирование Arduino. Основы программирования на C++								
Сенсоры. Датчиковая Аппаратура. Сервоприводы.	лекция	Работа с комплектами набора «Матрешка»	1	0		1	Умение работать с сенсорами и датчиками. Читать принципиальные электрические схемы.	структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации,
Проектирование системы электропитания.	Практ. работа	Работа с комплектами набора «Матрешка»	0	1		1	Умение проектировать системы электропитания	планирование, целеполагание, креативное мышление
Постановка Кейса. Электронные системы управления. Передача данных телеметрии. Управление системами по радиоканалу или с последовательного порта. Ровер.	Кейс №2	Спроектировать и собрать макет электронного устройства с сервоприводом (1-2шт) на базе микропроцессора, управляемого из USB порта компьютера. Или через радиомодуль NRF24L01+. Рефлексия.	1	9		10	Умение собирать цепи, читать схемы производить пайку электронных компонентов.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, направленность на результат, умение работать в команде.
Модуль 3. Механические конструкции.			2	14	4	20		

Особенности конструирования космической техники. Обезвешивание.	Лекция Практическая работа	Решение задач Собрать сведения и составить таблицу методов обезвешивания предметов в атмосфере земли.	1	1		2	Умение решать тесты и задачи. Умение сосредоточиться на задании.	Умение внимательно слушать и находить ответы на поставленные вопросы
Законы механики. Составление кинематических схем.	Лекция Практическая работа	Основы конструирования Составление кинематических схем.	1	1		2	Умение конструировать, производить замеры, фиксировать результаты исследований.	структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации,
Постановка Кейса. Механизм раскрытия солнечных панелей необходимо разработать и испытать в условиях невесомости.	Кейс № 3	Спроектировать и собрать механизм раскрытия солнечной батареи состоящей из трех модулей. Испытания прототипа	0	12	4	16	Умение читать электрические и кинематические производить сборку по чертежу, проводить испытания оборудования. Умение работать с конструкционными материалами.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление умение работать в команде,
Модуль 4. Системы КА Исполнительные устройства			7	19	4	30		
Способы ориентации космических аппарат	Лекция	Пассивные и активные способы стабилизации. Взаимодей	1	1	0	2	Знание законов электрической цепи. Умение работать с микроконтроллером, умение программировать МК. Умение собирать электрические схемы,	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление,

ов.	Лабораторная работа. Практика.	ствие с гравитационным полем земли. Взаимодействие с магнитным полем земли. Изучить линии магнитного поля соленоида.					производить пайку	нацеленность на результат, умение работать в команде,
Исследование способов стабилизации электромагнитными системами.	Лекция Практическая работа.	Система ориентации, основанная на взаимодействии с магнитным полем Земли, является самой популярной в спутникостроении. Сборка установки из колец Гельмгольца.	10	3	2	6	Знание законов электрической цепи. Умение работать с микроконтроллером, умение программировать МК. Умение собирать электрические схемы, производить пайку.	умение работать в команде, умение анализировать и делать выводы.
Исследование методов стабилизации, использующую рамку с током.	Лекция Лабораторная работа.	Исследование методов стабилизации. Без электроники: Наблюдать колебания показаний при вращении рамки в постоянном электромагнитном	2	0	0	4	Подготавливать 3 д модели деталей к лазерной резке и 3д печати. Умение работать с лазерной системой регистрации и электромагнитными реле. Анализ структурирование данных	умение работать в команде, Умение слушать и задавать вопросы, работа с неизвестными данными,

		поле. С электрони кой: Сборка лазерной системы регистраци и и инвертиро вания направлен ия тока.						
Исследо вание стабили зации с использ ованием двигате ля маховик а.	Лекция Практи ческая работа	Макет микро спутника позволяет отработать различные алгоритмы стабилизаци и аппарата вокруг вертикаль ной оси. Составить схему систем спутника	1	1		2	Умение составлять схемы, структурировать данные. Умение работать в Ворд и Ексель.	умение работать в команде, умение анализиров ать и делать выводы.
Постано вка кейса. Спутни к с системо й стабили зации.	Кейс № 4	Собрать и запрограм мировать макет спутника позволяю щего отработать различные алгоритмы стабилизаци и аппарата вокруг вертикаль ной оси	2	12	2	16	Умение программировать, умение производить сборку. Умение составлять алгоритмы. Умение работать с конструкционными материалами.	Умение планировать, целеполага ние, креативное мышление умение работать в команде.
Модуль 5. Програ ммиров ание космич еских аппара тов. Орбикр афт констр уктор			7	21		28		

Программирование СЭП «ОрбиКрафт»	Лекция Практическая работа	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	1	3		4	Умение программировать и составлять математические модели.	Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.
Программирование БЦК «ОрбиКрафт»	Лекция Практическая работа	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	1	3		4	Умение программировать и составлять математические модели.	Умение анализировать и делать выводы.
Программирование солнечного датчика «ОрбиКрафт»	Лекция Практическая работа	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	1	3		4	Умение программировать и составлять математические модели.	Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.
Программирование датчика угловой скорости и «ОрбиКрафт»	Лекция Практическая работа	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	1	3		4	Умение программировать и составлять математические модели.	Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.
Программирование магнитометра «ОрбиКрафт»	Лекция Практическая работа	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	1	3		4	Умение программировать и составлять математические модели.	Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.
Программирование передатчика и приемника ТМИ «ОрбиКрафт»	Лекция Практическая работа	Составить мат. модель работы системы и проверить её функционирование.	1	3		4	Умение программировать и составлять математические модели.	Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.

Программирование камер. «ОрбиКрафт»	Лекция Практическая работа	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	1	3		4	Умение программировать и составлять математические модели.	Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.
Модуль 6. Система жизнеобеспечения космических аппаратов			4	20	2	26		
Живой организм в технической системе.	Лекция .	Теоретическая часть: изучение особенностей пребывания живых в замкнутом пространстве.	1	1		2	Умение слушать и понимать материал.	Внимание, самоконтроль.
Основы устройств систем жизнеобеспечения.	Лекция Практическая работа	Атмосфера Космического корабля. Газовый состав. Средства подачи, ресурсы СЖО. Решение задачи по расчёту запасов СЖО для обеспечения полёта для конкретного количества суток (с учётом систем регенерации и без).	2	4		6	Умение рассчитывать и определять газовый состав. Умение рассчитывать запасы СЖО.	Умение слушать и задавать вопросы, работа с данными,

Система приближенная замкнутого жизненного цикла.	Лекция Практическая работа.	Проектирование и расчет замкнутой системы.	1	1		2	Умение проектировать замкнутые системы.	Умение слушать и задавать вопросы, работа с данными,
Постановка кейса. Катастрофа на лунной базе привела к полному разрушению обитаемого комплекса. Необходимо создать временное убежище до прибытия спасательного КК.	Кейс №5	Создаем герметичную оболочку, в которой возможно существование живого организма в течении небольшого промежутка времени.		12	2	14	Умение программировать и собирать эл. цепи. Умение работать с конструкционными материалами. Умение соблюдать нормы безопасности. Умение создавать модели и подготавливать к печати в3д.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде.
Итоговый контроль		Презентация достижений		2		2	умение работать в программах для составления презентаций.	Умение подать материал, осмыслить свою работу и достигнутые результаты
		Итого:	27	103	14	144		

4 СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНА

Модуль 1: Ракетостроение. 26 ч.

Наименование тем в модуля	Содержание
Этапы развития мировой космонавтики и ракетостроения.	Экскурсия по технопарку. Беседа об организации рабочего места в соответствии с требованиями ТБ, соблюдении норм производственной санитарии, определении потенциальных опасностей на рабочем месте. Теория: От идей о полётах человека в космос до современных космических станций. Космодромы мира. Практическая работа: самые передовые достижения в ракетостроении.
Типы ракет носителей. 1 2 и более ступеней. Расчет.	Теория: Одно и многоступенчатые ракеты. Преимущества многоступенчатых ракет. Практика: Решение задач типа определить апогей модели ракеты одноступенчатой и двухступенчатой с одинаковым суммарным импульсом и сопоставимыми масс-габаритными характеристиками.
Изучение конструкций ракет носителей и моделей ракет.	Теория: Изучение компоновки ракет, создание модели в 3д редакторе. Головной обтекатель нужен для любой ракеты, пролетающей атмосферный участок. Выполняемые функции: • механическая защита полезной нагрузки, в том числе, защита от акустического влияния работающих ракетных двигателей; • уменьшение силы сопротивления набегающего потока воздуха - актуально для ракет, пролетающих атмосферный участок; • минимизация тепловых воздействий для сверхзвуковых ракет: сильный набегающий поток за счет трения нагревает головную часть. Практическая работа: Ребята знакомятся с программой Компас 3Д, узнают различные способы формообразования. Знакомятся с аддитивными технологиями изготовления деталей. Итог - 3-D модель двухступенчатой ракеты. Анализ прототипов моделей ракет.
Ракетостроение.	Кейс № 1: Требуется спроектировать и изготовить модель ракеты носителя способную поднять груз (блок электронных

	компонентов)на необходимую высоту. Зафиксировать высоту в точке апогея. Практикум: Для того, чтобы справиться с этой задачей, участники вспоминают вводный практикум “Ракетостроение” и учатся делать ракеты своими руками. По итогам каждый участник конструирует и запускает свою ракету в небо. По мере решения кейса учащиеся изучают следующие темы: Определение основных проектных параметров ракеты, конструирование элементов и систем ракет носителей, знакомятся с теорией статической устойчивости. Изучают систему пуска твердотопливных ракет.
Испытания.	Испытания моделей на качество летных характеристик. Ученики знакомятся с регламентом поведения соревнований по ракетному моделизму и правилами безопасности при пусках моделей ракет.

Модуль 2: Электроника и электротехника 8ч.

Наименование тем в модуле	Содержание
Повторение сведений о электричестве, закон Ома.	Теория: Повторение сведений о электричестве, закон Ома, микроконтроллеры. Широтно-импульсная Модуляция.
Основы проектирования и моделирования.	Практическая: Работа с комплектами набора «Матрешка» электронного устройства на базе Ардуино. Программирование Arduino. Основы программирования на C++
Сенсоры. Датчиковая аппаратура. Сервоприводы.	Теория: Сенсоры. Датчиковая аппаратура. Сервоприводы. Работа с комплектами набора «Матрешка».
Проектирование системы электропитания.	Практическая работа: Проектирование системы электропитания. Работа с комплектами набора «Матрешка».
Постановка Кейса. Электронные системы управления.	Кейс № 2: Передача данных телеметрии. Управление системами по радиоканалу или с последовательного порта. Цель - Спроектировать и собрать макет электронного устройства с сервоприводом (1-2шт) на базе микропроцессора, управляемого из

	USB порта компьютера. Или через радио модуль SV610 (предпочтительнее) или NRF24L01+. Рефлексия.
--	--

Модуль 3: Механические конструкции. 20ч.

Наименование тем в модуле	Содержание
Особенности конструирования космической техники.	Теория. Особенности конструирования космической техники. Солнечные батареи необходимы для функционирования космического аппарата. На многих спутниках из-за большого размера батарей, они выполнены в виде раскрывающихся конструкций. На данном занятии будет рассказано о том, что они из себя представляют, в каких условиях функционируют, как испытываются. Практика: Обезвешивание. Собрать сведения и составить таблицу методов обезвешивания предметов в атмосфере земли.
Законы механики. Составление кинематических схем.	Теория. На что нужно обращать внимание, разработчику – конструктору, при конструировании космических аппаратов. Масса, материал, технология. Практика: ребята конструируют детали для сворачивания солнечных панелей и кинематические схемы. При необходимости набирают детали в 3д редакторе и распечатывают на 3д принтере.
Постановка Кейса.	Кейс №3 В результате воздействия метеорного потока пострадал и механизм раскрытия солнечных батарей. Необходимо разработать новый, и испытать в условиях невесомости. В практической части ученики будут собирать простейший макет раскрывающейся солнечной батареи и системы обезвешивания к нему. Испытания прототипа устройства.

Модуль 4: Системы космических аппаратов. Исполнительные устройства.

30ч.

Наименование тем в модуле	Содержание
Способы ориентации космических аппаратов.	Теория. Теоретическое занятие позволит создать необходимую базу знаний, опираясь на которую, ученик получит представление об условиях, в которых эксплуатируется космический аппарат, позволяющих ему обеспечивать требуемую ориентацию и стабилизацию. Будут подробно рассмотрены различные методы ориентации космических аппаратов. Знания применяются в практических блоках данного модуля. Лабораторная работа: Взаимодействие с магнитным полем земли. Все видели компас: стрелка стремится повернуться в направлении к Северному полюсу. Точнее, к северному магнитному полюсу, который, на самом деле, не совпадает с северным географическим полюсом. В добавок, магнитные полюса находятся в постоянном движении, сдвигаясь со скоростью примерно 10 км в год. Изучить линии магнитного поля соленоида.
Исследование способов стабилизации электромагнитными системами.	Лекция: Система ориентации, основанная на взаимодействии с магнитным полем Земли, является самой популярной в спутникостроении. Практическая работа: Сборка установки из колец Гельмгольца.
Исследование методов стабилизации, используя рамку с током.	Теория: Исследование методов стабилизации. Собранный стенд позволяет на практике воспроизвести явления, используемые для ориентации космического аппарата. Сила взаимодействия электромагнитных полей значительно превышает силы, испытываемые космическим аппаратом на орбите, однако применяя данный стенд, станет возможным отработать алгоритмы, используемые для стабилизации спутника. Лабораторная работа: Без электроники: Наблюдать колебания показаний при вращении рамки в постоянном электромагнитном поле. С электроникой: Сборка лазерной системы регистрации и

	инвертирования направления тока.
Исследование стабилизации с использованием двигателя маховика.	Теория: Макет микро спутника позволяет отработать различные алгоритмы стабилизации аппарата вокруг вертикальной оси. Практика: Составить схему систем спутника. В простейшем варианте можно демонстрировать эффекты, изменение угловой скорости вращения подвешенного спутника при включении двигателя-маховика. Расширенный вариант: рассчитывать массу и геометрию вращающегося маховика для раскрутки спутника с нулевой скорости до некоторой фиксированной. Третий, усложненный вариант предполагает установку датчика угловых скоростей на спутник и более точные расчеты вплоть до разработки собственных алгоритмов стабилизации с разным быстродействием.
Постановка кейса. Спутник с системой стабилизации.	Кейс № 4: Собрать и запрограммировать макет спутника позволяющего отработать различные алгоритмы стабилизации аппарата вокруг вертикальной оси Требуется отработать следующие варианты: Рассчитать минимально-необходимую массу маховика для остановки вращения лабораторного космического аппарата со скоростей 20 об/мин до полной остановки. Контролировать правильность расчетов для обратной задачи: лабораторный космический аппарат должен раскрутиться до 20 об/мин для расчетных угловых скоростей электродвигателя.

Модуль 5: Программирование космических аппаратов. Орбикрафт конструктор. 30ч.

Наименование тем в модуле	Содержание
Программирование СЭП «ОрбиКрафт»	Теория: Программирование СЭП Практика: Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.
Программирование БЦК «ОрбиКрафт»	Теория: Программирование БЦК Практика: Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.

Программирование солнечного датчика «ОрбиКрафт»	Теория: Программирование солнечного датчика Практика: Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.
Программирование датчика угловой скорости «ОрбиКрафт»	Теория: Программирование датчика угловой скорости Практика: Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.
Программирование магнитометра «ОрбиКрафт»	Теория: Программирование магнитометра Практика: Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.
Программирование передатчика и приемника ТМИ «ОрбиКрафт»	Теория: Программирование передатчика и приемника ТМИ Практика: Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.
Программирование камеры. «ОрбиКрафт»	Теория: Программирование камеры. Практика: Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.

Модуль 6. Система жизнеобеспечения космических аппаратов 26ч.

Наименование тем в модуле	Содержание
Живой организм в технической системе.	Теория: изучение особенностей пребывания живых в замкнутом пространстве.
Основы устройств систем жизнеобеспечения.	Теория: Атмосфера Космического корабля. Газовый состав. Средства подачи, ресурсы СЖО. Практика: Решение задачи по расчёту запасов СЖО для обеспечения полёта для конкретного количества суток (с учётом систем регенерации и без).
Система приближенная замкнутого жизненного цикла.	Теория: Проектирование и расчет замкнутой системы. Система вентиляции и очистки воздуха. Поддержание влажности и температуры. Давления, освещенности. Практика: Проектирование и расчет замкнутой системы. Система

	вентиляции и очистки воздуха. Поддержание влажности и температуры. Давления , освещенности.
Постановка кейса.	Кейс №5: __Автономный обитаемый комплекс. Создаем герметичную оболочку, в которой обеспечивается световой, газовый, барометрический и температурный режим.
Итоговый контроль	<u>Презентация достижений</u>

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

к рабочей программе «Практическая космонавтика. Углубленный модуль»

Группа: углубленный уровень

Педагог: Сасин Артём Викторович, Холощак Элла Александровна

Количество часов: всего - 144 часа в год; 2 раза в неделю по 2 часа

Планирование составлено на дополнительной общеразвивающей программы технической направленности «Практическая космонавтика. Углубленный модуль»

№ п/п	Дата	Мо дуль	Тема занятия	Содержа ние	Кол. часов	Тип занят ия	Основны е методы и формы работы, технологи ии	Soft и Hard компетенции	УМК (учебно -методическ ий комплекс)
Модуль 1. Ракетостроение. Теория 4, Практика 18, Межквантуное взаимодействие с Хайтек 4. Всего 26.									
1	24.01.21 23.01.21 28.01.22	1	Вводн ый тест. Игра.	Игра, Лекция. Знакомс тво с события ми, людьми и технико й. Виктори на про космос и космона втику.	2	Ознак омите льное занят ие. Теори я	Показ видеомат ериалов, беседа. Игра.	Знание правил техники безопасности при нахождении в технопарке, работе с компьютерным оборудованием, оборудованием Hi-Tech цеха Самопрезентация, публичные выступления, умение слушать	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт. Программн ое обеспечени е с открытым исходным кодом и лицензионн ое ПО, Курс «Практичес кая космонавти ка» в системе Гугл класс.

2	30.01.21	1	Типы ракет носителей.	Типы ракет носителей 1, 2 и более ступеней. Работа в программе Open Rocket, сбор анализ информации. Расчет проектирование планера.	2	Комбинированное занятие. Дата скаутинг.	Демонстрация. Практическая работа.	Работа в программе Open Rocket, сбор анализ информации. планирование, целеполагание, креативное мышление Работа с замерами измерителями.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
3	04.02.21	1	Изучение конструкций ракет носителей и модель ракет.	Изучение форм ракет создание модели в 3д редакторе. Таблица прототипов.	2	Урок открытие. Практическая работа.	Наглядно - дидактический метод. Практическая работа.	Сбор информации. Командная работа, нацеленность на результат, пространственное мышление. Работа в эксель, ворд редакторе,	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО, Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
4	06.02.21	1	Постановка кейса №1. Ракетостроение.	Требуется спроектировать и изготовить модель ракеты носителя способную поднять груз на необходимую высоту. Зафиксировать высоту в точке апогея.	2	Комбинированное.	Наглядно - дидактический метод, Актуализация проблемы, Работа в малых группах.	Умение работать с ручным инструментом, подготовка к печати на 3D принтере, работа с электроинструментом, ТБ при работе с ручным инструментом, работа с композитными материалами.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО

5	11.02.21	1	Ракето- строение.	Разрабатывать чертежи конструкции, и схемы электронной части модели.	2	Комбинированное.	Работа в малых группах. Практическая работа.	структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, выработка и принятие решений.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
6	13.02.21	1	Ракето- строение.	Моделирование деталей в 3Д, изготовление деталей ручным способом. Основы ТКМ техника безопасности.	2	Комбинированное.	Работа в малых группах. Практическая работа.	Умение работать с ручным инструментом, подготовка к печати на 3D принтере, работа с электроинструментом, ТБ при работе с ручным инструментом, работа с композитными материалами.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
7	18.02.21	1	Ракето- строение.	3Д печать, лазерная резка. Подготовка моделей, обработка в Хайтек.	2	Комбинированное.	Работа в малых группах. Практическая работа.	структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, выработка и принятие решений.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
8	20.02.21	1	Ракето- строение.	Сборка электронного блока. пайка компонентов. Приемы пайки ТБ.	2	Комбинированное.	Работа в малых группах. Практическая работа.	Умение работать с ручным инструментом, производить пайку, работа с электроинструментом, ТБ при работе с ручным инструментом, работа с композитными материалами.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
9	25.02.21	1	Ракето- строение.	Программирование микроконтроллера.	2	Комбинированное.	Работа в малых группах. Практическая работа.	структурное мышление, логическое мышление,	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
10	27.02.21	1	Ракето- строение.	Сборка модели, тестирование электронного блока.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах. Практическая работа.	поиск и анализ информации, выработка и принятие решений.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и

									лицензионное ПО
11	03.03.21	1	Ракетостроение.	Подготовка модели к старту.	2	Практическая работа.	Рассказ. Работа в малых группах.	Умение работать с ручным инструментом, производить пайку, работа с композитными материалами.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
12	05.03.21	1	Ракетостроение.	Проведение испытаний. Анализ результатов. Выводы	2	Практическая работа.	Наглядно - дидактический метод	Умение работать и взаимодействовать в полевых условиях. Работа с оборудованием для пуска ракет, ТБ при пуске моделей ракет.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
13	10.03.21	1	Ракетостроение.	Защита проекта. Рефлексия.	2	Практическая работа.	Наглядно - дидактический метод	Умение структурировать информацию, выделять главное, делать выводы. представлять материал аудитории.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
Модуль 2. Электроника и электротехника. Теория 3, Практика 11. Всего 14.									
14	12.03.21	2	Основы электротехники	Повторение сведений о электричестве, закон Ома, микроконтроллеры. Широкоимпульсная Модуляция.	2	Комбинированное.	Наглядно - дидактический метод.	Умение внимательно слушать и находить ответы на поставленные вопросы	Работа с комплектами и набора «Матрешка»
15	17.03.21	2	Основы электроники.	Основы проектирования и моделирования электронных систем. Понятие сигнала. Работа с комплектами набора	2	Комбинированное.	Лекция. Практическое занятие.	структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации,	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.

				«Матрешка» электро нного устройст ва на базе Ардуино .					
16	19.03.21	2	Постан овка Кейса №2 и его решен ие.	Электро нные системы управле ния.	2	Комб иниро ванно е.	Лекция. Практиче ское занятие.	Умение работать в программах среды программирования C++ Умение внимательно слушать и находить ответы на поставленные вопросы. Умение работать в команде, планировать работу.	Открытые интернет источники, Амперка ВИКИ.
17	24.03.21	2	Основ ы програ ммиро вания.	Програм мирован ие МК. Основы програм мирован ия на C+ +	2	Практ иче- ская работ а.	Комбини рованное занятие. Дата скаутинг.	Умение собирать цепи, читать схемы производить пайку электронных компонентов.	Курс «Практичес кая космонавти ка» в системе Гугл класс.
18	26.03.21	2	Решен ие кейса.	Передач а дан ных телемет рии.	2	Практ иче- ская работ а.	Работа в малых группах	Умение собирать цепи, чи-тать схемы производить пайку электронных компонентов	Работа с комплект ам и набора «Матрешка »
19	31.03.21	2	Решен ие кейса.	Управле ние система ми по радиока налу или с последо вательно го порта. Ровер.	2	Практ иче- ская работ а.	Работа в малых группах	Умение работать в программах среды программирования C++ Умение внимательно слушать и находить ответы на поставленные вопросы	Открытые интернет источники, Амперка ВИКИ.
20	02.04.21	2	Решен ие кейса.	Управле ние система ми по радиока налу или с последо вательно го порта. Ровер.	2	Практ иче- ская работ а.	Работа в малых группах	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде.	Курс «Практичес кая космонавти ка» в системе Гугл класс.
Модуль 3. Механические конструкции. Теория 2, Практика 14, Межквантуное взаимодействие с Хайтек 4. Всего 20									

21	07.04.21	3	Особенности конструирования космической техники. Обезвешивание.	Решение задач. Собрать сведения и составить таблицу методов обезвешивания предметов в атмосфере земли	2	Урок открытие. Практическая работа.	Комбинированное занятие. Дата скаутинг.	Умение решать тесты и задачи. Умение сосредоточиться на задании.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
22	09.04.21	3	Законы механики. Составление кинематических схем.	Основы конструирования. Составление кинематических схем.	2	Комбинированное.	Лекция. Практическое занятие.	Умение внимательно слушать и находить ответы на поставленные вопросы.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
23	14.04.21	3	Постановка Кейса №3.	Механизм раскрытия солнечных панелей необходимо разработать и испытать в условиях невесомости.	2	Комбинированное.	Наглядно - дидактический метод, Актуализация проблемы, Работа в малых группах.	Умение конструировать, производить замеры, фиксировать результаты исследований.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
24	16.04.21	3	Решение кейса.	Разработка элементов конструкции. Исследование прототипов, патентный поиск.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	структурное мышление, логическое мышление,	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
25	21.04.21	3	Решение кейса.	Разработка узла активации развертывания	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	поиск и анализ информации,	Курс «Практическая космонавтика» в системе

				солнечных панелей.					Гугл класс.
26	23.04.21	3	Решение кейса.	Программирование МК для управления сервоприводом.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение решать конструкторские задачи. Умение сосредоточиться на задании.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
27	28.04.21	3	Решение кейса.	Разработка элементов системы обезвешивания.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение собирать цепи, читать схемы производить пайку электронных компонентов.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
28	30.04.21	3	Решение кейса.	Сборка конструкции испытание.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение работать с ручным инструментом. Нацеленность на результат, умение работать в команде.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
29	05.05.21	3	Решение кейса.	Анализ полученных результатов Доработка.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
30	07.05.21	3	Защита презентации итогов.	Презентация конструкции.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение структурировать информацию, выделять главное, делать выводы. представлять материал аудитории.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
Модуль 4. Системы КА Исполнительные устройства. Теория 7, Практика 19, Межквантуное взаимодействие с Хайтек 4. Всего 30									
31	12.05.21	4	Способы ориентации космических аппаратов.	Пассивные и активные способы стабилизации. Взаимодействие с гравитационным полем земли.	2	Комбинированное. Лекция. Практическое занятие.	Наглядно-дидактический метод, Работа в малых группах.	Знание законов электрической цепи. Умение работать с микроконтроллером, умение программировать МК. Умение собирать электрические схемы, производить пайку	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.

32	14.05.21	4	Способы ориентации космических аппаратов.	Взаимодействие с магнитным полем земли. Изучить линии магнитного поля соленоида.	2	Комбинированное.	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде,	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
33	19.05.21	4	Исследование способов стабилизации электромагнитными системами.	Система ориентации, основанная на взаимодействии с магнитным полем Земли, является самой популярной в спутникоостроении.	2	Изучение нового материала. Лабораторная работа.	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Знание законов электрической цепи. Умение работать с микроконтроллером, умение программировать МК	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО.
34	21.05.21	4	Исследование способов стабилизации электромагнитными системами.	Сборка установки из колец Гельмгольца.	2	Лабораторная работа.	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение собирать электрические схемы, производить пайку. умение работать в команде, умение анализировать и делать выводы.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
35	26.05.21	4	Исследование способов стабилизации электромагнитными системами.	Сборка установки из колец Гельмгольца.	2	Лабораторная работа. Практическая работа.	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение собирать электрические схемы, производить пайку. умение работать в команде, умение анализировать и делать выводы.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.

36	28.05.21	4	Исследование методов стабилизации, используя рамку с током.	Исследование методов стабилизации. Без электроники: Наблюдать колебания показаний при вращении рамки в постоянном электромагнитном поле.	2	Изучение нового материала. Лабораторная работа.	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Подготавливать 3 модели деталей к лазерной резке и 3д печати.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
37	15.09.21	4	Исследование методов стабилизации, используя рамку с током.	С электроникой: Сборка лазерной системы регистрации и инвертирования направления течения тока.	2	Лабораторная работа.	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение работать с лазерной системой регистрации и электромагнитными реле. Анализ структурирование данных умение работать в команде, Умение слушать и задавать вопросы, работа с неизвестными данными.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт
38	17.09.21	4	Исследование стабилизации с использованием двигателя маховика.	Макет микроспутника позволяет отработать различные алгоритмы стабилизации аппарата вокруг вертикальной оси. Составить схему систем спутника	2	Изучение нового материала. Практическая работа.	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение составлять схемы, структурировать данные. Умение работать в Microsoft Word & Excel. умение работать в команде, умение анализировать и делать выводы.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.

				Собрать и запрограммировать макет спутника позволяющего отработать различные алгоритмы стабилизации аппарата вокруг вертикальной оси					
39	22.09.21	4	Постановка кейса. Спутник с системой стабилизации. Кейс №4	Собрать и запрограммировать макет спутника позволяющего отработать различные алгоритмы стабилизации аппарата вокруг вертикальной оси	2	Практическая работа.	Актуализация проблемы. Работа в малых группах.	Умение программировать, умение производить сборку. Умение составлять алгоритмы. Умение работать с конструкционными материалами.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО.
40	24.09.21	4	Решение кейса.	Постановка проблемы. определение команды и ролей. Сборка кубсата.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление умение работать в команде.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
41	29.09.21	4	Решение кейса.	Анализ прототипов патентный поиск. Сборка	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление умение работать в команде.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.

				магнитной рамки.					
42	01.10.21	4	Решение кейса.	Программирование кубсата.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление умение работать в команде.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
43	06.10.21	4	Решение кейса.	Программирование кубсата.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление умение работать в команде.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс. Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
44	08.10.21	4	Решение кейса. Тестирование.	Программирование кубсата. Анализ полученных результатов.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление умение работать в команде.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
45	13.10.21	4	Защита конструкции. Презентация итогов.	Презентация достижений.	2	Практическая работа.	Работа в малых группах.	Умение структурировать информацию, выделять главное, делать выводы. представлять материал аудитории.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
Модуль 5. Программирование космических аппаратов. Орбикрафт конструктор. Теория 7, Практика 21. Всего 28.									
46	15.10.21	5	Программирование СЭП «Орбикрафт»	Составить математическую модель работы системы и проверить	2	Лекция Практическая работа	Наглядно-дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.

				ть её функционирование.				Делиться опытом.	
47	20.10.21	5	Программирование СЭП «Орбикрафт»	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	2	Лекция Практическая работа	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
48	22.10.21	5	Программирование БЦК «Орбикрафт»	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	2	Лекция Практическая работа	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
49	27.10.21	5	Программирование БЦК «Орбикрафт»	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	2	Лекция Практическая работа	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
50	29.10.21	5	Программирование солнечного датчика «Орбикрафт»	Составить математическую модель работы системы и проверить её функционирование.	2	Лекция Практическая работа	Наглядно - дидактический метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.

51	03.11.21	5	Програ ммиро вание солнеч ного датчик а «Орби Крафт »	Состави ть математ ическую модель работы системы и провери ть её функцио нирован ие.	2	Лекци я Практическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Программн ое обеспечени е с открытым исходным кодом и лицензионн ое ПО
52	05.11.21	5	Програ ммиро вание датчик а углово й скорос ти «Орби Крафт »	Состави ть математ ическую модель работы системы и провери ть её функцио нирован ие.	2	Лекци я Практическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
53	10.11.21	5	Програ ммиро вание датчик а углово й скорос ти «Орби Крафт »	Состави ть математ ическую модель работы системы и провери ть её функцио нирован ие.	2	Лекци я Практическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Курс «Практичес кая космонавти ка» в системе Гугл класс.
54	12.11.21	5	Програ ммиро вание магнит ометра «Орби Крафт »	Состави ть математ ическую модель работы системы и проveri ть её функцио нирован ие.	2	Лекци я Практическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Программн ое обеспечени е с открытым исходным кодом и лицензионн ое ПО

55	17.11.21	5	Програ миро вание магнит ометра «Орби Крафт »	Состави ть математ ическую модель работы системы и провери ть её функцио нирован ие.	2	Лекци я Практ ическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
56	19.11.21	5	Програ миро вание переда чика и прием ника ТМИ «Орби Крафт »	Состави ть мат. модель работы системы и провери ть её функцио нирован ие.	2	Лекци я Практ ическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Курс «Практичес кая космонавти ка» в системе Гугл класс.
57	24.11.21	5	Програ миро вание переда чика и прием ника ТМИ «Орби Крафт »	Состави ть мат. модель работы системы и провери ть её функцио нирован ие.	2	Лекци я Практ ическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Программн ое обеспечени е с открытым исходным кодом и лицензионн ое ПО
58	26.11.21	5	Програ миро вание камер ы. «Орби Крафт »	Состави ть математ ическую модель работы системы и провери ть её функцио нирован ие	2	Лекци я Практ ическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Курс «Практичес кая космонавти ка» в системе Гугл класс.
59	01.12.21	5	Програ миро вание камер ы. «Орби Крафт »	Состави ть математ ическую модель работы системы и провери ть её функцио	2	Лекци я Практ ическ ая работ а	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение программировать и составлять математические модели. Умение анализировать и делать выводы. Работать в команде. Делиться опытом.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт. Программн ое обеспечени е с открытым

				нирован ие					исходным кодом и лицензионн ое ПО
Модуль 6. Система жизнеобеспечения космических аппаратов. Теория 4, Практика 20, Хайтек 2. Всего 26.									
60	03.12.21	6	Живой органи зм в технич еской систем е.	Теорети ческая часть: изучени е особенн остей пребыва ния живых в замкнут ом простра нстве.	2	Лекци я.	Комбини рованное занятие. Дата скаутинг.	Умение слушать и понимать материал. Внимание, самоконтроль.	Курс «Практичес кая космонавти ка» в системе Гугл класс.
61	08.12.21	6	Основ ы устрой ств систем жизнео беспеч ения.	Атмосф ера Космиче ского корабля. Газовый состав. Средств а подачи, ресурсы СЖО. Решение задачи по расчёту запасов СЖО для обеспеч ения полёта для конкрет ного количес тва суток (с учётом систем регенера ции и без).	2	Комб иниро ванно е занят ие. Лекци я. Практ ическ ое занят ие.	Наглядно - дидактич еский метод, Работа в малых группах.	Умение рассчитывать и определять газовый состав. Умение рассчитывать запасы СЖО. Умение слушать и задавать вопросы, работа с данными.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
62	10.12.21	6	Систе ма прибли женная замкну того жизне нного	Проекти рование и расчет замкнутой системы .	2	Комб иниро ванно е занят ие.	Наглядно - дидактич еский метод,	Умение проектировать замкнутые системы. Умение слушать и задавать вопросы, работа с данными,	Программн ое обеспечени е с открытым исходным

			цикла.				Работа в малых группах.		кодом и лицензионное ПО
63	15.12.21	6	<u>Постановка кейса № 5: Автономный обитаемый комплекс.</u>	Создаем герметичную оболочку, в которой обеспечивается световой, газовый, барометрический и температурный режим.	2	Комбинированное занятие.	Актуализация проблемы. Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
64	17.12.21	6	Решение кейса № 5.	Создать оболочку с постоянным давлением 1,5 атмосферы.	2	Практическое занятие	Работа в малых группах.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
65	22.12.21	6	Решение кейса №5.	Обеспечить контроль и поддержание температуры.	2	Практическое занятие	Работа в малых группах. Эвристический метод.	Умение создавать модели и подготавливать к печати 3Д.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
66	24.12.21	6	Решение кейса №5.	Обеспечить контроль и поддержание температуры.	2	Практическое занятие	Работа в малых группах. Эвристический метод.	Умение программировать и собирать эл. цепи. Умение работать с конструкционными материалами. Умение соблюдать нормы безопасности.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
67	29.12.21	6	Решение кейса №5.	Обеспечить контроль газовой среды и газообмен.	2	Практическое занятие	Работа в малых группах. Эвристический метод.	Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
68	12.01.22	6	Решение кейса №5.	Обеспечить контроль	2	Практическое занятие	Работа в малых группах. Эвристический метод.	Умение создавать модели и подготавливать к печати 3Д.	Программное

				газовой среды и газообмен.		ие	еский метод.		обеспечени е с открытым исходным кодом и лицензионн ое ПО
69	14.01.22	6	Решение кейса №5.	Обеспечить контроль газовой среды и газообмен.	2	Практическое занятие	Работа в малых группах. Эвристический метод.	Умение программировать и собирать эл. цепи. Умение работать с конструкционными материалами. Умение соблюдать нормы безопасности.	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс.
70	19.01.22	6	Решение кейса №5.	Обеспечить световой режим.	2	Практическое занятие	Работа в малых группах. Эвристический метод.	Умение создавать модели и подготавливать к печати 3Д.	Открытые интернет источники, Методички Орбикрафт.
71	21.01.22	6	Решение кейса №5.	Тестирование прототипа.	2	Практическое занятие		Умение планировать, целеполагание, креативное мышление, нацеленность на результат, умение работать в команде.	Программное обеспечение с открытым исходным кодом и лицензионное ПО
72	26.01.22	6	Подведение итогов.	Итоговый контроль	2	Практическое занятие	Метод контроля.	умение работать в программах для составления презентаций. Умение подать материал, осмыслить свою работу и достигнутые результаты	Курс «Практическая космонавтика» в системе Гугл класс
				Итого:	144				

6 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Приемы и методы организации учебного процесса.

Методы, в основе которых лежит способ организации занятия:

- словесный (устное изложение, беседа) - обеспечивает высокую культуру слуховых восприятий и мышления, требует умений анализа и синтеза, конкретизации и противопоставления, суждения и умозаключения, развивает навыки чтения, устную и письменную речь;
- наглядный (показ иллюстраций, показ (исполнение) педагогом, работа по образцу) - предназначается для наглядно-чувственного ознакомления учащихся с явлениями, процессами, объектами в их натуральном виде или в символическом изображении с помощью всевозможных рисунков, репродукций, схем и т.п.;
- практический (тренинг, упражнения, практическая работа) - используется для познания действительности, формирования навыков и умений, углубления знаний;
- объяснительно-иллюстративный (дети воспринимают и усваивают готовую информацию) - в процессе учебной работы используются иллюстрации, то есть наглядное пояснение, или же демонстрируются те или иные учебные пособия, которые могут, с одной стороны облегчать восприятие и осмысление изучаемого материала, а с другой – выступать в качестве источника новых знаний;
- репродуктивный (учащиеся воспроизводят полученные знания и освоенные способы деятельности) - учащиеся воспроизводят способы деятельности по определенному алгоритму, таким образом обеспечивается возможность передачи большого по объему учебной информации за минимально короткое время, без больших затрат усилий;
- частично-поисковый — участие детей в коллективном поиске, решение поставленной задачи совместно с педагогом;
- исследовательский (самостоятельная творческая работа учащихся) -

выявление проблем, выработка и постановка гипотез, наблюдения, опыты, эксперименты, а также сделанные на их основе суждения и умозаключения. Таким образом путь ребенка к знанию пролегает через собственный творческий, исследовательский поиск.

- коллективный (организация проблемно-поискового или творческого взаимодействия между всеми детьми) - позволяет реализовать потенциалы индивидуальной, парной, групповой и коллективной деятельности учащихся, так как каждый учащийся по очереди работает с каждым, выполняя то роль обучаемого, то обучающего;

- групповой (организация работы малыми группами (от 2 до 7 человек) - основывается на активности каждого субъекта образовательного процесса, возможности самостоятельно принимать решения и осуществлять выбор, а также на сосуществовании различных точек зрения и свободном их обсуждении;

- индивидуальный (индивидуальное выполнение заданий, решение проблем) - позволяет полностью адаптировать содержание, методы и темпы учебной деятельности ребенка к его особенностям, следить за каждым его действием и операцией при решении конкретных задач; вносить вовремя необходимые коррекции в деятельность как обучающегося, так и учителя, приспособлять их к постоянно меняющейся, но контролируемой ситуации со стороны учителя и со стороны ученика.

Формы проведения занятий: фронтальная, групповая, индивидуальная.

Формы занятий по способам коммуникации: инструктаж, беседа, просмотр фильмов, дискуссия, консультация, практикум, лекция, проектная работа и др.

В процессе воспитательной работы используются такие формы и методы, как беседа, экскурсия, мастер-класс, участие в акциях, субботники. Беседы с учащимися проводятся по разным направлениям: гражданское, патриотическое, социальное воспитание. На занятиях используются методы самовоспитания

(самонаблюдение, самоанализ) и метод педагогической оценки (одобрение, похвала, благодарность).

Дидактический материал:

- Макеты ракет;
- кейсы, тесты и вопросники по темам Космоквантума

7 МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Наименование обязательного оборудования
Модуль 1. Ракетостроение	Набор для запуска моделей ракет (Набор “Ракетостроение” на 15 учащихся (курс "Космическая профориентация", производитель Образование будущего) – 2 шт.; Конструктор водных моделей ракет с пусковым устройством – 1 шт.; Набор для участия в соревнованиях (Набор для участия в соревнованиях) – 3 шт.; Набор для конструирования твердотопливной ракеты (без двигателя) ("КЗ_МАХ" Братья Вольт/Образование будущего) – 1шт.
Модуль 2. Электроника и электротехника	Образовательный комплект для изучения приема данных со спутников (Образовательный комплект для изучения приема данных со спутников) – 1 шт.; Учебная приёмная станция спутниковых данных УКВ-диапазона (Вьюнок) – 1 шт.;
Модуль 3. Механические конструкции.	Образовательный комплект для изучения механических конструкций космических аппаратов – 2 шт.; Ноутбук тип 1 (Dell Vostro 5490 14"(1920x1080 (матовый))/Intel Core i5 10210u(1.6Ghz)/8192Mb/256SSDGb/noDVD/Ext:nVidia GeForce X230(2048Mb) /Cam/BT/WiFi/42WHr/war 1y/1.49kg/grey/Win 10 Home) – 10 шт.; Ноутбук тип 2 (Dell G3-3590 15.6"(1920x1080 (матовый) IPS)/Intel Core i7 9750H(2.6Ghz)/8192Mb/512SSDGb/noDVD/Ext:nVidia GeForce GTX1660Ti(6144Mb)/Cam/BT/WiFi/war 1y/2.53kg/Black / Win 10 Home + Backlit) – 1шт.; Манипулятор типа мышь – 11 шт.; Аккумуляторы универсальные (Аккумулятор ROBITON 3.4/Li18650) – 15 шт.; Аккумулятор ROBITON 3.4/Li18650 (Аккумулятор ROBITON 3.4/Li18650) – 5шт.; Аккумуляторы Крона (Аккумулятор ROBITON RTU270MH-1) – 5 шт.; Весы (Настольные весы фасовочные ВСП-3/0,5-1) – 1 шт.; Дрель аккумуляторная (Metabo BS 14.4 602206530) – 2шт.;

	Инструмент для зачистки провода (ProsKit 1PK-3001E 00087112) – 2шт.; Канцелярский нож – 20 шт.; Компас жидкостный спортивный тип II-02 – 2 шт.; Компас жидкостный спортивный тип II-02 (TOPEX 5 шт. 32D755) – 2шт.; Лазерная указка – 3 шт.; Электролобзик (Ryobi ONE+ R18JS-0 5133002158) – 3 шт.; Лупа с зажимом для проводов (REXANT 12-0250)- 3 шт.; Металлическая линейка- 3 шт.; Ножницы по бумаге – 20 шт.; Паяльная станция (LUKEY-853D) – 3 шт.; Дымоуловитель АТР-7015 – 1 шт.; Пила – 5 шт.; Пинцет – 10 шт.; Рулетка (FIT 17225) – 5 шт.; Струбцина (MATRIX 250x100x401мм) – 5 шт.; Транспортер – 5шт.; Штангенциркуль – 2 шт.; Моноблочное интерактивное устройство (ИНТЕРАКТИВНЫЙ ДИСПЛЕЙ SMART SBID-MX265-V2) – 1 шт.; Напольная мобильная стойка для интерактивных досок с площадкой для крепления проекторов к стойке – 1 шт.; Флипчарт магнитно-маркерный Attache 70x100 см на роликах – 1 шт.; 1-портовый преобразователь USB (ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ UPORT 1110) – 2 шт.; SDR-приемник – 2 шт.; Универсальное зарядное устройство (MasterCharger 850) – 2 шт.; Зарядное устройство (ROBITON MasterCharger Pro) – 1 шт.; Одноплатный компьютер тип 1 (Raspberry PI 4 1 ГБ) – 4 шт.; Модуль GPS (GPS модуль NEO-6M) – 2 шт.; Микроконтроллерная платформа тип 1 (Плата Arduino Micro) – 5 шт.; Микроконтроллерная платформа тип 2 (Плата Arduino Uno) – 15 шт.; Провода "мама-мама" 10 упаковок; Провода "мама-папа" 10 упаковок; Набор датчиков (37 в 1 Набор датчиков) – 5 шт.; Панель солнечных батарей (Солнечная батарея Exmork
--	---

	ФСМ-20М 20 ватт 12В Моно) – 2 шт.; Солнечные элементы – 100 шт.; Ручная радиостанция (Рация Vostok ST-55) – 1 шт.; Токовые клещи/ мультиметр (APPA 30R, Клеши токовые АС/DC (Госреестр РФ)) – 3 шт.; Фен строительный (Metabo HE 20-600 602060500) – 1 шт.; Набор инструментов (Jonnesway S04H524128S) – 2 шт.; Комплект расходных материалов общего назначения; Расходные материалы и запасные части к специальному оборудованию; Расходные материалы и запасные части (доп. комплект); Комплект мебели – 1 шт. Стол ученический СМАРТ 76S045 – 14 шт.; Кресло ученическое Bit 2.0 - 14 шт.; Пуф Чикко-40 – 5 шт.; Стол преподавателя Комплект СМАРТ 76S047+76T008 – 1 шт.; Шкаф универсальный ПРАКТИК ML 11-50У– 1 шт.; Кресло преподавателя Yes– 1 шт.; Система хранения Комплект шкафов серии СМАРТ 76Н114.0013.1022 +76Н014.2043 +76Н004.2013.2013– 1 шт.; Стол для паяльных работ серии Garage Set 2 в необходимой комплектации для полноценной работы – 3 шт.; Стеллаж для хранения мелких деталей MS STRONG с разделителями полок для более удобного хранения деталей (1850x1000x400) – 5 шт.; Вешалки для халатов – 2 шт.; Стеллаж для рюкзаков КАЛЛАКС 16 – 1 шт.; Комплект кабелей и переходниковФильтр SVEN SF-05L 1,8 м (5 розеток) черный - 1 шт.
Модуль 4. Системы КА. Исполнительны е устройства	Образовательный комплекс для изучения спутникостроения на основе конструктора (Комплект "Спутникостроение" на 15 учащихся (курс "Космическая профориентация" или IntroSat), производитель Образование будущего)- 1 шт.; Образовательный комплект для изучения механических конструкций космических аппаратов – 2 шт.; Учебный конструктор микроспутников ("Орбикрафт" (производитель Спутникс)) – 3 шт.; Подвес для спутников" (Орбикрафт" (производитель Спутникс)) – 3шт.;

	Образовательный комплекс для изучения систем орбитального маневрирования (Набор "Орбитальное маневрирование" на 15 учащихся, производитель "Спектралазер Системс") – 1 шт.; Испытательный аэростол – 1шт.; Лабораторная оснастка для работы с учебными моделями спутников ("Терра" (производитель Спутникс)) – 1 шт.; Образовательный комплекс для изучения темы баллистики – 2 шт.;
Модуль 5. Программирование космических аппаратов. Орбикрафт конструктор	Образовательный комплекс для изучения спутникостроения на основе конструктора (Комплект "Спутникостроение" на 15 учащихся (курс "Космическая профориентация" или IntroSat), производитель Образование будущего)- 1 шт.; Учебный конструктор микроспутников ("Орбикрафт" (производитель Спутникс)) – 3 шт.; Подвес для спутников" (Орбикрафт" (производитель Спутникс)) – 3шт.; Образовательный комплекс для изучения систем орбитального маневрирования (Набор "Орбитальное маневрирование" на 15 учащихся, производитель "Спектралазер Системс") – 1 шт.; Испытательный аэростол – 1шт.; Лабораторная оснастка для работы с учебными моделями спутников ("Терра" (производитель Спутникс)) – 1 шт.; Образовательный комплекс для изучения темы баллистики – 2 шт.;
Модуль 6. Система жизнеобеспечения космических аппаратов	Образовательный комплекс для изучения энергобаланса и теплообмена космических аппаратов (Комплект расширений "Энергобаланс и теплообмен" линейки IntroSat или наборы "Электропитание спутника" и "Тепло и холод в космосе" курса "Космическая профориентация", 15 учащихся, производитель Образование будущего) – 2 шт.;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Литература, рекомендованная для педагога:

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Лабораторный стенд для полунатурной отработки систем ориентации микро- и наноспутников, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 38, 2008
6. Мирер С.А, Механика космического полета. Орбитальное движение, Москва, Резолит, 2007
7. Малые космические аппараты информационного обеспечения, Под ред. проф. В.Ф.Фатеева, М.: Радиотехника, 2010/ Издательство «Радиотехника».
8. 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.

9. 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.
10. 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
11. 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
12. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П. Фортескью, Г. Суайнерда, Д.Старка; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 765 с.
13. Space Mission Analysis and Design, Edited by J.R.Wertz, Kluwer Academic Publishers, 2005
14. Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control, F. Landis Markley and John L. Crassidis, 2014
15. How Spacecraft Fly, Swinerd, 2008
16. International Study on Cost Effective Earth Observation Missions, Rainer Sandau, 2006
17. Space Modeling and Simulation, Larry B. Rainey, 2004
18. Small Satellite Missions for Earth Observation, Sandau, et al., 2010
19. The Satellite Communication Ground Segment and Earth Station Handbook, 2nd Ed., Elbert, 2014
20. The Art of Systems Architecting, 3rd Ed., Maier, 2009
21. Introduction to the Mechanics of Space Robots, Genta, 2012
22. Emergence of Pico- and Nanosatellites for Atmospheric Research and Technology Testing, Shiroma/Thakker, 2010

23. Space Technologies, Materials, Structures, Paton, CRC Press, 2003
24. Spacecraft Formation Flying, Alfriend et al, 2010
25. Fundamentals of Space Systems - 2nd Ed., Vincent L. Pisacane and Robert C. Moore, 2005

Литература, рекомендованная для учащегося:

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. Space Mission Engineering: The New SMAD (SME-SMAD), Wertz, Everett and Puschell, 2011
4. The Logic of Microspace, Rick Fleeter, Microcosm/Kluwer, 2000
5. Small Satellites Past, Present and Future, Helvajian and Janson, 2009
6. Журнал "Новости космонавтики", регулярное российское издание, онлайн-версия; www.novosti-kosmonavtiki.ru