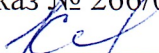


УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА КАЛУГИ

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИЙ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГАЛАКТИКА» ГОРОДА КАЛУГИ



ПРИНЯТА  
педагогическим советом  
МБОУДО ДЮЦКО  
«Галактика» г. Калуги  
Протокол № 1 от 30.08.2023

УТВЕРЖДАЮ  
директор МБОУДО ДЮЦКО  
«Галактика» г. Калуги  
Приказ № 266/01-09 от 31.08.2023  
 А.Ю. Кононова

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа технической направленности  
«Основы проектирования аэрокосмической техники (профессиональная проба)»,  
реализуемая в сетевой форме**

Возраст учащихся: 13 - 18 лет  
Срок реализации программы: 1 год  
Тип программы: экспериментальная

**Автор-составитель программы:**  
Васильцова Ирина Константиновна,  
методист

Калуга, 2023

## ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ

Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Основы проектирования аэрокосмической техники (профессиональная проба)», реализуемая в сетевой форме
Автор программы, должность	Васильцова Ирина Константиновна, методист
Адрес реализации программы	МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» города Калуги г. Калуга, С - Щедрина ул., д. 66
	Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2.
Тип программы	Экспериментальная
Уровень сложности	Первый модуль – «базовый уровень», Второй модуль – «продвинутый уровень»
Направленность программы	Техническая
Возраст обучающихся	13 - 18 лет
Срок реализации программы	1 год

# **1. Комплекс основных характеристик дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы**

## **1.1. Пояснительная записка**

### **Направленность программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы проектирования аэрокосмической техники (профессиональная проба)» является программой технической направленности.

### **Вид программы**

По степени авторства – экспериментальная.

По уровню сложности – стартовый.

**Язык реализации программы - русский.**

### **Актуальность**

С 2016 года вступила в силу новая Федеральная космическая программа России на 2016 – 2025 годы, утвержденная постановлением Правительства РФ от 23 марта 2016 г. № 230.<sup>1</sup> Основной целью программы является: обеспечение государственной политики в области космической деятельности на основе формирования и поддержания необходимого состава орбитальной группировки космических аппаратов, обеспечивающих предоставление услуг в интересах социально-экономической сферы, науки и международного сотрудничества, в том числе в целях защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также реализации пилотируемой программы, создания средств выведения и технических средств, создание научно-технического задела для перспективных космических комплексов и систем.

Одними из разработчиков спутниковых систем на территории Калужской области являются: филиал НПО им. С.А. Лавочкина г. Калуги, ООО «НИЛАКТ ДОСААФ».

Для реализации программы актуален и тот факт, что образовательную деятельность ведут не просто педагоги дополнительного образования, а специалисты, непосредственно знающие о разработке и использовании космических комплексов и систем.

Согласно договора о сотрудничестве между Детским технопарком «Кванториум» и предприятиями ведется профориентационная работа среди молодежи. Тем самым учащиеся получают представления о деятельности предприятий и их истории, особенностях производства, профессиональной культуре. В том числе, сотрудники предприятий ведут преподавательскую деятельность на базе площадок Детского технопарка; являются руководителями команд, участвующих в конкурсах по космонавтике, что позволяет учащимся получить свой первичный опыт по освоению специальностей, востребованных в ракетно-космической отрасли. Тем самым, можно говорить о дуальности обучения, и возможности для обучающихся пройти профессиональную пробу.

Данная программа разработана, в том числе для подготовки и участия команд во Всероссийском конкурсе «Воздушно-инженерная школа», где конкурсным заданием является разработка действующих моделей космических аппаратов, ракет - носителей, беспилотных летательных аппаратов. Организаторы конкурса – Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) – организация-участник реализации данной образовательной программы в сетевой форме.

---

<sup>1</sup> Основные положения Федеральной космической программы 2016 – 2025. Режим доступа: <https://www.roscosmos.ru/22347/>.

На базе площадок Детского технопарка учащиеся имеют возможность непосредственного погружения через выполнение практико-ориентированных проектов в инновационно-технологический инструментарий по освоению системы автоматизированного проектирования работ (далее САПР), программного обеспечения и основ работы с профессиональным оборудованием и т.д. Таким образом, учащиеся овладевают инженерными компетенциями, продвигаются в сфере своих увлечений с точки зрения становления будущей профессиональной деятельности, получают старт для изобретательской деятельности. В процессе обучения происходит и формирование детско-взрослых команд для участия в конкурсах, сопряженных с демонстрацией сформированных навыков работы в команде при решении поставленной перед группой технологической задачи.

Приоритетными для участия конкурсами являются: чемпионат молодых профессионалов JuniorSkills, чемпионат образовательного проекта МГУ имени М.В. Ломоносова: «Воздушно-инженерная школа. Cansat в России», ракетостроительный чемпионат «Реактивное движение» всероссийского конкурса «Дежурный по планете», хакатоны и т.д.

Активное взаимодействие в сетевой форме с НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова будет способствовать формированию и развитию познавательного интереса учащихся к современной космической технике, к профессиям, занятым в этой области деятельности, а также воспитание чувства гордости за успех отечественной ракетной и космической техники.

*Дополнительная общеобразовательная программа разработана в соответствии с нормативно-правовыми документами:*

- Федеральным Законом РФ от 29.12.2012 № 273 «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказом Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года»;

- Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года».

- Приказом Минобрнауки России № 882, Минпросвещения России № 391 от 05.08.2022 (ред. от 26.07.2022) «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;

– Договором от 01.11.2022 о сетевой форме реализации программы, заключенного между

МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» города Калуги (Базовая организация) и  
НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова (Организация – участник).

### **Новизна**

Новизна программы заключается именно в том, что учащимся предлагается некий углубленный лабораторный практикум с проектированием и изготовлением конкретной действующей модели технического устройства или программного обеспечения, с помощью которого можно выполнить исследование соизмеримое с реально существующими в рамках обрабатываемых прикладных технических задач отраслевых производств. И, что самое главное, с яркой демонстрацией для школьников интеграции аспектов знаний, изучаемых в школьной программе технических и естественно-научных дисциплин при постановке миссии (функциональных задач) и разработке устройства.

### **Отличительные особенности программы**

Программа предполагает организацию деятельности участников профессиональной пробы: учащийся, родитель, педагог дополнительного образования, специалист по профессии на основе их взаимодействия.

Структурно программа разделена на два модуля: **профессиональная проба базового уровня** и **профессиональная проба углубленного уровня**, которая имеет три отдельных завершенных курса: спутникостроение, ракетостроение, беспилотные летательные аппараты, внутри которых отведено время для изучения подходов к обработке данных телеметрии.

В ходе проведения *профессиональной пробы базового уровня* школьники попадают в сферу производства космической отрасли с изучением истории, достижений на современном этапе развития отрасли и получают возможность первичного самоопределения, принадлежности к данному кругу профессий. Изучение данного модуля предполагает выявление учащихся склонных к профессиям космической отрасли и отбора кандидатов для прохождения углубленной профессиональной пробы.

В процессе проведения *профессиональной пробы углубленного уровня* попадают, в так называемое, «конструкторское бюро», где проходят все этапы проектирования изделия: от эскизного проекта через изготовление, отладку и запуск на полигоне или разработку и использование программного продукта по обработке данных телеметрии. Практическая работа подразумевает работу на площадках Детского технопарка «Кванториум» с использованием высокотехнологичного оборудования и САПР.

Несмотря на то, что программа структурно разделена на два модуля, тем не менее, первый модуль может изучаться и после прохождения учащимися любого из курсов второго модуля, в виду того, что у учащегося может появиться интерес и к другим направлениям инженерной деятельности. В рамках изучения первого модуля идет знакомство с профессиями и их представителями, причем не только конкретно принадлежащих ракетно-космической отрасли, но и универсальным, с учетом интересов учащихся. Таким образом, базовый модуль дает лишь представление об универсальных профессиях, востребованных в любой отрасли.

Каждый курс второго модуля может изучаться также отдельно независимо друг от друга. Во втором модуле программы представлено три курса, что дает возможность учащемуся выбрать любой курс по своему желанию для изучения на текущий учебный год.

**Особенность** программы заключается и в том, **что учащийся может неоднократно проходить обучение** по одному из курсов второго модуля в виду того, что содержание курсов предполагает разработку и введение в эксплуатацию либо аппарата: действующие модели спутника, ракеты-носителя, беспилотного летательного аппарата, функциональное назначение которых может из года в год меняться, что влечет за собой лишь повторное прохождение этапов разработки технической (космической) системы и, тем самым, организация работы в группе будет отражать деятельность отделов предприятий; либо разработку программного обеспечения по обработке полученных со спутников данных телеметрии и их интерпретации с учетом каждый раз новых задач.

Важной **особенностью** программы является также не только формирование первичных умений по направлению деятельности, но и как «мастерство» изготовление изделия, создание программного продукта.

В рамках работы проходит формирование проектных команд (конструкторских бюро) с распределением функциональных обязанностей, команды принимают участие в различных конкурсах космической тематики.

В качестве наставников при разработке аппаратов являются специалисты предприятий госкорпорации Роскосмос.

Первый модуль, а также любой из курсов второго модуля могут рассматриваться как самостоятельные программы:

Модуль «Профессиональная проба базового уровня» - краткосрочная программа на 24 часа, которая может быть предложена для учащихся во время проведения «Инженерных каникул».

Любой из курсов второго модуля – завершенная программа подготовки по направлению аэрокосмическая инженерия, объемом 144 часа.

Численность обучающихся в группе:

базовый уровень – 10 – 12 человек;

углубленный уровень – одновременная работа 1 – 2 команд численностью 3 – 4 человека при изучении одного из курсов модуля профессиональной пробы углубленного уровня, с возможностью комбинирования командного состава в случае участия в конкретном техническом конкурсе. При этом, учащиеся не вошедшие в состав команды для участия в конкурсе, продолжают обучение по своему индивидуальному плану в разрезе освоения САПР, работы на станках, языков программирования и т.д.

Сформированные команды работают в течение учебного года, основываясь на Положениях технических конкурсов и образовательных проектов с представлением в них результатов своей деятельности.

### **Педагогическая целесообразность**

Инженерное образование относится к области общенациональных стратегических интересов Российской Федерации. Задачей общества при этом является совершенствование инженерного образования и инженерной деятельности во всех проявлениях, включая процессы преподавания.

В этом смысле становится необходимым введение в образовательный процесс проектов, курсов и технологий, связанных с развитием инженерных компетенций,<sup>2</sup> что, в свою очередь, дает возможность современным школьникам оказаться в среде, позволяющей осуществлять практическую инженерную деятельность, даже на ранних этапах и мотивирует на глубокое понимание физико-технологических процессов.

В процессе проектирования аппарата, будь то ракета-носитель, спутник, беспилотный летательный аппарат происходит комплексное освоение в расширенном и углубленном форматах дисциплин технической и естественно-научной направленности, соответствующих школьным образовательным предметам:

Функциональная задача аппарата может быть связана с изучением отдельных тем из физики (например, распределение давления и температуры на траектории спуска), химии (например, анализ загрязненности атмосферы), биологии (например, анализ климатических условий для высаживания семян), географии (например, дешифровка поверхности на основе спектральных данных) и т.д. Более того разработка технических систем аппарата требует знаний схемотехники, конструкций механических соединений, физико-математического моделирования при постановке экспериментов для реализации как исследовательских, так и инженерных задач их интерпретации, разработки блок-схем алгоритмов работы аппарата и их воплощение с использованием различных сред программирования.

Также, используемая техническая документация предполагает освоение технического английского (вся документация к используемым при изготовлении электронным компонентам представлена на английском языке), описание проектной идеи предполагает освоение литературных жанров, связанных с описанием технических систем и оформлением научных статей, знания орфографии и пунктуации.

Таким образом, выполнение учащимися подобных междисциплинарных проектов позволяет показать весь спектр применения знаний предметов школьной программы на практике.

---

<sup>2</sup> Перечень компетенций, необходимых для осуществления практической инженерной деятельности, утвержденных Ассоциацией инженерного образования России. Ассоциация инженерного образования России. Режим доступа: <http://www.ac-raee.ru/>.

### **Особенности реализации программы, реализуемой в сетевой форме**

Образовательная программа «Основы проектирования аэрокосмической техники (профессиональная проба)» предполагает не только ведение образовательного процесса педагогами – сотрудниками предприятий космической промышленности, но и возможность пройти обучение прослушав курс лекций по физике, аппаратостроению, программированию, схемотехнике моделирование антенно-фидерных устройств и пунктов приема телеметрических данных от лекторов ведущих вузов страны, приглашенных в рамках «Зимней космической школы» и Финала чемпионата образовательного проекта «Воздушно-инженерная школа».

#### **Адресат программы**

Программа рассчитана на учащихся возраста 13-18 лет, имеющих базовые знания в области программирования, радиоэлектроники, схемотехники, 3D - моделирования и основ дисциплин технической направленности.

Получение образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися. Количество обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливается из расчета не более 3 обучающихся при получении образования с другими учащимися.

Организацию работы, порядок деятельности, продолжительность учебных занятий, количество обучающихся в детских творческих объединениях МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» города Калуги регулирует «Положение о детском творческом объединении», утвержденное приказом директора № 122/-09 от 15.08.2022.

#### **Объем программы**

Модуль **профессиональная проба базового уровня** – 24 часа.

Модуль **профессиональная проба углубленного уровня** – 144 часа.

Всего за учебный год – **168 часов**.

#### **Формы обучения и виды занятий**

Программой предусмотрено проведение групповых и индивидуальных занятий:

Теория: лекции, видеолектории, экскурсии, дискуссии, беседы.

Практика: мастер-классы, практические работы.

Сочетание лекционных, семинарских, индивидуальных и групповых занятий; практикумы по решению прикладных задач. Предусматривается индивидуальная самостоятельная работа.

#### **Срок реализации**

Программа рассчитана на **один год реализации** при обязательном изучении первого модуля (профессиональная проба базового уровня) и одного из курсов (ракетостроение, спутникостроение, беспилотные летательные аппараты) второго модуля (профессиональная проба углубленного уровня).

Начало занятий – 1 сентября текущего учебного года.

Окончание занятий – середина июля текущего учебного года.

#### **Режим занятий**

Занятия на базе детского технопарка «Кванториум» МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги проводятся 2 раза в неделю по 2 часа. Адрес проведения занятий: ул. С - Щедрина, д. 66.

В течение учебного года при взаимодействии с НИИЯФ МГУ дистанционно занятия проводятся на платформах ZOOM, DISCORD в соответствии с Положением чемпионата «Воздушно-инженерная школа». Информация о дате и времени проведения размещается на сайте чемпионата заблаговременно (режим доступа: <https://roscansat.com>), а также в группах в социальных сетях: VK, Whatsapp, Telegram).

Очное проведение занятий проходит 2 раза в год в соответствии с Положением чемпионата «Воздушно-инженерная школа»:

Зимняя космическая школа. Отборочная сессия чемпионата. Сроки проведения: конец января – начало февраля текущего учебного года на базе ФГБОУ ВО «Московский

государственный университет имени М.В. Ломоносова» (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова). Адрес проведения:

г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2.

Летняя сессия. Финал чемпионата. Сроки проведения: первая неделя июля текущего учебного года на базе ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». Адрес проведения: г. Владимир, ул. Горького, д. 87; аэродром Каменово Камешковского района Владимирской области.

### **Уровни сложности программы**

Программа дает общее представление о востребованных технических профессиях и инженерных компетенциях с возможностью их формирования через разработку конкретной действующей модели космической техники или программного обеспечения для обработки и интерпретации телеметрических данных.

**Базовый уровень.** Реализация модуля «**Профессиональная проба базового уровня**» позволяет знакомить учащихся с особенностями работы предприятий космической отрасли и проводить отбор кандидатов для прохождения второго модуля «**Профессиональной пробы углубленного уровня**» и формирование команд с распределением функциональных обязанностей.

**Продвинутый уровень.** Реализация одного из подразделов второго модуля «**Профессиональной пробы углубленного уровня**» включает учащихся в аналог производственного процесса с формированием коммуникативных умений и начальных навыков внутрикомандных взаимодействий на примере этапов разработки технической системы, а именно, космической системы или программного обеспечения.

## **1.2.Цель и задачи программы**

Цели и задачи данной программы обучения в области формирования системы знаний, умений и навыков сформулированы в соответствии с государственным образовательным стандартом основного общего образования по физике с учетом концептуальных положений образовательной программы МБОУ ДО ДЮЦКО «Галактика» детский технопарк «Кванториум».

**Целью программы является** – создание условий для проведения профессиональных проб базового и углубленного уровней с возможным самоопределением будущей профессиональной деятельности.

В рамках достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

### Обучающие:

- расширение знаний о мире и о себе;
- формирование представлений о научной картине мира (гуманистическая сущность научных знаний, их нравственная ценность);
- формирование представления об особенностях производства, современном оборудовании и технологиях;
- формирование представлений о решаемых задачах практического характера различных производственных отраслей;
- формирование умений, связанных с использованием математического моделирования при решении и исследовании технических задач, в том числе экспериментальных.
- формирование начального уровня инженерных компетенций.

### Развивающие:

- обеспечивать условия для разностороннего развития личности каждого учащегося путем вовлечения их в творческую, изобретательскую, исследовательскую и научно-практическую деятельность;

- формировать коммуникативные умения внутрикомандных взаимодействий;
- развивать у учащихся целеустремленность и трудолюбие.

Воспитательные:

- воспитывать личность, способную ставить перед собой конкретные задачи и добиваться их решения;
- воспитывать гордость за успехи отечественных достижений в научной деятельности;
- воспитывать гордость за собственные достижения.

### 1.3. Содержание программы

#### Первый модуль. Профессиональная проба базового уровня

##### Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
<b>1</b>	<b>Предприятия Роскосмоса на территории города Калуги: история, достижения, развитие. Ведущие предприятия России в космической отрасли.</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	
1.1.	Образовательная программа. История развития космонавтики на территории Калуги и Калужской области.	6	6	-	Дискуссия/ входной
<b>2</b>	<b>«Инженер – это интеллект, юмор, широта мысли...»</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
2.1.	Профессия инженер....	2	2	-	Дискуссия/ текущий
2.2.	Мастер-класс. Современное оборудование и технологии.	4	-	4	Собеседование Презентация готового продукта) / текущий
<b>3</b>	<b>Этапы разработки технической системы</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
3.1.	От эскизного проектирования до запуска. Этапы разработки технической системы на примере космической системы.	2	2	-	Дискуссия/ текущий
3.2.	Действующие модели образцов космической техники: спутник, ракета-носитель. Беспилотные летательные аппараты.	6	-	6	Дискуссия/ текущий
<b>4</b>	<b>Инженерные компетенции. Проектная команда.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
4.1.	Ассоциация инженерного образования России. Инженерные компетенции.	2	2	-	Дискуссия/ текущий

4.2.	Командообразование.	2	-	2	Дискуссия/ входной
	<b>Итого</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	

### Содержание учебного плана

#### **1. Предприятия Роскосмоса на территории города Калуги: история, достижения, развитие. Ведущие предприятия России в космической отрасли (6 часов).**

*1.1. Образовательная программа. История развития космонавтики на территории Калуги и Калужской области. (6 часов)*

Вводно-ознакомительное занятие. Знакомство с историей зарождения и развития космонавтики на территории Калуги и Калужской области. Предприятия космической отрасли: история, достижения, развитие. Корпоративная культура. Посещение Музея Космонавтики г. Калуги, филиала НПО им. С.А. Лавочкина г. Калуги, ООО «НИЛАКТ ДОСААФ».

#### **2. «Инженер – это интеллект, юмор, широта мысли...» (6 часов)**

*2.1. Профессия инженер... (2 часа)*

Беседа с носителями профессий: инженер-конструктор, инженер-программист, инженер-радиоэлектроник, инженер-радиотехник и т.д., в том числе с молодыми специалистами и ветеранами отрасли. Посещение рабочего места специалиста.

*2.2. Мастер-класс. Современное оборудование и технологии. (4 часа)*

Демонстрация современного оборудования и его возможностей, мастер-классы с применением оборудования. Изучение инженерных практик в выбранной области профессиональной деятельности.

#### **3. Этапы разработки технической системы. (8 часов)**

*3.1. От эскизного проектирования до запуска. Этапы разработки технической системы на примере космической системы. (2 часа)*

Ракето- и спутникостроение. Этапы разработки космической системы. Служебные системы и полезная нагрузка аппарата. Элементы архитектуры аппаратного контура управления космическим аппаратом на основе действующей модели спутника.

*3.2. Действующие модели образцов космической техники: спутник, ракета-носитель. Беспилотные летательные аппараты. (6 часа)*

Знакомство учащихся с практическим применением, полученных инженерных знаний в разработке конкретных действующих моделей. Презентация готовых действующих моделей космической техники: спутник, ракета-носитель и их функционального назначения, участвующих в технических конкурсах. Презентация беспилотного летательного аппарата, его задач.

#### **4. Инженерные компетенции. Проектная команда. (4 часа)**

*4.1. Ассоциация инженерного образования России. Инженерные компетенции. (2 часа)*

Ассоциация инженерного образования России, миссия, цели и задачи. Перечень инженерных компетенций. Этика инженерной деятельности.

*4.2. Командообразование. (2 часа)*

Личность и коллектив. Организация работы коллектива, структура и взаимодействие участников. Отработка на практике технологий организации образовательного процесса детско-взрослых команд (распределение функционала, организация процесса взаимодействия, техники решения конфликтных ситуаций, распределение фактического времени работы и т.д.).

**Второй модуль. Профессиональная проба углубленного уровня  
Спутникостроение**

**Учебный план**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
<b>Теоретическая часть</b>					
<b>1</b>	<b>Введение.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	
1.1.	Основные задачи Федеральной космической программы. Всероссийские конкурсы по направлению аэрокосмическая инженерия.	2	2	-	Собеседование / входной
<b>2</b>	<b>Этапы разработки технической системы.</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	
2.1.	Структура этапов разработки космической системы на примере обучающего «спутника»	2	2	-	Собеседование / текущий
2.2.	Этапы: Научно-исследовательская работа и Эскизное проектирование.	4	2	2	Собеседование / текущий
2.3.	Этап: Разработка рабочей документации аппарата.	2	1	1	Собеседование / текущий
2.4.	Этапы: Изготовление аппарата. Наземная экспериментальная отработка. Летные испытания. Эксплуатация аппарата.	2	2	-	Собеседование / текущий
<b>3</b>	<b>Основные комплексы и системы космического аппарата и аналоги обучающего «спутника».</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
3.1.	Элементы архитектуры аппаратного контура управления космическим аппаратом и их аналоги обучающего «спутника».	4	2	2	Собеседование / текущий
<b>4.</b>	<b>План-график выполнения работ.</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
4.1.	План-график выполнения работ. Распределение функциональных обязанностей в команде.	2	1	1	Собеседование / предупредительный
<b>Практическая часть</b>					
<b>5.</b>	<b>Автоматизированное проектирование. Обзор САПР.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
5.1.	Системы автоматизированного проектирования: 3D-моделирование, автоматизированное проектирование электроники, моделирование высокочастотных устройств.	4	2	2	Тестовое задание/текущий
<b>6</b>	<b>Разработка миссии аппарата.</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	

6.1.	Постановка целевых исследовательской и/или инженерной задач аппарата.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
6.2.	Подбор целевой аппаратуры.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>7.</b>	<b>Массово-габаритные параметры аппарата</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
7.1.	Расчет массово-габаритных параметров аппарата.	4	2	2	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>8.</b>	<b>Разработка рабочей документации аппарата.</b>	<b>32</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	
8.1.	Разработка функциональной схемы аппарата.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.2.	Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.3.	Разработка электрической принципиальной схемы.	10	2	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.4.	Разработка блок-схемы алгоритмов работы аппарата.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.5.	Архитектура аппарата. Конструктивные особенности.	10	2	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>9.</b>	<b>Изготовление аппарата. Наземная экспериментальная отработка.</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>48</b>	
9.1.	Разработка, изготовление и тестирование системы спасения аппарата.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий

9.2.	Изготовление конструктивных элементов аппарата.	6	-	6	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.3.	Разработка программных кодов.	12	2	10	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.4.	Работа на макетной плате.	8	-	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.5.	Радиомонтаж элементов и комплексов.	12	2	10	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.6.	Наземные испытания элементов и комплексов.	10	-	10	Собеседование (презентация результата работы)/предупредительный
<b>10.</b>	<b>Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
10.1.	Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>11.</b>	<b>Разработка дополнительных устройств. Конструкторская и программная документация. Изготовление.</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	
11.1.	Разработка дополнительных устройств. Конструкторская и программная документация. Изготовление.	6	-	6	Собеседование (презентация результата работы)/предупредительный
<b>12.</b>	<b>Подходы к обработке телеметрии.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
12.1.	Подходы к обработке телеметрии.	6	2	4	Тестовое задание/текущий
<b>13.</b>	<b>Летные испытания.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
13.1.	Летные испытания. Интерпретация данных телеметрии.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/проме

					жуточный, итоговый
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>37</b>	<b>107</b>	

## Содержание учебного плана

### Теоретическая часть

#### 1. Введение. (2 часа)

1.1. *Основные задачи Федеральной космической программы России. Всероссийские конкурсы по направлению аэрокосмическая инженерия. (2 часа)*

Обзор Федеральной космической программы России на 2016 – 2025 г.г. Изучение положений всероссийских конкурсов по направлению Аэрокосмическая инженерия. Изучение технических заданий к разработке аппаратов.

#### 2. Этапы разработки технической системы. (10 часов)

2.1. *Структура этапов разработки космической системы на примере обучающего «спутника». (2 часа)*

Жизненный цикл реальной технической системы: космической системы или аппарата. этапы разработки космической системы на примере обучающего «спутника». Этап опытно-конструкторских работ – как основа разработки аппарата.

2.2. *Этапы: Научно-исследовательская работа и Эскизное проектирование. (4 часа)*

Анализ прикладных задач, выполняемых космическими аппаратами. Подходы к разработке миссии своего аппарата. Определение целевой аппаратуры, расчет массово-габаритных характеристик, расчет проектной стоимости аппарата.

2.3. *Этап: Разработка рабочей документации аппарата. (2 часа)*

Структурные единицы конструкторской и программной документации. Пояснительная записка: разделы, оформление.

2.4. *Этапы: Изготовление аппарата. Наземная экспериментальная отработка. Летные испытания. Эксплуатация аппарата. (2 часа)*

Виды работ, проводимые на данных этапах. Наземная экспериментальная отработка: условия, лабораторные стенды. Условия проведения летных испытаний. Полигон, техника безопасности при запуске. Эксплуатация аппарата – как завершающий этап работы над аппаратом.

#### 3. Основные комплексы и системы космического аппарата и аналоги обучающего «спутника». (4 часа)

3.1. *Элементы архитектуры аппаратного контура управления космическим аппаратом и их аналоги обучающего «спутника». (4 часа)*

Процесс управления космическим аппаратом. Мониторинг пространственно-временных и функциональных характеристик аппарата. комплексы управления: бортовой комплекс управления, наземный комплекс управления, комплекс бортового и наземного программного обеспечения. Архитектура аппаратного контура управления космического аппарата и аналогия в применении к обучающему «спутнику».

#### 4. План-график выполнения работ. (2 часа)

4.1. *План-график выполнения работ. Распределение функциональных обязанностей в команде. (2 часа)*

Формирование плана-графика работ команды по выполнению проекта. Распределение функциональных обязанностей в команде.

### Практическая часть

#### 5. Автоматизированное проектирование. Обзор САПР. (4 часа)

5.1. *Системы автоматизированного проектирования: 3D-моделирование, автоматизированное проектирование электроники, моделирование высокочастотных устройств. (4 часа)*

Конструкторская документация. Использование программ автоматизированного проектирования для моделирования.

**6. Разработка миссии аппарата. (8 часов)**

6.1. *Постановка целевых исследовательской и/или инженерной задач аппарата. (4 часа)*

Подходы к определению функционального назначения аппарата. Возможные исследовательские и инженерные задачи, их описание. Целевое назначение датчиков/модулей/систем, формат получаемых данных, анализ с точки зрения исполнения миссии аппарата.

6.2. *Подбор целевой аппаратуры. (4 часа)*

Подбор целевой аппаратуры аппарата, изучение технической документации. Формирование таблицы технических характеристик. Расчет проектной стоимости аппарата.

**7. Массово-габаритные параметры аппарата. (4 часа)**

7.1. *Расчет массово-габаритных параметров аппарата (4 часа)*

Формирование технического задания в части массово-габаритных параметров. Измерение массы каждого элемента аппарата: корпус, датчики и платы, крепежные элементы, система спасения и т.д. формирование общей таблицы массовых характеристик. Измерение линейных размеров элементов аппарата. Изготовление массово-габаритного макета для последующих испытаний.

**8. Разработка рабочей документации аппарата. (32 часа)**

8.1. *Разработка функциональной схемы аппарата. (4 часа)*

Модуль служебных систем и модуль полезной нагрузки. Разработка функциональной схемы аппарата.

8.2. *Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере. (4 часа)*

Подключение датчиков. Интерфейсы. Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере.

8.3. *Разработка электрической принципиальной схемы. (10 часов)*

Современные системы автоматизированного проектирования. Разработка электрической принципиальной схемы в САПР. Расчет энергопотребления компонентов аппарата.

8.4. *Разработка блок-схемы алгоритмов работы аппарата. (4 часа)*

Алгоритм работы аппарата, разработка блок-схемы. Описание программной реализации.

8.5. *Архитектура аппарата. Конструктивные особенности. (10 часов)*

Системы автоматизированного проектирования для 3D-моделирования. Габаритный и сборочный чертежи.

**9. Изготовление аппарата. Наземная экспериментальная отработка. (54 часа)**

9.1. *Разработка, изготовление и тестирование системы спасения аппарата. (6 часов)*

Система спасения аппарата. Виды систем спасения. Физика спуска. Расчет диаметра парашюта при заданной скорости. Изготовление парашюта: материал, длина строп, механизм крепления. Тестирование системы спасения с массово-габаритным макетом. Измерение скорости спуска.

9.2. *Изготовление конструктивных элементов аппарата. (6 часов)*

Архитектура аппарата. Изготовление конструктивных элементов аппарата с использованием станочного оборудования, 3D-принтера и т.д.

*9.3. Разработка программных кодов. (12 часов)*

Алгоритм работы аппарата. Разработка программных кодов.

*9.4. Работа на макетной плате. (8 часов)*

Сборка на макетной плате элементов и комплексов. Проверка работоспособности. Первичная отладка программных кодов.

*9.5. Радиомонтаж элементов и комплексов. (12 часов)*

Радиомонтаж. Техника безопасности при проведении радиомонтажных работ.

*9.6. Наземные испытания элементов и комплексов. (10 часов)*

Автономные испытания готовых элементов и комплексов аппарата. отладка программных кодов. Комплексное стационарное испытание аппарата.

**10. Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу (6 часов).**

*10.1. Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу. (6 часов)*

Наземная приемная станция. Системы автоматизированного проектирования для быстрого и точного численного моделирования высокочастотных устройств. Изготовление приемного пункта. Прием-передача данных по радиоканалу.

**11. Разработка дополнительных устройств. Конструкторская и программная документация. Изготовление. (6 часов)**

*11.1. Разработка дополнительных устройств. Конструкторская и программная документация. Изготовление. (6 часов)*

Дополнительные устройства и модули, реализуемые в проекте. Экспериментальная отработка тестируемых систем.

**12. Подходы к обработке телеметрии. (6 часов)**

*12.1. Подходы к обработке телеметрии. (6 часов)*

Формат получаемых данных. Обработка и интерпретация данных. Физико-математические основы анализируемых данных.

**13. Летные испытания. (6 часов)**

*13.1. Летные испытания. Интерпретация данных телеметрии. (6 часов).*

Эксплуатация аппарата. Запуск на полигоне. Техника безопасности при совершении запусков. Анализ, проведенных летных испытаний с точки зрения работоспособности аппарата в целом и в отдельности его датчиков и систем. Возможные варианты модернизации. Интерпретация данных телеметрии полета, анализ.

**Второй модуль. Профессиональная проба углубленного уровня  
Ракетостроение**

**Учебный план**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
<b>Теоретическая часть</b>					
<b>1</b>	<b>Введение.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	
1.1.	Основные задачи Федеральной космической программы России. Всероссийские конкурсы по направлению аэрокосмическая инженерия.	2	2	-	Собеседование/ входной
<b>2</b>	<b>Этапы разработки технической системы.</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	
2.1.	Структура этапов разработки технической системы.	2	2	-	Собеседование/ текущий
2.2.	Этапы: Научно-исследовательская работа. Эскизное проектирование.	4	2	2	Собеседование/ текущий
2.3.	Этап: Разработка рабочей документации.	2	1	1	Собеседование/ текущий
2.4.	Этапы: Изготовление. Наземная экспериментальная отработка. Летные испытания. Эксплуатация.	2	2	-	Собеседование/ текущий
<b>3</b>	<b>Основные комплексы и системы ракеты-носителя.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
3.1.	Элементы архитектуры аппаратного контура управления.	4	2	2	Собеседование/ текущий
<b>4.</b>	<b>План-график выполнения работ.</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
4.1.	План-график выполнения работ. Распределение функциональных обязанностей в команде.	2	1	1	Собеседование/ предупредитель ный
<b>Практическая часть</b>					
<b>5.</b>	<b>Автоматизированное проектирование. Обзор САПР.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
5.1.	Системы автоматизированного проектирования: 3D-моделирование, автоматизированное проектирование электроники, моделирование высокочастотных устройств.	4	2	2	Тестовое задание/ текущий
<b>6.</b>	<b>Техническое задание.</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
6.1.	Постановка целевых задач.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
6.2.	Подбор целевой аппаратуры.	4	1	3	Собеседование (презентация результата

					работы)/текущи й
<b>7.</b>	<b>Проектные характеристики ракеты-носителя.</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
7.1.	Определение геометрических параметров.	2	1	1	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
7.2.	Определение массы ракеты-носителя.	2	1	1	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
7.3.	Расчет устойчивости ракеты-носителя.	2	1	1	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
7.4.	Расчет высоты полета ракеты-носителя.	2	1	1	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
<b>8.</b>	<b>Проектирование ракеты-носителя в программе OpenRocket.</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
8.1.	Проектирование ракеты-носителя в программе OpenRocket	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
<b>9.</b>	<b>Разработка рабочей документации аппарата.</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	
9.1.	Разработка функциональной схемы аппарата.	2	-	2	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
9.2.	Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
9.3.	Разработка электрической принципиальной схемы.	10	2	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й
9.4.	Разработка блок-схемы алгоритмов работы.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущи й

					й
9.5.	Конструкция ракеты-носителя.	10	2	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>10.</b>	<b>Изготовление. Наземная экспериментальная отработка.</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>48</b>	
10.1.	Разработка, изготовление и тестирование системы спасения аппарата.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
10.2.	Изготовление конструктивных элементов аппарата.	6	-	6	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
10.3.	Разработка программных кодов.	12	2	10	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
10.4.	Работа на макетной плате.	8	-	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
10.5.	Радиомонтаж элементов и комплексов.	12	2	10	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
10.6.	Наземные испытания элементов и комплексов.	10	-	10	Собеседование (презентация результата работы)/предупредительный
<b>11.</b>	<b>Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
11.1.	Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>12.</b>	<b>Подходы к обработке телеметрии.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
12.1.	Подходы к обработке телеметрии.	6	2	4	Тестовое задание/текущий
<b>13.</b>	<b>Летные испытания.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
13.1.	Летные испытания.	6	2	4	Собеседование

					(презентация результата работы)/промежуточный, итоговый
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>39</b>	<b>105</b>	

### Содержание учебного плана

#### Теоретическая часть

##### 1. Введение. (2 часа)

1.1. *Основные задачи Федеральной космической программы России. Всероссийские конкурсы по направлению аэрокосмическая инженерия. (2 часа)*

Обзор Федеральной космической программы России на 2016 – 2025 г.г. Изучение положений всероссийских конкурсов по направлению Аэрокосмическая инженерия. Изучение технических заданий к разработке аппаратов.

##### 2. Этапы разработки технической системы. (10 часов)

2.1. *Структура этапов разработки технической системы. (2 часа)*

Жизненный цикл реальной технической системы: космической системы или аппарата. этапы разработки космической системы на примере обучающего «спутника». Этап опытно-конструкторских работ – как основа разработки аппарата.

2.2. *Этапы: Научно-исследовательская работа. Эскизное проектирование. (4 часа)*

Анализ прикладных задач, выполняемых космическими аппаратами. Подходы к разработке задач ракеты-носителя. Определение целевой аппаратуры, расчет массово-габаритных характеристик, расчет проектной стоимости аппарата.

2.3. *Этап: Разработка рабочей документации. (2 часа)*

Структурные единицы конструкторской и программной документации. Пояснительная записка: разделы, оформление.

2.4. *Этапы: Изготовление. Наземная экспериментальная отработка. Летные испытания. Эксплуатация. (2 часа)*

Виды работ, проводимые на данных этапах. Наземная экспериментальная отработка: условия, лабораторные стенды. Условия проведения летных испытаний. Полигон, техника безопасности при запуске. Эксплуатация аппарата – как завершающий этап работы над аппаратом.

##### 3. Основные комплексы и системы ракеты-носителя. (4 часа)

3.1. *Элементы архитектуры аппаратного контура управления. (4 часа)*

Процесс управления аппаратом. Мониторинг пространственно-временных и функциональных характеристик аппарата. Комплексы управления: бортовой комплекс управления, наземный комплекс управления, комплекс бортового и наземного программного обеспечения. Архитектура аппаратного контура управления.

##### 4. План-график выполнения работ. (2 часа)

4.1. *План-график выполнения работ. Распределение функциональных обязанностей в команде. (2 часа)*

Формирование плана-графика работ команды по выполнению проекта. Распределение функциональных обязанностей в команде.

#### Практическая часть

##### 5. Автоматизированное проектирование. Обзор САПР. (4 часа)

5.1. Системы автоматизированного проектирования: 3D-моделирование, автоматизированное проектирование электроники, моделирование высокочастотных устройств. (4 часа)

Конструкторская документация. Использование программ автоматизированного проектирования для моделирования.

**6. Техническое задание. (8 часов)**

6.1. Постановка целевых задач. (4 часа)

Функциональное назначение. Требования к техническим характеристикам ракеты-носителя: конструкция, стартовая установка, полезная нагрузка, стартовые перегрузки, системы спасения, суммарный импульс тяги, бортовая система, напряжение питания бортовых источников, передача телеметрических данных, дополнительные задачи. Целевое назначение датчиков/модулей/систем, формат получаемых данных.

6.2. Подбор целевой аппаратуры. (4 часа)

Подбор целевой аппаратуры аппарата, изучение технической документации. Формирование таблицы технических характеристик. Расчет проектной стоимости.

**7. Проектные характеристики ракеты-носителя. (8 часов)**

7.1. Определение геометрических параметров. (2 часа)

Диаметр и удлинение – как основные геометрические параметры ракеты-носителя. Расчет оптимальной длины ракеты-носителя с учетом полезной нагрузки.

7.2. Определение массы ракеты-носителя. (2 часа)

Масса ракеты-носителя на активном и пассивном участках полета. Расчет массы ракеты-носителя с учетом применяемого двигателя. Характеристики используемого двигателя.

7.3. Расчет устойчивости ракеты-носителя. (2 часа)

Аэродинамика полета. Устойчивость полета. Центр давления и тяжести. Расчет коэффициента устойчивости ракеты-носителя.

7.4. Расчет высоты полета ракеты-носителя. (2 часа)

Уравнения внешней баллистики для расчета высоты ракеты-носителя. Ускорение ракеты-носителя, среднее значение ускорения.

**8. Проектирование ракеты-носителя в программе OpenRocket (4 часа)**

8.1. Проектирование ракеты-носителя в программе OpenRocket. (4 часа)

Изучение программы OpenRocket. Расчет технических характеристик ракеты-носителя в программе. Соотнесение характеристик, полученных в программе с теоретическими расчетами. Выполнение трехмерной модели конструкции ракеты-носителя.

**9. Разработка рабочей документации аппарата. (30 часа)**

9.1. Разработка функциональной схемы аппарата. (2 часа)

Модуль служебных систем и модуль полезной нагрузки. Разработка функциональной схемы аппарата.

9.2. Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере. (4 часа)

Подключение датчиков. Интерфейсы. Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере.

9.3. Разработка электрической принципиальной схемы. (10 часов)

Современные системы автоматизированного проектирования. Разработка электрической принципиальной схемы в САПР. Расчет энергопотребления компонентов аппарата.

9.4. Разработка блок-схемы алгоритмов работы. (4 часа)

Алгоритм работы аппарата, разработка блок-схемы. Описание программной реализации.

9.5. Конструкция ракеты-носителя. (10 часов)

Системы автоматизированного проектирования для 3D-моделирования. Габаритный и сборочный чертежи.

**10. Изготовление. Наземная экспериментальная отработка. (54 часа)**

*10.1. Разработка, изготовление и тестирование системы спасения. (6 часов)*

Система спасения аппарата. Виды систем спасения. Физика спуска. Расчет диаметра парашюта при заданной скорости. Изготовление парашюта: материал, длина строп, механизм крепления. Тестирование системы спасения с массово-габаритным макетом. Измерение скорости спуска.

*10.2. Изготовление конструктивных элементов. (6 часов)*

Архитектура аппарата. Изготовление конструктивных элементов аппарата с использованием станочного оборудования, 3D-принтера и т.д.

*10.3. Разработка программных кодов. (12 часов)*

Алгоритм работы аппарата. Разработка программных кодов.

*10.4. Работа на макетной плате. (8 часов)*

Сборка на макетной плате элементов и комплексов. Проверка работоспособности. Первичная отладка программных кодов.

*10.5. Радиомонтаж элементов и комплексов. (12 часов)*

Радиомонтаж. Техника безопасности при проведении радиомонтажных работ.

*10.6. Наземные испытания элементов и комплексов. (10 часов)*

Автономные испытания готовых элементов и комплексов аппарата. отладка программных кодов. Комплексное стационарное испытание аппарата.

**11. Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу. (6 часов)**

*11.1. Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу. (6 часов)*

Наземная приемная станция. Системы автоматизированного проектирования для быстрого и точного численного моделирования высокочастотных устройств. Изготовление приемного пункта. Прием-передача данных по радиоканалу.

**12. Подходы к обработке телеметрии. (6 часов)**

*12.1. Подходы к обработке телеметрии. (6 часов)*

Формат получаемых данных. Обработка и интерпретация данных. Физико-математические основы анализируемых данных.

**13. Летные испытания. (6 часов)**

*13.1. Летные испытания. (6 часов)*

Эксплуатация. Запуск на полигоне. Техника безопасности при совершении запусков. Анализ, проведенных летных испытаний с точки зрения работоспособности аппарата в целом и в отдельности его датчиков и систем. Возможные варианты модернизации.

**Второй модуль. Профессиональная проба углубленного уровня  
Беспилотные летательные аппараты**

**Учебный план**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
<b>Теоретическая часть</b>					
<b>1</b>	<b>Введение.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	
1.1.	Функциональные задачи беспилотных летательных аппаратов. Всероссийские конкурсы по направлению аэрокосмическая инженерия.	2	2	-	Собеседование/ входной
<b>2</b>	<b>Этапы разработки технической системы.</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	
2.1.	Структура этапов разработки технической системы.	2	2	-	Собеседование/ текущий
2.2.	Этапы: Научно-исследовательская работа. Эскизное проектирование.	4	2	2	Собеседование/ текущий
2.3.	Этап: Разработка рабочей документации.	2	1	1	Собеседование/ текущий
2.4.	Этапы: Изготовление. Наземная экспериментальная отработка. Летные испытания. Эксплуатация.	2	2	-	Собеседование/ текущий
<b>3</b>	<b>Основные комплексы и системы БПЛА.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
3.1.	Элементы архитектуры аппаратного контура управления.	4	2	2	Собеседование/ текущий
<b>4.</b>	<b>План-график выполнения работ.</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
4.1.	План-график выполнения работ. Распределение функциональных обязанностей в команде.	2	1	1	Собеседование/ предупредительный
<b>Практическая часть</b>					
<b>5.</b>	<b>Автоматизированное проектирование. Обзор САПР.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
5.1.	Системы автоматизированного проектирования: 3D-моделирование, автоматизированное проектирование электроники, моделирование высокочастотных устройств.	4	2	2	Тестовое задание/текущий
<b>6.</b>	<b>Техническое задание.</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
6.1.	Постановка целевых задач.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий

6.2.	Подбор целевой аппаратуры.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>7.</b>	<b>Проектные характеристики коптера-носителя.</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
7.1.	Выбор схемы коптера-носителя.	2	1	1	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
7.2.	Определение конструктива коптера-носителя.	2	1	1	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
7.3.	Выбор аккумуляторных батарей и двигателей. Расчет времени полета коптера-носителя.	4	2	2	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>8.</b>	<b>Разработка рабочей документации аппарата.</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>25</b>	
8.1.	Разработка структурной схемы электронной части коптера-носителя.	2	-	2	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.2.	Состав оборудования. Технические характеристики.	4	-	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.3.	Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере.	4	1	3	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.4.	Разработка электрической принципиальной схемы.	10	2	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.5.	Техническое задание. Целевые задачи коптера-носителя. Алгоритм реализации.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий

8.6	Архитектура коптера-носителя. Выполнение габаритных и сборочного чертежей.	4	2	2	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
8.7.	Подготовка к полету. Техника безопасности.	4	2	2	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>9.</b>	<b>Изготовление. Наземная экспериментальная отработка.</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>48</b>	
9.1.	Разработка, изготовление и тестирование системы спасения аппарата.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.2.	Изготовление конструктивных элементов.	6	-	6	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.3.	Разработка программных кодов.	12	2	10	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.4.	Работа на макетной плате.	8	-	8	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.5.	Радиомонтаж элементов и комплексов.	12	2	10	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
9.6.	Наземные испытания элементов и комплексов.	10	-	10	Собеседование (презентация результата работы)/предупредительный
<b>10.</b>	<b>Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
10.1.	Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/текущий
<b>11.</b>	<b>Подходы к обработке телеметрии.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	

11.1.	Подходы к обработке телеметрии.	6	2	4	Тестовое задание/текущий
<b>12.</b>	<b>Летные испытания.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
12.1.	Летные испытания.	6	2	4	Собеседование (презентация результата работы)/промежуточный, итоговый
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>41</b>	<b>103</b>	

## Содержание учебного плана

### Теоретическая часть

#### **1. Введение. (2 часа)**

*1.1. Функциональные задачи беспилотных летательных аппаратов. Всероссийские конкурсы по направлению аэрокосмическая инженерия. (2 часа)*

Функциональные задачи беспилотных летательных аппаратов. Обзор существующих беспилотных летательных аппаратов. Изучение положений всероссийских конкурсов по направлению Аэрокосмическая инженерия. Изучение технических заданий к разработке аппаратов.

#### **2. Этапы разработки технической системы. (10 часов)**

*2.1. Структура этапов разработки технической системы. (2 часа)*

Жизненный цикл реальной технической системы. Этапы разработки. Этап опытно-конструкторских работ – как основа разработки аппарата.

*2.2. Этапы: Научно-исследовательская работа. Эскизное проектирование. (4 часа)*

Анализ прикладных задач, выполняемых аппаратами. Подходы к разработке задач копитера-носителя. Определение целевой аппаратуры, расчет массово-габаритных характеристик, расчет проектной стоимости аппарата.

*2.3. Этап: Разработка рабочей документации. (2 часа)*

Структурные единицы конструкторской и программной документации. Пояснительная записка: разделы, оформление.

*2.4. Этапы: Изготовление. Наземная экспериментальная отработка. Летные испытания. Эксплуатация. (2 часа)*

Виды работ, проводимые на данных этапах. Наземная экспериментальная отработка: условия, лабораторные стенды. Условия проведения летных испытаний. Полигон, техника безопасности при запуске. Эксплуатация аппарата – как завершающий этап работы над аппаратом.

#### **3. Основные комплексы и системы БПЛА. (4 часа)**

*3.1. Элементы архитектуры аппаратного контура управления. (4 часа)*

Процесс управления аппаратом. Мониторинг пространственно-временных и функциональных характеристик аппарата. Комплексы управления: бортовой комплекс управления, наземный комплекс управления, комплекс бортового и наземного программного обеспечения. Архитектура аппаратного контура управления.

#### **4. План-график выполнения работ. (2 часа)**

*4.1. План-график выполнения работ. Распределение функциональных обязанностей в команде. (2 часа)*

Формирование плана-графика работ команды по выполнению проекта. Распределение функциональных обязанностей в команде.

## Практическая часть

### **5. Автоматизированное проектирование. Обзор САПР. (4 часа)**

5.1. *Системы автоматизированного проектирования: 3D-моделирование, автоматизированное проектирование электроники, моделирование высокочастотных устройств. (4 часа)*

Конструкторская документация. Использование программ автоматизированного проектирования для моделирования.

### **6. Техническое задание. (8 часов)**

6.1. *Постановка целевых задач. (4 часа)*

Функциональное назначение. Требования к техническим характеристикам коптера-носителя: конструкция, полезная нагрузка, системы спасения, суммарный импульс тяги, бортовая система, напряжение питания бортовых источников, передача телеметрических данных, дополнительные задачи. Целевое назначение датчиков/модулей/систем, формат получаемых данных.

6.2. *Подбор целевой аппаратуры. (4 часа)*

Подбор целевой аппаратуры коптера-носителя, изучение технической документации. Формирование таблицы технических характеристик. Расчет проектной стоимости.

### **7. Проектные характеристики коптера-носителя. (8 часов)**

7.1. *Выбор схемы коптера-носителя. (2 часа)*

Общие сведения. Виды коптеров. Характеристики полета и число используемых двигателей. Модульность конструкции, простота управления, ремонтпригодность.

7.2. *Определение конструктива коптера-носителя. (2 часа)*

Масса коптера-носителя. Рама, габариты. Пропеллеры. Отсек полезной нагрузки.

7.3. *Выбор аккумуляторных батарей и двигателей. Расчет времени полета коптера-носителя. (4 часа)*

Аэродинамика полета. Устойчивость полета. Расчет энергопотребления электронного оборудования коптера-носителя. Время полета коптера-носителя. Выбор двигателей и аккумуляторных батарей. Расчет времени полета. On-line калькулятор для расчета времени полета.

### **8. Разработка рабочей документации аппарата. (34 часа)**

8.1. *Разработка структурной схемы электронной части коптера-носителя. (2 часа)*

Модуль служебных систем и модуль полезной нагрузки. Разработка структурной схемы. Полетный контроллер. Ручной и автономный режимы управления коптером-носителем.

8.2. *Состав оборудования. Технические характеристики. (4 часа)*

Определение состава оборудования в соответствии с разработанной конструкцией. Соответствие технических характеристик оборудования, решаемым задачам коптера-носителя.

8.3. *Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере. (4 часа)*

Подключение датчиков. Интерфейсы. Разработка схемы распределения устройств на микроконтроллере.

8.4. *Разработка электрической принципиальной схемы. (10 часов)*

Современные системы автоматизированного проектирования. Разработка электрической принципиальной схемы в САПР. Расчет энергопотребления компонентов аппарата. Описание схемы электрической принципиальной коптера-носителя.

8.5. *Техническое задание. Целевые задачи коптера-носителя. Алгоритм реализации. (6 часов)*

Целевая задача. Алгоритм реализации в соответствии с техническим заданием. Описание программной реализации.

8.6. *Архитектура коптера-носителя. Выполнение габаритных и сборочного чертежей. (4 часа)*

Системы автоматизированного проектирования для 3D-моделирования. Габаритный и сборочный чертежи.

8.7. *Подготовка к полету. Техника безопасности. (4 часа)*

Технический осмотр коптера-носителя перед полетом. Соблюдение инструкций при запуске. Техника безопасности.

**9. Изготовление. Наземная экспериментальная отработка. (54 часа)**

9.1. *Разработка, изготовление и тестирование системы спасения. (6 часов)*

Система спасения аппарата. Виды систем спасения. Физика спуска. Расчет диаметра парашюта при заданной скорости. Изготовление парашюта: материал, длина строп, механизм крепления. Тестирование системы спасения с массово-габаритным макетом. Измерение скорости спуска.

9.2. *Изготовление конструктивных элементов. (6 часов)*

Архитектура коптера-носителя. Изготовление конструктивных элементов с использованием станочного оборудования, 3D-принтера и т.д.

9.3. *Разработка программных кодов. (12 часов)*

Алгоритм работы коптера-носителя. Разработка программных кодов.

9.4. *Работа на макетной плате. (8 часов)*

Сборка на макетной плате элементов и комплексов. Проверка работоспособности. Первичная отладка программных кодов.

9.5. *Радиомонтаж элементов и комплексов. (12 часов)*

Радиомонтаж. Техника безопасности при проведении радиомонтажных работ.

9.6. *Наземные испытания элементов и комплексов. (10 часов)*

Автономные испытания готовых элементов и комплексов коптера-носителя. Отладка программных кодов. Комплексное стационарное испытание.

**10. Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу. (6 часов)**

10.1. *Приемная станция. Моделирование антенны. Передача данных по радиоканалу. (6 часов)*

Наземная приемная станция. Системы автоматизированного проектирования для быстрого и точного численного моделирования высокочастотных устройств. Изготовление приемного пункта. Прием-передача данных по радиоканалу.

**11. Подходы к обработке телеметрии. (6 часов)**

11.1. *Подходы к обработке телеметрии. (6 часов)*

Формат получаемых данных. Обработка и интерпретация данных. Физико-математические основы анализируемых данных.

**12. Летные испытания. (6 часов)**

12.1. *Летные испытания. (6 часов)*

Эксплуатация. Запуск на полигоне. Техника безопасности при совершении запусков. Анализ, проведенных летных испытаний с точки зрения работоспособности коптера-носителя в целом и в отдельности его датчиков и систем. Возможные варианты модернизации.

#### **1.4. Планируемые результаты**

Занятия по данной программе проводятся для удовлетворения индивидуального запроса учащихся к изучению прикладного характера технических дисциплин, а также в

качестве прохождения профессиональной пробы для осознания выбора профессиональной деятельности.

**Критериями оценки результативности изучения программы являются:**

✓ критерии оценки уровня теоретической подготовки учащихся: соответствие уровня теоретических знаний программным требованиям; широта кругозора; свобода восприятия теоретической информации; развитость практических навыков работы со специальной литературой, осмысленность и свобода использования специальной терминологии;

✓ критерии оценки уровня практической подготовки учащихся: соответствие уровня развития практических умений и навыков программным требованиям; свобода владения специальным оборудованием и оснащением; качество выполнения практического задания; технологичность практической деятельности.

Для отслеживания результативности образовательного процесса учащихся может быть использовано несколько этапов контроля:

✓ входной контроль – при формировании групп первого года обучения: собеседование, просмотр, анализ представленных работ.

✓ текущий контроль: опрос, анализ работ, наблюдение.

✓ промежуточная аттестация: проверка уровня освоения программы соответствующего года обучения, при переводе на следующий год обучения, (соответствие ожидаемых результатов полученным);

✓ итоговый контроль: подведением итогов реализации общеобразовательной программы являются - отчетные выставки, проводимые в конце учебного года, презентация аппаратов

**По окончании изучения образовательной программы учащиеся должны:**

✓ иметь представление о развитии космической отрасли в России и в мире;

✓ интересоваться о передовых технологиях и разработках, программах в космической отрасли;

✓ иметь представление о профессиях: инженер-конструктор, инженер-программист, радиотехник, инженер-электроник и др.;

✓ иметь представление о возможных системах автоматизированного проектирования в применении к различным областям технических разработок;

✓ иметь представление о станочном оборудовании и современных технологиях производства;

✓ понимать, что такое техническая система и этапы ее разработки;

✓ знать основные профессиональные инженерные компетенции;

✓ уметь работать в команде с учетом распределения функциональных обязанностей;

✓ владеть основными понятиями, изучаемых технических дисциплин;

✓ уметь анализировать имеющиеся технические решения и применять на практике;

✓ иметь навыки в программировании, схемотехнике, 3D-моделировании, радиомонтаже и т.д.;

✓ разграничивать физическую и математическую модель рассматриваемого процесса/явления;

✓ уметь проводить интерпретацию полученных данных в соответствии с физико-математическими основами;

✓ при решении технических задач использовать аналогии, графические методы, эксперимент.

## Ожидаемый результат

В целом, результат освоения содержания программы связан с успешной самореализацией учащихся в учебной деятельности и возможностью обоснованной профессиональной ориентации. Формирование профессиональной ориентации к моменту завершения общего среднего образования можно рассматривать, как некий образовательный результат в выборе направлений профессиональной деятельности: исследовательской в области физики, а также инженерно-конструкторской в области технической физики.

При завершении изучения первого модуля «Профессиональная проба базового уровня» учащиеся должны получить общее представление о содержании, характере и условиях труда профессий космической отрасли и сделать выбор о продолжении или завершении профессиональной пробы с точки зрения дальнейшего участия непосредственно в технических конкурсах космической тематики.

При завершении изучения второго модуля «Профессиональная проба углубленного уровня» учащиеся должны сопоставить собственные интересы и возможности с требованиями профессии, в т.ч. медицинскими противопоказаниями к ней, а в случае положительного выбора, рассмотреть возможные профессионально-образовательные траектории, получить конкретный опыт проектирования и изготовления аппарата: обучающего «спутника», ракеты-носителя, беспилотного летательного аппарата или приемного пункта и т.д.

Далее представлены примерные критерии оценки успешного прохождения учащимися программы. *Критерии оценки определяются непосредственно педагогом в зависимости от разрабатываемого аппарата и решаемых с его помощью прикладных задач или программного продукта в текущем учебном году.*

Целевые продукты деятельности учащихся	Критерии оценки
Готовый аппарат	Масса аппарата соответствует требованиям (например, 350г.). Разработана конструкция аппарата с местом для крепления парашюта, оптимальным расположением плат, возможностью легкой замены аккумуляторных батарей, доступности для устранения неполадок. Размеры конструкции соответствуют техническому заданию (например, 66мм*220мм, включая систему спасения). Проведен радиомонтаж аппарата. Написаны программные коды и проведена их отладка. Качественная работа командной радиолинии. Штатное срабатывание системы спасения в соответствии с техническим заданием (например, раскрывается на высоте 250м +/-20м и обеспечивает скорость спуска 5-10 м/с). Телеметрия получена и проведена ее интерпретация.

## 2. Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Календарный учебный график.

Календарный учебный график составляется педагогом на основании реализуемой общеобразовательной программы до начала учебного года или начала реализации программы. Календарный учебный график разрабатывается педагогом для каждой группы в форме таблицы, представленной ниже.

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятий	Место проведения	Форма контроля

### 2.2. Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение со стороны детского технопарка «Кванториум»: компьютерный класс, выход в Интернет; видео-аудиоаппаратура; конструкторы для изготовления действующих моделей аппаратов, ракет-носителей, БПЛА; электронные компоненты; комплектующие; методическая литература; канцтовары.

Материально-техническое оснащение со стороны НИИЯФ МГУ:

- Полигон и стартовые установки для проведения летных запусков аппаратов и ракет - носителей в соответствии с Положением чемпионата «Воздушно-инженерная школа»;

- Наземный приемный комплекс для получения телеметрических данных во время летных испытаний в период проведения финала чемпионата «Воздушно-инженерная школа»;

Двигатели для осуществления запусков ракет-носителей, разработанных командами в соответствии с Положением, в период проведения финала чемпионата «Воздушно-инженерная школа».

### 2.3. Формы аттестации (контроля)

Форматом подведения итогов изучения разделов программы является зачетное занятие в одной из форм: устного собеседования по изученному разделу, тестирования, постановка экспериментальных задач с обработкой его результатов. Данной программой не предусмотрена количественная оценка знаний учащихся.

Эффективность же освоения программы определяется, именно, самостоятельной работой ученика. Высоким уровнем освоения учащимися программы может являться их самостоятельная подготовка и участие в технических конкурсах или образовательных проектах с представлением готового образца (действующей модели) аэрокосмической техники, отдельного комплекса, системы или программного продукта.

### 2.4. Оценочные материалы

Система оценивания результатов учебной деятельности учащихся в рамках реализуемой образовательной программы является уровневой и предполагает высокий, средний, низкий уровень освоения учебного материала.

Уровневые критерии оценки результативности соответствуют следующим показателям:

- высокий уровень – успешное освоение обучающимся более 80% содержания образовательной программы, подлежащей аттестации;

- средний уровень – успешное освоение обучающимся от 60% до 80% содержания образовательной программы, подлежащей аттестации;
- низкий уровень - успешное освоение обучающимся менее 60% содержания образовательной программы, подлежащей аттестации.

Результативность отслеживается в процессе наблюдений и диагностики (портфолио, карты интересов, лестница успехов, тестирование и анкетирование).

## **2.5. Методическое обеспечение**

### Модуль 1. «Профессиональная проба базового уровня»

При прохождении школьниками пробы на базовом уровне важно ярко демонстрировать профессиональную деятельность специалистов космической отрасли, уровень разработок и имиджевые аспекты предприятий. Встречи с ветеранами труда и молодыми специалистами должны нести позитивный настрой. В рамках проведения собраний для поступления по возможному целевому набору должны быть освещены вопросы: необходимые баллы ЕГЭ по специальным предметам, вступительный балл, специальности и вузы подготовки, условия проживания студентов, материальное стимулирование, возможность прохождения практики на предприятии, карьерный рост, социальные программы для молодых специалистов, комплект документов и штрафные санкции в случае не выполнения одной из сторон условий договора т.д.. Желательно проведение экскурсий и встреч со специалистами предприятия, как для школьников, так и для их родителей, с возможными индивидуальными консультациями.

Для проведения практических занятий отведено всего 50% от общего времени реализации модуля, что дает возможность получить представления о функционале некоторых специальностей. Дефицит времени компенсируется презентацией (мастер-классом) школьников, которые разработали свой аппарат («космическая техника») или программный продукт и могут продемонстрировать в режиме реального времени и подходы к разработке, и собственно работу аппарата. А самое главное, что такие высокотехнологические устройства возможно разработать уже в школьном возрасте, но при квалифицированной помощи наставников-сотрудников предприятий.

Командообразование проводится для участия в образовательных проектах Роскосмоса. Организационно-методическое сопровождение команд ведут педагоги МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги, техническое – сотрудники предприятий филиал НПО им. С.А. Лавочкина г. Калуги, ООО «НИЛАКТ ДОСААФ». Направления деятельности (условно специальности) в процессе работы команд: 3D-моделирование, 3D-печать, радиомонтаж, электроника, основы радиосвязи, программирование, проектирование систем спасения аппаратов.

*Средства:* экскурсия по предприятиям, беседы с носителями профессий, в том числе с молодыми специалистами и ветеранами отрасли, экскурсия в музей Космонавтики (показ образцов выпускаемой продукции и достижений космической отрасли), наглядная демонстрация рабочего места специалиста, мастер-классы с применением оборудования, рефлексия, презентация готовых изделий школьников, участвующих в образовательных проектах Роскосмоса, буклеты, фильмы и т.д.

### Модуль 2. «Профессиональная проба углубленного уровня»

Реализация программы в части прохождения пробы углубленного уровня предусматривает проведение лекций по применению САПР, конструирования и моделирования объектов; радиомонтажа, программирования.

Основная часть времени (более 2/3) отводится на практические занятия, поэтому включает в себя различные технологии критического мышления, технологии, связанные с большой долей самостоятельной индивидуальной и групповой работы учащихся. Практические занятия включают в себя:

- ✓ способ организации деятельности учеников в составе малой группы (3-5 человек) при использовании: проектно-исследовательской технологии обучения, технологии мастерских, погружения, студии и т.д, индуцирующих поисковый, творческий характер деятельности учеников;
- ✓ проектирование, конструирование и изготовление объектов моделирования с применением САПР;
- ✓ применение различных платформ программирования для реализации задач;
- ✓ подготовку аппарата к пробным испытаниям;
- ✓ интерпретацию полученных данных телеметрии на основе известных физических теорий на школьном уровне;
- ✓ проведение презентационной защиты.

Школьники в процессе проектирования, конструирования, изготовления обучаются работе на имеющемся высокотехнологичном оборудовании.

Важно, что работа со школьниками ведется и педагогами, и наставниками – специалистами предприятий, как при проведении лекций и мастер-классов, так и при самостоятельной работе команды.

*Средства:* оборудование, элементная база, САПР, испытательные стенды, макетные платы для проведения практических работ, связанных с проектированием, изготовлением, испытаниями аппарата (стартовая установка или испытательный стенд), приемные станции для получения сигналов со спутников или для приема телеметрии с действующих образцов ракетно-космической техники и беспилотных летательных аппаратов.

Углубленная профессиональная проба может также проводиться в форме погружения на 3 – 4 дня с выездом в оздоровительный лагерь, общим количеством 25 часов. В таблице приведен пример учебного материала погружения при разработке действующей модели спутника и представлено примерное время для проведения лекционных занятий, мастер-классов. Мастер-классы для участников могут проводиться параллельно в соответствии с выбором профиля работы, но соблюдая командный состав при изготовлении готового аппарата. В случае невозможности проведения летных испытаний возможно стендовые испытания с передачей телеметрии по командной радиолинии.

## **2.6. Дидактические средства**

Для ведения образовательного процесса разработан дидактический материал, включающий в себя:

- ✓ Сводная таблица тем «Что нужно знать из физики».
- ✓ Структура формирования пакета технической документации и примеры описаний (описание проектной идеи в пояснительной записке).
- ✓ Каталог презентационных документов проектных идей.
- ✓ Каталог теоретических материалов: математическое моделирование и информационные технологии в научных исследованиях.
- ✓ Каталог технической документации по работе с датчиками: акселерометр линейных ускорений, барометр, термометр, датчик влажности, датчик освещенности, датчик тока, преобразователи логических уровней, преобразователи напряжений, коммутаторы и т.д.
- ✓ Наглядные пособия: принципиальные электрические схемы; демонстрационные стенды с установленными датчиками для получения телеметрических данных; выставка готовых аппаратов и т.д.
- ✓ Каталог телеметрических данных.
- ✓ Каталог примерных функциональных задач космических аппаратов.
- ✓ Комплект принципиальных схем, электронных комплектующих, оборудование для электромонтажа.

✓ Программное обеспечение: Blender 3D (3D-графика), Компас 3D (система трехмерного моделирования), EasyEDA (веб-ориентированная среда автоматизации проектирования электроники, включающая в себя редактор принципиальных схем, редактор топологии печатных схем, систему управления проектами), CST Microwave Studio (программа предназначена для быстрого и точного численного моделирования высокочастотных устройств (антенн, фильтров, ответвителей мощности, планарных и многослойных структур); облачный сервис Tinkercad (изготовлению 3D моделей, моделирование цепей и программирование микроконтроллеров семейства AVR); среда OpenRocket (моделирование ракеты и симуляции полета); среда DipTrace (проектирование и трассировка печатных плат) и т.д.

✓ Видеолектории (подготовлены НИИЯФ МГУ), презентационные документы для подготовки и участия команд в образовательном проекте «Воздушно-инженерная школа», размещенные в разделах: «О проекте», «Учебная часть» на сайте «Воздушно-инженерная школа» (режим доступа: <https://roscansat.com>).

## 2.7. Примерная программа профорientационной смены

Время	Содержание и формы организации деятельности школьников и наставника	Комментарии
<b>1 день погружения</b>		
10.00 – 10.45	<i>Лекция.</i> «Основы проектирования космических аппаратов на примере CanSat»: этапы создания аппарата, техническая документация, определение миссии и дополнительных задач, прогнозирование обработки результатов телеметрии.	Для упрощения работы над проектом желательно иметь конструктор с основными платами, примерной архитектурой. Необходимо наличие графических программ, 3D-принтеров, испытательный стенд для отработки системы спасения
11.00-12.30	<i>Самостоятельная работа в команде:</i> миссия аппарата, основные и дополнительные задачи, целевая аппаратура, изучение технической документации к платам, датчикам.	
12.30-14.00	<i>Мастер-классы:</i> «Проектирование и изготовление системы спасения», «Архитектура аппарата. Назначение основных частей и механизмов». Изучение графических программ 3D-моделирования, 3D-печать. Бюджет масс пикоспутника. Изучение устройства ракеты, механизма отделения пикоспутника от ракеты. Испытательный стенд для проверки системы спасения. Расчет парашюта.	
15.00-16.30	<i>Самостоятельная работа в команде:</i> разработка 3D-модели, 3D-печать составных элементов архитектуры пикоспутника. Примерный просчет массы пикоспутника, разработка. Изготовление системы спасения. Отработка системы спасения на испытательном стенде. Натурные испытания. Корректировка системы спасения.	
<b>2 день погружения</b>		
10.00-10.45	<i>Лекция.</i> «Служебные системы и полезная нагрузка». Функциональное назначение служебных систем и полезной нагрузки. Целевая аппаратура. Алгоритм работы пикоспутника. Функциональная, принципиальная, электрическая схемы аппарата. Расчет энергопотребления.	Желательно проводить занятия в одной аудитории для одновременного радиомонтажа и отладки программы

11.00-12.30	<i>Мастер-классы:</i> «Монтаж радиоэлектронной части аппарата», «Программирование бортового комплекса управления аппарата». Монтаж представленных плат аппарата, программирование аппарата. Интерфейсы подключения.	
12.30-14.00; 15.00-16.30	<i>Самостоятельная работа в команде:</i> разработка функциональной, принципиальной, электрической схем, схема распределения устройств на микроконтроллере, выполнение радиомонтажа бортового комплекса управления аппарата. Написание и отладка программных кодов.	
<b>3 день погружения</b>		
10.00-10.45	<i>Лекция.</i> «Передача телеметрии». Изучение основ приема-передачи радиосигнала. Изучение антенно-фидерных устройств. Тестирование дальности и качества приема. Прогнозирование результатов обработки телеметрии.	Прием телеметрии на станцию организаторов
11.00-12.30; 12.30-14.00	<i>Самостоятельная работа в команде:</i> механическая сборка аппарата, экспериментальная отработка БКУ. Корректировка работы программных алгоритмов. Проверка соответствия аппарата техническим требованиям, корректировка.	
15.00-17.00	<i>Летные испытания.</i> Получение и обработка данных телеметрии. Подготовка к защите проекта	Проводятся на полигоне, в случае отсутствия испытательный стенд
<b>4 день погружения</b>		
10.00-14.00	<i>Защита проектов.</i>	

*Материально-техническое обеспечение:* лаборатории, станочное оборудование, САПР, выход в Интернет, компьютерное оборудование, паяльные станции, элементная база и т.д.

Положительным результатом прохождения школьниками программы можно считать, как минимум – замотивированные школьники, желающие поступать в технические вузы по специальностям, востребованным в космической отрасли, как максимум – готовый действующий образец «космической техники» и желание участвовать в конкурсах технической направленности с возможностью реальных стартов, где демонстрируются эксплуатационные характеристики объектов.

### 3. Список литературы

#### Для педагога

1. CanSat в России / В контакте. [Электронный ресурс] – Обработка экспериментальных данных. Лекция №6. А.В. Богомолов; НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа:  
[https://vk.com/doc26908573\\_447567329?hash=4fe2160593755f8e70&dl=fed4561663cbd8ecb1](https://vk.com/doc26908573_447567329?hash=4fe2160593755f8e70&dl=fed4561663cbd8ecb1).

2. INFOTABLES.RU Справочные таблицы [Электронный ресурс] – Стандартная атмосфера параметры – давление, плотность, температура, ускорение (таблица). Режим доступа: <http://infotables.ru/fizika/338-standartnaya-atmosfera-parametry>.
3. Kia-Soft. Ракеты. Проект РК-2 Системы спасения. Система спасения ракеты «Феникс». Режим доступа: <http://kia-soft.narod.ru/interests/rockets/rk2/safety/safety.htm>.
4. Roscansat. Воздушно-инженерная школа [Электронный ресурс] – Положение чемпионата. Режим доступа: <http://roscansat.com/uchastnikam/polozhenie/> // Документация // Режим доступа: <http://roscansat.com/tehnicheskaya-dokumentatsiya/regulyarnaya-liga/>.
5. Ассоциация инженерного образования России. [Электронный ресурс] – Общероссийская общественная организация АИОР. Режим доступа: [Ассоциация инженерного образования России \(aer.ru\)](http://aer.ru).
6. Бабёнышев С.В., Математические методы и информационные технологии в научных исследованиях [Текст]: учебное пособие/С.В. Бабёнышев, И.Н. Двойцова, Е.Н. Матеров – Железногорск: ФГОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 215 с.: с ил.
7. Ближний космос. Полеты в стратосферу. [Электронный ресурс] – Расчет парашюта. Режим доступа: <http://nearspace.ru/>.
8. Джанколи Д. Физика: в 2-х т. Т.1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 656 с., ил.
9. Джанколи Д. Физика: в 2-х т. Т.2: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с., ил.
10. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: учеб. Пособие / В.Е. Чеботарев, В.Е. Косенко; сиб.гос.аэрокосмич.ун-т – Красноярск, 2011. – 488с., [24] с.ил.
11. Руководство к проекту CanSat. CanSat Manual RUS 27012011. Команда проекта CanSat. Выпущено 8 октября 2010г. 34с.

#### Для учащихся и родителей

1. CanSat в России / В контакте. [Электронный ресурс] – Обработка экспериментальных данных. Лекция №6. А.В. Богомолов; НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: [https://vk.com/doc26908573\\_447567329?hash=4fe2160593755f8e70&dl=fed4561663cbd8ecb1](https://vk.com/doc26908573_447567329?hash=4fe2160593755f8e70&dl=fed4561663cbd8ecb1).
2. Roscansat. Воздушно-инженерная школа [Электронный ресурс] – Положение чемпионата. Режим доступа: <http://roscansat.com/uchastnikam/polozhenie/> // Документация // Режим доступа: <http://roscansat.com/tehnicheskaya-dokumentatsiya/regulyarnaya-liga/>.
3. Ближний космос. Полеты в стратосферу. [Электронный ресурс] – Расчет парашюта. Режим доступа: <http://nearspace.ru/>.
4. Джанколи Д. Физика: в 2-х т. Т.1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 656 с., ил.
5. Джанколи Д. Физика: в 2-х т. Т.2: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с., ил.
6. Руководство к проекту CanSat. CanSat Manual RUS 27012011. Команда проекта CanSat. Выпущено 8 октября 2010г. 34с.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

**СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП**

Сертификат 149573922187837288311503629658482451098261240740

Владелец Кононова Алла Юрьевна

Действителен с 20.10.2025 по 20.10.2026