ЧОУ ДПО «Центр инновационного развития
человеческого потенциала и управления знаниями»

КВАНТОРИУМ
Фотоника

г. Пермь, ул. 25 Октября, д.64
http://kvantorium-perm.ru
+7(342)214-42-69

Принято
На заседании методического
Совета
Протокол № 12 от 19.08.2026

Утверждаю
Директор ЧОУ ДПО «ЦИРЧПиУЗ»
_____ П.И.Крендель
Приказ № 55/1 от 20.08.2026

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

«Прикладная космонавтика»

Направленность: техническая
Возраст обучающихся: 12-18 лет
Уровень: продвинутый
Срок реализации: 64 часа

Автор программы:
Харисов М.Г.-
педагог дополнительтного образования

Пермь, 2026

ПРОГРАММА КУРСА «ПРИКЛАДНАЯ КОСМОНАВТИКА»

Аннотация.

Актуальность данной программы продиктована увеличением спроса на высоквалифицированные инженерные кадры в космонавтике. Данная программа дает возможности ранней профориентации учащихся, позволяет выбрать самостоятельную тему будущего проекта, результатом реализации которого будет полноценная инженерная разработка. Данная программа совмещает в себе несколько важных направлений необходимых для разработки космических проектов:

1. Физико-математические основы авиации и космонавтики
2. 3-D моделирование
3. Прототипирование
4. Программирование
5. Работа с проектно-технической документацией
6. Технологии изготовления изделий из полимерных композитных материалов

В основе занятий лежит решение кейсов, имеющих отношение к области космонавтики. Форма занятий – групповая. Средний состав одной группы: 12-14 человек. Распределение комплектов оборудования и материалов: - один комплект на 3 человека.

Категория слушателей: возраст 12-18 лет.
Уровень подготовки: продвинутый

Уровень программы: продвинутый 64 часа

1. ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Целью реализации программы продвинутого модуля является приобретение учащимися инженерных компетенций и практических навыков в проектировании, конструировании изделий из полимерных материалов, формирование фундаментальных навыков работы с высокотехнологичным оборудованием, получение систематических знаний в области технологий производства изделий из армированных полимерных композитных материалов, а также формирование навыков работы с проектно-технической документацией

2. ЗАДАЧИ

1. Ознакомление с понятием и назначением проектно-технической документации.

2. Обучение навыкам формирования проектно-технической документации.
3. Формирование навыков реализации проектов согласно проектно-технической документации. Проектирование ракеты.
4. Ознакомление обучающихся с понятием, назначением и областью применений композитных материалов в ракетостроении. Создание композиционных материалов.

5. Фромирование навыков работы с программами Solid Works, Autodesk, Inventor, Compas, CATIA и др. для создания 3-D моделей изделий

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате реализации программы обучающиеся должны:

- знать:

1. правила формирования и ведения проектно-технической документации
2. основы 3-D моделирования, проектирования и прототипирования компонентов ракеты
3. виды расчетов при конструировании ракеты
4. способы намотки композиционных материалов

- уметь:

1. формировать и вести проектно-техническую документацию
2. проектировать и прототипировать
3. работать с ручным инструментом
4. работать на станке с ЧПУ для намотки композиционных материлов

- владеть:

1. начальными навыками формирования и ведения проектно-технической документации
2. навыками 3-D моделирования, проектирования и прототипирования компонентов ракеты

- выполнить:

1. разработку проектно-технической документации
2. сконструировать и провести испытание маловысотной ракеты
3. изготовить комплекс деталей из композиционного материала

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

4.1 Содержание

Раздел 1. **3-D моделирование**

Тема: **Моделирование модельной ракеты**

Количество часов/занятий**: 16**

Методы работы**: метод кейсов**

Приборы и оборудование**:** ПК с установленным ПО, проектор.

Раздел 2. **Ракетостроение**

Тема**: Изготовление и испытание маловысотной ракеты**

Количество часов/занятий**: 14**

Методы работы**: метод кейсов**

Приборы и оборудование**:** пвх труба, 3-D принтер, фанера, лазерный станок, резак, нить, ткань болоньевая, пеноплекс, фольга.

Раздел 3. **Современные технологии**

Тема: **Технология формирования изделий из полимерных композиционных материалов.**

Количество часов/занятий**: 34**

Методы работы**: метод кейсов**

Приборы и оборудование**:** Станок с ЧПУ, композиционный материал, ноутбук с установленным ПО.

4.2. Кейсы

Кейс1. «3-D моделирование»

Цель кейса: Введение в ПО для моделирования.

Содержание кейса: Создание как внешних, так и внутренних компонентов ракеты в программе Autodesk Fusion 360.

Предполагаемые результаты

В рамках решения предметных педагогических задач данный кейс позволит закрепить знаниях о базовых инструментах программы для моделирования и изучить новые.

Hard Skills: 3-D моделирование компонентов модельной ракеты

Soft Skills: умение работать в команде, распределение ролей, навыки презентации

Кейс2. «Ракетостроение»

Цель кейса: Закрепление знаний о ракетах и ракетах-носителях с инженерной точки зрения

Содержание кейса: Практическая часть позволит закрепить знания о реактивном движении, размере парашюта, необходимом для безопасного приземления.

Предполагаемые результаты:

В рамках решения предметных педагогических задач данный кейс позволит закрепить знания о ракетах и ракетах-носителях с инженерной точки зрения, спроектировать и собрать в команде маловысотную ракету и провести её испытание.

Hard Skills: Изготовление маловысотных ракет и их запуск с применением твердотопливного элемента.

Soft Skills: умение работать в команде, коммуникативные навыки, навык презентации

Кейс3. «Современные технологии»

Цель кейса: приобретение учащимися инженерных компетенций и практических навыков в проектировании, конструировании изделий из полимерных материалов

Содержание кейса: формирование фундаментальных навыков работы с высокотехнологичным оборудованием, получение систематических знаний в области технологий производства изделий из армированных полимерных композитных материалов, а также формирование навыков работы с проектно-технической документацией

Предполагаемые результаты

В рамках решения предметных педагогических задач данный кейс позволит предоставить учащимся знания о ведении технической документации и изготовления изделий из композиционных материалов.

Hard Skills: чтение и ведение документации, формирование изделий методом намотки на станке с ЧПУ

Soft Skills: умение работать в команде, навык презентации.

4.3 Тематическое планирование

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Решаемая проблема в рамках НТИ (основные вопросы)	Цель	Задачи	Результаты работы		Оборудование и материалы	Место проведения занятия (квантум/Хайтек/Цмит)
					Soft skills	Hard skills		
1-9	4/12	Оборудование и ПО для изучения технического зрения и создание инженерных продуктов на его основе для среднего, дополнительного, высшего образования	Познакомить с основами 3-D моделирования	Конструирование корпуса модели. Расчёт и изготовление стабилизаторов Расчёт и изготовление системы спасения Сборка модели и запуск. Рефлексия	• Умение работать в команде • Коммуникативные навыки • Навык презентации	3-D моделирование компонентов модельной ракеты	ПК с установленным ПО, проектор.	Космоквантум
10-18	2/12	Аэронет Разработка технологий для сверхлегких ракет - носителей (СЛРН) малых космических аппаратов.	Изучение ракет и ракет-носителей с инженерной точки зрения. Знакомство принципиальным устройством современных ракет.	Знакомство с программой Проектирование корпуса ракеты, головного обтекателя и стабилизаторов Модель ракеты по чертежам Защита результатов выполнения кейса	• Умение работать в команде • Навык презентации	Изготовление моделей ракет и их запуск с применением твердотопливного элемента.	пвх труба, 3-D принтер, фанера, лазерный станок, резак, нить, ткань болоньевая, пеноплекс, фольга.	Космоквантум, Хай-тек.

19-36	10/24	Оборудование и ПО для изучения технического зрения и создание инженерных продуктов на его основе для среднего, дополнительного, высшего образования	Создание изделий из композиционных материалов методом намотки	Техника безопасности при работе на станках Общие сведения о станках с ЧПУ Устройство ЧПУ станков Технологическое оснащение станков с ЧПУ Настройка станка с ЧПУ Подготовка управляющих программ Техническое обслуживание станков Защита результатов выполнения кейса	• Умение работать в команде • Навык презентации	Чтение и ведение документации, формирование изделий методом намотки на станке с ЧПУ	Станок с ЧПУ, композиционный материал, ноутбук с установленным ПО.	Космокванттум
	16/48	Итого:	64 часа					

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

А) основная литература / источники информации

1. Алатырцев А.А., Алексеев А.И., Байков М.А. и др. Под ред.: Солодов А.В. Инженерный справочник по космической технике // Изд.2, перераб. и доп., 1977
2. Биндель Д., Овчинников М.Ю., Селиванов А.С., Тайль Ш., Хромов О.Е. Наноспутник GRESAT. Общее описание, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 21, 2009
3. Гарбук С.В., Гершензон В.Е., Космические системы дистанционного зондирования Земли, Москва, издательство «А и Б», 1997 г.
4. Иванов Д. С., Ткачев С. С., Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Калибровка датчиков для определения ориентации малого космического аппарата, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 28, 2010
5. Иванов Д. С., Карпенко С.О., Овчинников М.Ю., Ролдугин Д.С., Ткачев С. С. Лабораторные испытания алгоритмов управления ориентацией микроспутника 'Чибис-М', Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 40, 2011
6. Краткое пособие для системного инженера, участвующего в проекте создания микроспутника. С. Карпенко, МГТУ им. Баумана, 2003г., http://acs.scanex.ru/Documents/library/summary/prj_ok.doc
7. Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Лабораторный стенд для полунатурной отработки систем ориентации микро- и наноспутников, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 38, 2008
8. Мирер С.А, Механика космического полета. Орбитальное движение, Москва, Резолит, 2007
9. Малые космические аппараты информационного обеспечения, Под ред. проф. В.Ф.Фатеева, М.: Радиотехника, 2010/ Издательство «Радиотехника».
10. Раушенбах Б.В., Овчинников М.Ю.. Лекции по механике космического полета, М.: МФТИ, 1997, 188с.
11. Овчинников М.Ю. “Малыши” завоевывают мир. В сборнике научно-популярных статей – победителей конкурса РФФИ 2007 года. Выпуск 11 / Под ред. чл.-корр. РАН В.И.Конова. – М.: Изд-во “Октопус”, 2008, с.17-29.
12. Овчинников М.Ю.. Наноспутники и современные проблемы освоения космоса. В кн.: Пространства жизни. К 85-летию академика Б.В.Раушенбаха. М: Наука, 1999, с.172-180.
13. Овчинников М.Ю. Малые спутники и проблемы их ориентации. Современные проблемы прикладной математики. Сборник научно-популярных статей. Под ред. акад. А.А.Петрова. М.: МЗ Пресс, 2005. С.197-231.
14. Овчинников М.Ю., Пеньков В.И., Кирюшкин И.Ю., Немучинский Р.Б., Ильин А. А., Нохрина Е.Е. Опыт разработки, создания и эксплуатации магнитных систем ориентации малых спутников, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 53, 2002
15. Овчинников М.Ю., Середницкий А.С., Овчинников А.М. Лабораторный стенд для отработки алгоритмов определения движения по снимкам звездного неба, Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН No 43, 2006
16. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П. Фортескью, Г. Суайнерда, Д.Старка; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 765 с.

17. Space Mission Analysis and Design, Edited by J.R.Wertz, Kluwer Academic Publishers, 2005
18. Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control, F. Landis Markley and John L. Crassidis, 2014
19. How Spacecraft Fly, Swinerd, 2008
20. The Dream Machines A Pictorial History of the Spaceship in Art, Science and Literature, Ron Miller, Krieger Publishing, 1993
21. International Study on Cost Effective Earth Observation Missions, Rainer Sandau, 2006
22. Space Modeling and Simulation, Larry B. Rainey, 2004
23. Small Satellite Missions for Earth Observation, Sandau, et al., 2010
24. Satellite Technology: An Introduction, Andrew F. Inglis and Arch C. Luther, 1997
25. The Satellite Communication Ground Segment and Earth Station Handbook, 2nd Ed., Elbert, 2014
26. The Art of Systems Architecting, 3rd Ed., Maier, 2009
27. Introduction to the Mechanics of Space Robots, Genta, 2012
28. Emergence of Pico- and Nanosatellites for Atmospheric Research and Technology Testing, Shiroma/Thakker, 2010
29. Space Technologies, Materials, Structures, Paton, CRC Press, 2003
30. Spacecraft Formation Flying, Alfriend etal, 2010
31. Fundamentals of Space Systems - 2nd Ed., Vincent L. Pisacane and Robert C. Moore, 2005

Тематические web-ресурсы: сайты, группы в социальных сетях, видео каналы, симуляторы, цифровые лаборатории и т.д.

1. Гравитация и орбиты https://phet.colorado.edu/en/simulation/ gravity-and-orbits (симулятор)

Orbiter Space Flight Simulator http://orbit.medphys.ucl.ac.uk/ (игра-симулятор)

2. Удалённое управление телескопами http://www.itelescope. net/ (телескоп) Как запускают спутники https://www.youtube.com/ watch?v=YvbB4S5NiX8 (видео-ролик)
3. Vert Dider: перевод и озвучка научно-популярных видео, лекций, дебатов и документальных фильмов. https://vk.com/ studio_vd?_smt=groups_list%3A1 (группа в социальной сети)
4. QWERTY: канал о науке и технологиях https://www.youtube. com/channel/UCMR8RxR6J8U5QIJmUTADLAA (видео-канал) Открытый космос https://vk.com/space_live (группа в соцсети) «Сквозь червоточину» с Морганом Фрименом https://www. youtube.com/watch?v=F-Y2mPjxVIE (подборка видео).

Литература, рекомендованная для учащегося:

2. В. В. Белецкий, Очерки о движении космических тел, Изд. ЛКИ, 2009
3. Илон Маск: Tesla, SpaceX и поиски фантастического будущего, Эшли Вэнс, Олимп-Бизнес, 2015
4. 3. Л. В. Ксанфомалити, Парад планет, Издательство: Наука, 1997
5. Space Mission Engineering: The New SMAD (SME-SMAD), Wertz, Everett and Puschell, 2011
6. The Logic of Microspace, Rick Fleeter, Microcosm/Kluwer, 2000

7. Reducing Space Mission Cost, James R. Wertz and Wiley J. Larson, 1996
8. Small Satellites Past, Present and Future, Helvajian and Janson, 2009
9. Журнал "Новости космонавтики", регулярное российское издание, онлайн-версия; www.novosti-kosmonavtiki.ru

Б) дополнительная литература

Web-ресурсы по направлению: тематические сайты, видео каналы, видео-ролики, игры, симуляторы, цифровые лаборатории, онлайн конструкторы и.д.

1. Kerbal Space Program https://kerbalspaceprogram.com/en/ (компьютерная игра)
2. Гравитация и орбиты https://phet.colorado.edu/en/simulation/ gravity-and-orbits (симулятор)
3. Моя Солнечная система https://phet.colorado.edu/en/simulation/my-solar-system (симулятор)
4. Orbiter Space Flight Simulator http://orbit.medphys.ucl.ac.uk/ (игра-симулятор)
5. Space Engine http://spaceengine.org/ (симулятор)
6. Удалённое управление телескопами http://www.itelescope.net/ (телескоп)
7. Визуализация гравитации https://www.youtube.com/watch?v=EIEOGoBA4FA&t=495s (видео-ролик)
8. Вселенная и её размеры https://youtu.be/5P_W9XU-iHY (видео-ролик)
9. Посадка «Curiosity» на Марс https://www.youtube.com/watch?v=ZHQZI4kn3VA (видео-ролик)
10. «Путешествие во времени» со Стивеном Хокингом https://www.youtube.com/watch?v=kfxLyKiykLI (фильм)