

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ДЕТСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности Национального
исследовательского Томского
политехнического университета


«___» _____ 2019 г.

Вagner А.Р.

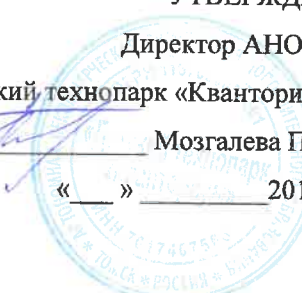
УТВЕРЖДАЮ

Директор АНО ДО

«Детский технопарк «Кванториум»

Мозгалева П.И.

«___» _____ 2019 г.

Совместная дополнительная общеразвивающая программа
«Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные
спутники на службе у человечества»

Профилизация «Системы связи и дистанционного зондирования Земли»
технической направленности

для учащихся 9-11 классов
72 академических часа

Принята на заседании
Педагогического совета
АНО ДО ДТК

От «20» июня 2019 г.

Протокол № 06/06/19

Авторы-составители:

Бритова Ю.А.

Костюченко Т.Г.

Ларина Л.Н.

Томск - 2019

Бритова Ю.А., Костюченко Т.Г., Ларина Л.Н., Дополнительная общеразвивающая программа «Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества» технической направленности. Профилизация: «Системы связи и дистанционного зондирования Земли» / под ред. Лариной Л.Н. — Томск: АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум», ФГАОУ ВО НИ «Томский политехнический университет», 2019 г. —29 с.

Дополнительная общеразвивающая программа «Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества» технической направленности, профилизация: «Системы связи и дистанционного зондирования Земли», разработана и утверждена АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум» и Национальным исследовательским Томским политехническим университетом. Программа реализуется в рамках концепции сетевого взаимодействия «школа-технопарк-вуз» и базируется на выполнении проекта. Программа является частью непрерывной интегрированной модели непрерывного НТТМ-образования по траектории «школьник-студент-инженер» и предназначена для талантливых обучающихся от 14 до 17 лет, занимающихся проектной деятельностью в наукоемких областях и приоритетных сферах развития российской космонавтики. Программа построена по модульному принципу, формирует универсальные (сквозные) компетенции НТИ и предназначена для целевой подготовки обучающихся общеобразовательных организаций в комплексной системе информационно-методического сопровождения Олимпиады Национальной технологической инициативы по профилю «Системы связи и дистанционное зондирование Земли».

Оглавление

Информационная карта программы.....	4
Цель и задачи программы.....	6
Отличительные особенности программы.....	7
Структура и содержание программы.....	8
Организация учебной деятельности.....	9
Обеспечение образовательной программы.....	9
Планируемые результаты обучения.....	10
Список источников.....	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение 1. Интегрированный учебно-тематический план.....	103
Приложение 2. Календарно-тематический план программы.....	155
Приложение 3. Содержание образовательной программ.....	188
Приложение 4. Сведения о условиях для реализации учебного процесса.....	211
Приложение 5. Сведения о кадровом обеспечении.....	222
Приложение 6. Контрольно-измерительные материалы.....	23

Информационная карта программы

Название программы	Совместная дополнительная общеразвивающая программа: «Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества», профилизация: «Системы связи и дистанционного зондирования Земли»
Партнерские организации-разработчики программы	АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум»
Общий объем программы в часах	72 часа
Целевой контингент обучающихся	обучающиеся 9-11 классов
Аннотация программы	Совместная дополнительная общеразвивающая программа «Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества», профилизация: «Системы связи и дистанционного зондирования Земли» разработана и утверждена АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум» и Национальным исследовательским Томским политехническим университетом. Общий объем данной программы – 72 часа. Программа предназначена для талантливых школьников 15-17 лет и способствует приобретению навыков 3D- моделирования, конструирования и программирования, что является необходимым условием для инженерного образования. Программа построена по модульному принципу, формирует универсальные (сквозные) компетенции НТИ. Программа включает 2 профильных блока, рассчитанных на подготовку к Олимпиаде НТИ – 3Д-моделирование и программирование по 18 часов каждый модуль. Программа предназначена для целевой подготовки обучающихся общеобразовательных организаций в комплексной системе информационно-методического сопровождения Олимпиады Национальной технологической инициативы по профилю «Системы связи и дистанционное зондирование Земли». Программа построена с соответствии с основными этапами выполнения инженерного проекта. Группа школьников работает как команда «конструкторского бюро». Результатом обучения станет реальный продукт — модель космического аппарата с системами обеспечения работоспособности, аналогичных применяемым в реальных аппаратах, а также приобретение обучающимися ключевых компетенций детского технопарка «Кванториум»: самомотивации, умения работать в команде и навыков применения проектно-ориентированного подхода при решении реальных задач.

	Программой предусмотрено участие в профильных соревнованиях (в Томске и по России). Содержание программы включает основы проектирования автоматических космических аппаратов, предназначенных для работы на околоземной орбите. Обучающиеся узнают о том, для чего используются спутники, на каких орбитах они летают. Пройдя курс, школьники освоят основные понятия, которые используются в нашей и зарубежной космической технике, получат навыки работы в программах 3D моделирования и изучат основы программирования. Это будет основой для самостоятельного изучения специальных разделов космонавтики и выполнения профильных проектов в дальнейшем.
Планируемые результаты реализации программ	В рамках программы школьники познакомятся с программным комплексом T-Flex CAD, научатся создавать чертежи деталей, 3D-модели, сборочные 3D-модели и приобретут навыки программирования. Также результатом обучения станет приобретение обучающимися ключевых компетенций детского технопарка «Кванториум»: самомотивации, умения работать в команде и проектно-ориентированному подходу при решении реальных задач.
Авторы-составители	Бритова Юлия Александровна – педагог дополнительного образования КОСМО-направления ДТК. Костюченко Тамара Георгиевна – тьютор КОСМО-направления ДТК. Ларина Людмила Николаевна, начальник научно-методического отдела ДТК, доцент ТПУ

Пояснительная записка

Настоящая дополнительная образовательная программа (ДОП) «Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества» по профилизации: «Системы связи и дистанционного зондирования Земли» разработана с учетом Федерального Закона Российской Федерации от 29.12.2012г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации»; Приказа Министерства Просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»; СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»; Письма Минобрнауки РФ от 11.12.2006 № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования обучающихся»; муниципальных правовых актов; Устав автономной некоммерческой организации дополнительного образования «Детский технопарк «Кванториум».

Актуальность данной программы связана с необходимостью подготовки инженерных кадров для России, а также возрастающей потребностью в инженерном образовании для выбора будущей профессии выпускниками школ. При этом развитие научно-технического прогресса требует начинать инженерную подготовку как можно раньше. Для этого детям необходимо осваивать современные технические средства и технологии. В этой связи подготовку к профессии инженера важно начинать уже в старших классах школы.

Для решения этой проблемы требуется обучить школьников навыкам конструирования, программирования и базовым знаниям о технологии изготовления деталей и сборочных единиц. Для этого предусмотрено использование в учебном процессе Системы автоматизированного проектирования (САПР) T-FLEX CAD, программируемую платформу Arduino.

T-FLEX CAD – Система автоматизированного проектирования, объединяющая в себе мощные параметрические возможности 2D и 3D-моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации.

Arduino – аппаратно-программные средства для построения простых систем автоматики.

Цель и задачи программы

Цель: профориентация школьников в инженерно-технической сфере и формирование мотивации к проектно-исследовательской деятельности путем изучения программного продукта T-Flex CAD, получения навыков инженерного проектирования, развития навыков для командной работы над проектом, что приведет к получению импульса для дальнейшего саморазвития, стремления к изобретательству и реализации собственных идей и проектов.

Задачи:

Обучающие:

1. Изучение основ 2D и 3D-моделирования в современной CAD-системе.
2. Обучение основным приемам и методикам работы в ходе групповой проектной деятельности при проектировании, моделировании и конструировании модели космического аппарата.

3. Освоение базовых компетенций в области проектирования, моделирования, конструирования и программирования
4. Ознакомление с правилами безопасной работы с инструментами, необходимыми при работе над проектом.

Развивающие:

1. Формирование творческой инициативы при разработке технических устройств.
2. Внедрение инженерного образования как фактора интеллектуального совершенствования, способствующего раскрытию творческого потенциала обучающихся.
3. Развитие таких важных личностных компетенций как: память, внимание, способность логически мыслить и анализировать, концентрировать внимание на главном при работе над проектами.
4. Расширение круга интересов, развитие самостоятельности, аккуратности, ответственности, активности, критического и творческого мышления при работе в команде, проведении исследований, выполнении индивидуальных и групповых заданий при конструировании и моделировании модели космического аппарата.
5. Развитие принципов и идей, которые будут полезны человеку в настоящем и будущем при его профессиональном развитии в инновационно-техническом мире.
6. Формирование способности решать задачи в заданные сроки при разработке модели космического аппарата.
7. Выявление одаренных детей обеспечение соответствующих условий для их образования и творческого развития.

Мотивирующие:

1. Формирование и развитие потребностей в техническом творчестве у обучающихся 8-11 классов.
2. Создание и обеспечение необходимых условий для личностного развития, профессионального самоопределения и творческой реализации в инженерной сфере.
3. Формирование способности задавать вопросы о применимости привычных законов для решения конкретной инженерной задачи, развитие критического отношения к готовым рецептам и образцам, стремления к улучшению уже существующих устройств и создания улучшенных аналогов.
4. Создание сообщества обучающихся, увлеченных разработками в области наукоемких технологий России, привлечение их к участию в конференциях, форумах и мероприятиях по проектной деятельности.

Отличительные особенности программы

Совместная дополнительная общеразвивающая программа разработана и утверждена АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум» и Национальным исследовательским Томским политехническим университетом для школьников, заинтересованных в развитии своих инженерных навыков в разработке, конструировании и программировании.

Данная программа сформирована с учетом принципа интегративности, что обеспечивает целостность и системность педагогического процесса, объединяющего в себе учебную, проектную и событийную составляющую.

Дополнительная общеразвивающая программа носит ярко выраженный практический характер и призвана сформировать у обучающихся знания, навыки и умения в таких стремительно развивающихся областях науки и техники, как 3D-моделирование, конструирование, проектирование и программирование.

Обучение по программе позволяет получить практические навыки и знания, выходящие за рамки программы общего образования, а также навыки проектной деятельности при выполнении заданий в команде.

Принцип ресурсоэффективности позволяет интегрировать кадровый потенциал и образовательные ресурсы, материально-техническую базу, систему внеучебных мероприятий.

При организации обучения применяются следующие интерактивные методы обучения: игра в «проектное бюро», «мозговой штурм», метод выполнения проекта, метод кейсов.

В программе используются разнообразные активные формы организаций занятий: лекционно-практические занятия, мастер-классы, лабораторные работы.

Среди международных обучающих практик в данной программе внедрены принципы и подходы концепции CDIO-обучения (Conceive, Design, Implement, Operate – Задумать, Проектировать, Внедрить, Работать). При выполнении проектов учащимися создаются модели и прототипы различных устройств, апробируются и решаются задачи для выполнения проекта. Результатом обучения по программе должен быть реальный «продукт» - макет (модель) технического устройства.

При организации обучения также применяются следующие интерактивные методы обучения: «мозговой штурм», метод проектов, метод задач.

Особенности целевой категории обучающихся: программа нацелена на учащихся 8-11 классов; обучение организовано в группах 10-12 человек при выполнении практических заданий.

Структура и содержание программы

Данная программа представляет собой углубленный уровень реализации совместной образовательной деятельности под названием: «Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества».

В основе программы лежит проектно-ориентированное обучение и кейсовый метод.

Программа включает Общеобразовательный компонент, формирующий универсальные (сквозные) компетенции НТИ и погружающий обучающихся в сферу космических технологий, а также 2 профильных блока, рассчитанных на подготовку к Олимпиаде НТИ – 3D-моделирование и Программирование по 18 часов каждый модуль.

Учебным планом программы предусмотрено обучение на площадках 4 квантумов технопарка: «Космо», «Робо», «high-tech цех», «IT». В космо-квантуме обучающиеся осваивают 3D-моделирование с использованием специализированного программного комплекса T-Flex-CAD. В IT-квантуме учащиеся осваивают техники программирования на Arduino, язык программирования Python. На площадке «high-tech цеха» группа приобретает практические навыки 3D печати и технологии производства.

Предусмотрено проведение занятия по знакомству со студенческим Центром управления полетами (ЦУП) и Отделением электронной инженерии ТПУ.

Учебный план программы - **Приложение 1.** Календарно-тематический план - **Приложение 2.** Содержание образовательной программы - **Приложение 3.**

Организация учебной деятельности

Программа рассчитана на 72 часа обучения в формате проектно-ориентированного обучения, два раза в неделю по два академических часа.

В основе образовательного процесса лежит практико-ориентированное обучение. Учебный план программы представляет собой логическую последовательность практических кейсов каждый из которых представляет собой конкретный этап выполнения проекта.

Каждый кейс завершается отчетом о выполнении данного этапа проекта. Таким образом, образовательный процесс не предполагает жесткого разделения занятия на практическую и теоретическую части. Для организации образовательного процесса используется кейсовый метод. Это означает, что теоретическая часть подбирается с привязкой к этапам выполнения проекта (кейсам), а не наоборот.

При выполнении практических заданий приветствуется и всячески поощряется свобода выбора метода решения поставленной задачи и творческий подход.

Все обучающиеся для работы над проектами делятся на подгруппы по 2-5 человек в каждой.

Учитывая выраженную специализацию преподавателей по тематическим блокам, занятия каждым преподавателем проводятся в отдельных кабинетах с необходимым оборудованием.

Программа обучения сочетает чередование теоретических и практических блоков, в рамках которых новое содержание осваивается по спирали, с повторением изученных инструментов и усложнением материала, на котором технология осваивается. В связи с этим, непостоянное посещение обучения или прохождение половины курса препятствует передаче основных принципов и пониманию нового типа деятельности.

По завершении обучения по каждому модулю программы преподаватель может предусмотреть проведение занятия в занимательной форме, например, в формате мини-конференции, экскурсии, выставки проектов или диспута в целях подготовки участников к публичному представлению результатов своих проектов.

Обеспечение образовательной программы

Обеспечение данной образовательной программы следующее:

- Организационно-нормативное
- Материально-техническое обеспечение
- Кадровое обеспечение
- Учебно-методическое обеспечение, включая контрольно-измерительные материалы.

Материально-техническое обеспечение включает помещения, оборудование для учебного процесса в АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум». Сведения об условиях реализации учебного процесса приведены в **Приложении 4.**

Кадровое обеспечение подразумевает сотрудников АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум» (педагогов и методистов) - **Приложение 5.**

Контрольно-измерительные материалы, включающие образцы входного контроля, шаблон проектной карты и отчета о выполнении проекта представлены в **Приложении 7.**

Планируемые результаты обучения

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

Помимо того, у обучающихся должны быть сформированы основы общекультурных и общеучебных компетенций, которые обеспечат им комфортное вхождение в образовательную и социальную среду на следующем этапе обучения, позволят успешно участвовать в соревнованиях, конкурсах и выставках научно-технического творчества.

Список источников

Для педагога

1. Алатырцев А.А., Алексеев А.И., Байков М.А. и др. Под ред.: Солодов А.В. Инженерный справочник по космической технике // Изд.2, перераб. и доп., 1977
2. Малые космические аппараты информационного обеспечения, Под ред. проф. В.Ф.Фатеева, М.: Радиотехника, 2010/Издательство «Радиотехника»
3. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П. Фортескью, Г. Суайнерда, Д.Старка; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 765 с.
4. Журнал «Новости космонавтики», регулярное российское издание, онлайн-версия; www.novosti-kosmonavtiki.ru
5. 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
6. Сайт программы T-Flex CAD. URL: <http://www.tflexcad.ru>
7. Большаков В.П. Основы 3D-моделирования / В.П. Большаков, А.Л.
- 8.Создание сборочных чертежей. URL: http://www.tflexcad.ru/help/cad/15/2d_ass_1.htm
9. Дикинсон С. Презентация. Технология успеха. URL: <http://www.orator.ru/soper.pdf>
10. Голованова И.И., Методика публичного выступления, URL: <http://kpfu.ru/docs/F505762328/Gotovanova.I.I..Metodika.publichnyh.vystuplenij.pdf>
11. Курс «Современная космонавтика»: <https://stepik.org/course/650/promo/>

Для обучающегося

1. 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.
2. Овчинников М.Ю. Малые спутники и проблемы их ориентации. Современные проблемы прикладной математики.
3. Сборник научно-популярных статей. Под ред. акад. А.А.Петрова. М.: МЗ Пресс, 2005. С.197-231.
4. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П.Фортескью, Г. Суайнерда, Д.Старка; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 765 с.
5. Журнал «Новости космонавтики», регулярное российское издание, онлайн-версия; www.novosti-kosmonavtiki.ru
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. Что такое T-FLEX CAD. URL: <http://www.tflexcad.ru/t-flex-cad/description/>
8. Большаков В.П. Основы 3D-моделирования / В.П. Большаков, А.Л.
9. Создание сборочных чертежей. URL: http://www.tflexcad.ru/help/cad/15/2d_ass_1.htm
10. Карцан И.Н. Построение спутниковой связи на базе малых космических аппаратов [электронный ресурс]. URL: <https://presentacii.ru/presentation/postroenie-svyazi-na-baze-Kosmicheskix-apparatov>. (Дата обращения: 2018, ноябрь 28)
11. Корабли [электронный ресурс]. URL: <http://900igr.net/presentatsii/astronomija/Korabli/Kosmicheskie-korabli.html>
12. Полезные нагрузки современных спутников ФСС/РСС [электронный ресурс]. URL: <http://lib.tssonline.ru/articles2/sputnik/poleznye-nagruzki-sovremennyh-sputnikov-fss-rss>
13. Как устроен спутник [электронный ресурс]. URL: <http://kakustroen.ru/tehnika/kak-ustroen-sputnik>
14. Выведение космического аппарата на орбиту [электронный ресурс]. URL: <https://helpiks.org/1-122920.html>
15. М.Ю. Овчинников, В.Д. Шаргородский, В.И. Пеньков, С.А. Мирер, А.Д. Герман, Р.Б. Немучинский. Наноспутник REFLECTOR. Выбор параметров системы ориентации. Космические исследования, 2007, т.45, N 1, 67–84.
16. М.Ю. Овчинников. 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.
17. Леонов А., Соколов А.. Космические дали. Искусственные спутники Земли. Режим доступа: <http://scifiart.narod.ru/Albums/3-002.htm>.
18. Журнал «Новости космонавтики». 2002. №4. Режим доступа: <http://novosti-kosmonavtiki.ru/content/numbers/231/37.shtml>.
19. Презентация по теме: «Космические корабли». Космический корабль "Союз" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/279284/>.
20. Бубнов И.Я., Каманин Л.Н. Обитаемые космические станции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://booksonline.com.ua/view.php?book=171247>

Видео:

1. Первый спутник. (Телестудия Роскосмоса. 2018, сентябрь 1) [Видео файл]. Взято из <https://youtu.be/k7LcxkHr2lg>
2. Первый спутник. (Телестудия Роскосмоса. 2010, сентябрь 5) [Видео файл]. Взято из <https://youtu.be/VxKVyAD4Jgs>
3. Космические аппараты. (Юля Кофтун. 2016, октябрь 20) [Видео файл]. Взято из <https://youtube.com/watch?v=4z2IxIQ9Qjc&feature=share>
4. Космический транспорт для детей. Запуск ракеты. Развивающий мультик для детей. (Котейка ТВ. 2018, апрель 12) [Видео файл]. Взято из <https://youtube.com/watch?v=cm-eDKSfHSY>
5. Будущее науки за микроспутниками. (Alpha Centauri. 2017, апрель 17) [Видео файл]. Взято из <https://youtube.com/watch?v=URLcLCy1BLU>
6. Искусственные спутники Земли/Физика 9 класс #19/Инфоурок. (Инфоурок. 2018, март 26) [Видео файл]. Взято из https://youtu.be/_zhuNsl53qs
7. Искусственные спутники Земли (Ilova Khlyarova. 2011, май 11) [Видео файл]. Взято из <https://youtu.be/UblMhlH-y5M>
8. Как собирают искусственные спутники Земли. (Наука 2.0. 2016, апрель 7) [Видео файл]. Взято из <https://youtu.be/Njhje9HJeB0>
9. Сколько мусора и спутников вокруг Земли. Space Debris 1975-2015. (ruspobeda 1. 2015, декабрь 24) [Видео файл]. Взято из <https://youtu.be/i8U8rmeCnXw>
10. Полет вокруг Земли. (go tube. 2013, март 31) [Видео файл]. Взято из <https://youtu.be/t6S2Bh5b62g>

Онлайн трансляции из космоса:

11. МКС: онлайн трансляции из космоса:

<https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.miroworld.ru%2Fmks-onlajn-translyatsiya-s-kosmosa%2F>

12. Онлайн трансляция веб камеры, установленная на борту МКС:

<https://v-kosmose.com/onlayn-veb-kamera-ustanovlennaya-na-mks/>

13. Курс «Современная космонавтика»: <https://stepik.org/course/650/promo/>

Авторские разработки:

1. Методические указания по работе в T-Flex. Костюченко Т.Г. Персональная страница. <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KTG/Uchrab/Tab>
2. T-FLEX CAD 16. 3D-модель фланца
<https://www.youtube.com/watch?v=Sfmd9aRtJk8>
3. T-FLEX CAD 16. 3D-модель винта с физической резьбой. Примитив
<https://www.youtube.com/watch?v=Jo9CTO7Lv0M>
4. T-FLEX CAD 16. 3D-модель фланца. Примитив
5. <https://www.youtube.com/watch?v=HNyKfXnvtxU&t=251s>
6. T-FLEX CAD 15 - Создание чертежа по 3D модели (2D проекции)
<https://www.youtube.com/watch?v=ZCKLUsvOdyQ>

Материалы разработчиков профиля Олимпиады НТИ «Системы связи и ДЗЗ»:

1. Сборник задач Олимпиады НТИ по профилю «Системы связи и ДЗЗ»
<https://drive.google.com/file/d/0B0X30BfOmpvzUUd5VHJNVExDazQ/view>
2. Хакатон по профилю «Системы связи и ДЗЗ»
<https://drive.google.com/file/d/1SlmzEqN-Ef3rS8ocDLeM6VNeJmqR0XI8/view>
3. Онлайн курс на платформе Stepic «Современная космонавтика»
<https://stepik.org/course/650/promo>
4. Урок НТИ по профилю «Системы связи и ДЗЗ»
https://drive.google.com/file/d/1gv1Q-hcygM4xYYGbVfk_-kHOpmlhvmYh/view

Приложение 1. Учебно-тематический план

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

по дополнительной общеразвивающей программе
«Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные
спутники на службе у человечества»

Профилизация: «Системы связи и дистанционное зондирование Земли»
технической направленности
(9-11 класс)

Цель программы: профориентация школьников в инженерно-технической сфере путем изучения основ работы в САПР, получения навыков инженерного 3D-моделирования; формирования мотивации к проектной и исследовательской деятельности, инженерно-техническим проектам, получения ими импульса для дальнейшего саморазвития, развития стремления к изобретательству и поощрения стремления к реализации собственных идей и проектов, развития навыков для командной работы над проектом.

Контингент: обучающиеся 8-11 классов.

Временной ресурс: 72 часа.

Режим занятий: 2 раза в неделю по 2 часа, в группах по 10-12 чел.

№ п/п	Наименование модулей	Кол-во часов всего	в том числе		Форма Аттестации/ контроля
			теория	практика	
ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ БЛОК (6 ч)					
1.	Вводный модуль	6	2	4	
1.1	Космонавтика: экскурс в историю, современные космические программы	2	1	1	Входной контроль: тесты, ребусы, кроссворды.
1.2	Урок НТИ. Космическое конструкторское бюро	4	1	3	Работа в командах, дискуссия Рефлексия
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ БЛОК (30 ч)					
2	Условия космического полета	6	3	3	Опрос, тестирование, решение задач
2.1	Солнечная система				
2.2	Факторы космического пространства				
2.3	Космическая баллистика				
3	Основные служебные системы типового космического аппарата	24	12	12	
3.1	Полезная нагрузка	4	2	2	Тестирование
3.1.1	Связь, телевидение				
3.1.2	Дистанционное зондирование Земли				
3.1.3	Научные исследования				
3.2	Система терморегулирования	6	3	3	Опрос, решение задач
3.2.1	Пассивная система терморегулирования				
3.2.2	Активная система терморегулирования				
3.2.3	Расчет теплового баланса				

3.3	Система ориентации	6	3	3	Тестирование
3.3.1	Пассивная система ориентации				
3.3.2	Активная система ориентации				
3.3.2.1	Расчет роторных систем				
3.4	Система энергопитания	6	3	3	Опрос, решение задач
3.4.1	Возобновляемая система энергопитания (солнечные панели, аккумуляторные накопители)				
3.4.2	Генераторы (химические источники тока, топливные элементы, ядерный реактор, радиоизотопный термоэлектрический генератор)				
3.4.3	Расчет энергобаланса				
3.5	Массогабаритные характеристики космического аппарата	2	1	1	
ПРОФИЛЬНЫЙ БЛОК. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ (18 ч)					
4	Основы работы в САПР 3D	18	0	18	
4.1	Знакомство с интерфейсом	2	0	2	Опрос
4.2	Создание 2D-чертежей	4	0	4	Чертеж
4.3	Создание параметрического чертежа	4	0	4	
4.3	Создание 3D-модели	4	0	4	3D-модель
4.4	Создание сборочного чертежа	4	0	4	3D-модель сборки
ПРОФИЛЬНЫЙ БЛОК. ПРОГРАММИРОВАНИЕ (18 ч)					
5	Конструктор спутника Орбикрафт	10	2	8	
5.1	Знакомство с конструктором спутника	2	1	1	Опрос
5.2	Программирование модулей спутника на языке Python	8	1	7	Программы
6	Электронный конструктор Arduino	8	2	6	
6.1	Знакомство с конструктором	2	1	1	Опрос
6.2	Программирование Arduino	6	1	5	Программа, рабочая схема
	ИТОГО по программе	72			

Приложение 2. Календарно-тематический план программы

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

по дополнительной образовательной программе

«Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества»

Профилизация: «Системы связи и дистанционное зондирование Земли»
технической направленности
(9-11 класс)

№ п/п	Месяц	неделя	даты	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения, преподаватель	Форма контроля
ПРОФИОРИЕНТАЦИОННЫЙ БЛОК (4 ч) + ОСНОВЫ РАБОТЫ В САПР 3D (2 ч)								
Вводный модуль								
1		1	03.09.19	практика	1	Входной контроль знаний	Кванториум	Кроссворды, тесты, рефлексия
				лекция	1	Космонавтика: экскурс в историю, современные космические программы		Опрос
2			сентябрь		05.09.19	лекция	1	Урок НТИ. Космическое конструкторское бюро
	практика	1				Командная игра «Космическое бюро»		
3		2	10.09.19	практика	2	Командная игра «Космическое бюро». Распределение ролей космических инженеров. Определение назначения и названия МКА. Выбор типа полезной нагрузки и ее состава. Поиск информации по существующим приборам, сравнение.	Кванториум	Опрос, модель ракеты
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ БЛОК (32 ч) + ПРОФИЛЬНЫЙ БЛОК. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ (18 ч)								
4		2	12.09.19	лекция	1	Солнечная система	Кванториум	Опрос
				практика	1	Изучение планет солнечной системы	Отчет	
5	сентябрь	3	17.09.19	лекция	1	Факторы космического пространства	Кванториум	Опрос
				практика	1	Рассмотрение методов защиты КА		Отчет
6			19.09.19	лекция	1	Космическая баллистика	Кванториум	Опрос
				практика	1	Орбиты искусственных спутников Земли		Отчет

7	сентябрь	4	24.09.19	лекция	1	Полезная нагрузка: связь и телевидение	Кванториум	Опрос
				практика	1	Знакомство с САПР. 3D модель - это просто! Выполнение методички «Примитивы»		
8			26.09.19	лекция	1	Полезная нагрузка: ДЗЗ, научные исследования	Кванториум	Дискуссия
				практика	1	3D модель - это просто! Выполнение методички «Примитивы»		
9		5	01.10.19	практика	2	Создание 3D-моделей по заданию	Кванториум	Отчет
10			03.10.19	практика	2	Сортировка МКА по выполняемым миссиям		
11		6	08.10.19	лекция	1	Система терморегулирования: пассивная	Кванториум	Опрос
				практика	1	Рассмотрение МКА с пассивной системой терморегулирования		Отчет
12			10.10.19	лекция	1	Система терморегулирования: активная	Кванториум	Опрос
				практика	1	Рассмотрение МКА с активной системой терморегулирования		Отчет
13	октябрь	7	15.10.19	практика	2	Расчет теплового баланса	Кванториум	Решение задач
14			17.10.19	практика	2	Создание 2D-чертежа	Кванториум	Чертеж
15			22.10.19	практика	2	Создание 2D-чертежа	Кванториум	
16				8	24.10.19	лекция	1	Система ориентации: пассивная
	практика	1				Рассмотрение МКА с пассивной системой ориентации	Отчет	
	Контрольная точка №1							
17		9	29.10.19	лекция	1	Система ориентации: активная	Кванториум	Опрос
				практика	1	Рассмотрение МКА с активной системой ориентации		Отчет
18		10	31.10.19	практика	2	Расчет роторных систем	Кванториум	Решение задач
19			5.11.19	практика	2	Создание параметрического чертежа	Кванториум	Чертеж
20			7.11.19	практика	2	Создание параметрического чертежа	Кванториум	
21			12.11.19	практика	2	Создание параметрической 3D-модели	Кванториум	3D-модель

22	ноябрь	11	14.11.19	лекция	1	Система энергоснабжения: возобновляемая	Кванториум	Опрос	
			практика	1	Сравнение существующих аккумуляторов и солнечных панелей	Отчет			
23		12	19.11.19	лекция	1	Система энергоснабжения: генераторы	Кванториум	Опрос	
				практика	1	Рассмотрение созданных КА с генераторами		Отчет	
24		21.11.19	практика	2	Расчет энергобаланса	Кванториум	Решение задач		
25			13	26.11.19	практика	2	Расчет массогабаритных характеристик КА. Создание 3D-моделей по заданию	Кванториум	3D-модели
26					28.11.19	практика	2	Создание сборочного чертежа по заданию	Кванториум
27	декабрь	14	03.12.19	практика	2	Создание сборочного чертежа по заданию	Кванториум		
ПРОФИЛЬНЫЙ БЛОК. ПРОГРАММИРОВАНИЕ (18 ч)									
	декабрь		04.12.19	Лабораторная работа	2	Знакомство с конструктором спутника «Орбикрафт»	Кванториум	Программы	
28			05.12.19	15	Лабораторная работа	2	Программирование модулей спутника на языке Python по заданию		Кванториум
29					практика	2			Кванториум
30					практика	2			Кванториум
31		16	17.12.19	практика	2	Знакомство с электронный конструктором Arduino	Кванториум		
32			19.12.19	практика	2		Кванториум		
		Контрольная точка №2							
	17	24.12.19	практика	2	Программирование Arduino по заданию	Кванториум			
33		26.12.19	практика	2		Кванториум			
34		27.12.19	практика	2		Кванториум			
ИТОГО по программе					72				

Приложение 3. Содержание образовательной программ

СОДЕРЖАНИЕ

дополнительной образовательной программы

«Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники на службе у человечества»

Профилизация: «Системы связи и дистанционное зондирование Земли»

технической направленности

(9-11 класс)

№ п/п	Наименование модулей (разделов) и тем	Описание		Компетентностная траектория
		Теория	Практика	
ПРОФИОРИЕНТАЦИОННЫЙ БЛОК				
1.	Базовый компонент. Введение			
1.1	Вводный	Космонавтика: экскурс в историю, современные космические программы	Входной контроль знаний	Знать основные даты, связанные с освоением космоса, основоположников.
1.2		Урок НТИ. Космическое конструкторское бюро	Командная игра «Космическое бюро». Распределение ролей космических инженеров. Определение назначения и названия МКА. Выбор типа полезной нагрузки и ее состава. Поиск информации по существующим приборам, сравнение.	Уметь определять очередность работ при проектировании МКА, распределять роли в команде.
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ БЛОК				
2.	Условия космического полета			
2.1	Солнечная система	Солнечная система. Планеты. Естественные спутники Земли	Изучение планет солнечной системы. Поиск информации о составе, расстоянии от Земли и т.д.	Уметь осуществить поиск и работать с информацией.
2.2	Факторы космического пространства	Факторы космического пространства	Рассмотрение методов защиты КА от факторов космического	Уметь осуществить поиск и

			пространства	работать с информацией.
2.3	Космическая баллистика	Орбиты искусственных спутников Земли. Примеры расчета	Орбиты искусственных спутников Земли. Решение задач	Уметь осуществлять поиск и работать с информацией.
3	Основные служебные системы типового космического аппарата			
3.1	Полезная нагрузка	Миссия КА. Виды полезной нагрузки	Сортировка МКА по выполняемым миссиям	Уметь осуществлять поиск и работать с информацией.
2.53.2	Система терморегулирования	Виды системы терморегулирования, приборы, элементы. Методика расчета теплового баланса	Рассмотрение МКА с различными системами терморегулирования, их сравнение, расчет теплового баланса.	Уметь осуществлять поиск и работать с информацией. Знать методику расчета
3.3	Система ориентации	Виды системы ориентации, состав, основные элементы. Методика расчета роторных систем	Рассмотрение МКА с различными системами ориентации, сравнение характеристик и миссий. Расчет маховика.	
3.4	Система энергопитания	Виды системы электропитания, структурные схемы, основные элементы.	Рассмотрение различных схем электропитания, сравнение и оценка характеристик МКА. Расчет теплового баланса.	
3.5	Массогабаритные характеристики космического аппарата	Классификация КА по массогабаритным характеристикам	Рассмотрение состава МКА, сравнение.	
4	Основы работы в САПР 3D			
4.1	Знакомство с интерфейсом	Знакомство с интерфейсом САПР.	Изучения функционала САПР	Знать интерфейс САПР. Уметь работать в САПР.
4.2	Создание 2D-чертежей	Понятие 2D-чертежа деталей.	Создание простых 2D-чертежей деталей	Знать, что такое чертеж. Уметь работать с САД-системой.
4.3	Создание 3D-модели	Основные способы создания 3D-моделей.	Создание 3D-модели детали	Знать основные способы создания 3D-моделей Уметь создавать 3D-модели в САД-системах.
4.4	Создание сборочного чертежа	Понятие 3D сборки в САД.	Создание 3D-сборки.	Знать, что такое 3D сборка.

					Уметь использовать CAD системы для создания 3D сборки.
5.	Основы программирования				
5.1	Конструктор спутника Орбикрафт	Конструктор спутника Орбикрафт, язык программирования Python.			Знать фундаментальные принципы работы сенсорных устройств. Уметь сопрягать сенсоры с управляющим оборудованием.
5.2	Знакомство с конструктором, написание программ на Python				
5.3	Электронный конструктор Arduino	Электронный конструктор Arduino, написание программ.			
5.4	Знакомство с конструктором, написание программ.				
			Знакомство. Написание программ по заданию		

Приложение 4. Сведения о условиях для реализации учебного процесса

СВЕДЕНИЯ О УСЛОВИЯХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА по дополнительной общеразвивающей программе

«Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные
спутники на службе у человечества»

Профилизация: «Системы связи и дистанционное зондирование Земли»

технической направленности

Кабинет Космо/Робо

№	Наименование	Кол-во
1	Персональный стационарный компьютер	12
2	Arduino Uno	4
3	Радиомодули nRF24L01+	4
4	DHT-22 датчик	4
5	Паяльная станция	4
6	Фольгированный стеклотекстолит	0,5 м ²
7	Установка для травления плат	1
8	Наборы ЭРИ (светодиоды, резисторы, сервоприводы)	4
9	Листы акрила	3 м ²
10	Винты (М6*15)	50
11	Гайки (М6*15)	50
12	Аккумулятор 12 В	4
13	Преобразователь напряжения DC-DC	4
14	LCD дисплей для Arduino	4
15	Ноутбук 15,6' Lenovo Z50-75 < 80EC00H3RK > A10 7300 /8/1Тб / DWD-RW / R6M255DX / WiFi / BT / Win1	10
16	Мышь Logitech M150 Laser Mouse (RTL) USB 3btn+Roll < 910-003753 >	10
17	Стол руководителя (Корпус ЛДСП 16 мм, столешня – ЛДСП толщиной 44 мм, общая толщина столешни 80 мм, опоры составные, общая толщина опоры 100 мм)	1
18	Стол составной из 3-х секций (Корпус ЛДСП 16 мм, столешня – ЛДСП 44 мм, опоры столов составные, с общей толщиной 100 мм, комплектуются экранами из МДФ)	1
19	Система коммуникаций Turn (3 эл. розетки, арт2J04G0301Z)	7
20	Кресло PLAY 5063/YI390 с подголовником (зеленый/графит)	1
21	Кресло с газопатроном KIKKA KC5C (черный/белый)	12

Приложение 5. Сведения о кадровом обеспечении

СВЕДЕНИЯ О КАДРОВОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

дополнительной общеразвивающей программы
«Через тернии к звездам: ракетостроение, космические технологии и искусственные спутники
на службе у человечества»

Профилизация: «Системы связи и дистанционное зондирование Земли»

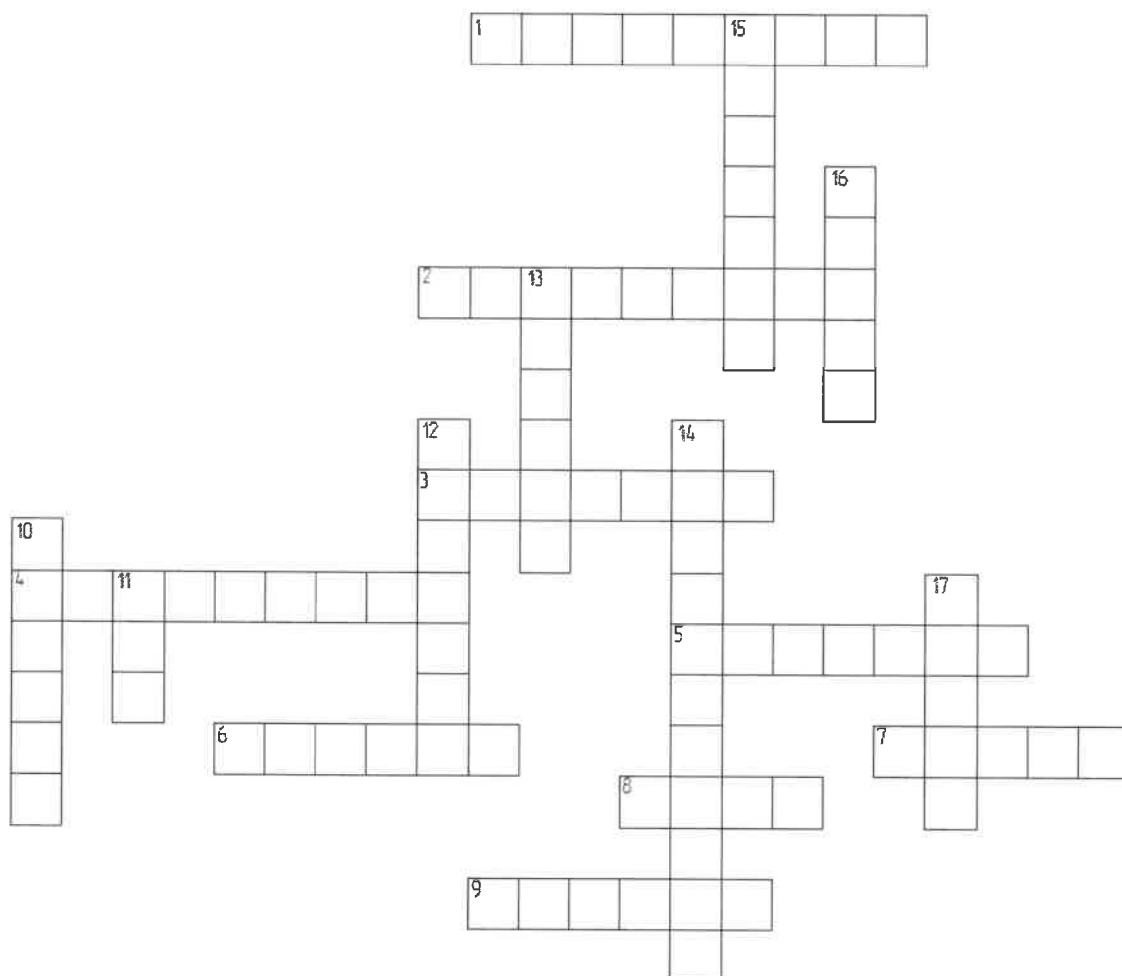
технической направленности

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Должность в ДТК	Условия привлечения к педагогической деятельности в ДТК	Имеющаяся специальность (направление), образовательное учреждение	Другое место работы/учебы, должность	Квалификационная категория, повышение квалификации	Опыт работы	Преподаваемые модули программы в ДТК
Педагоги дополнительного образования								
1	Бритова Юлия Александровна	Педагог дополнительного образования	Внешний совместитель	НИ ТПУ	АО «НПЦ» Полнос», ведущий инженер	Кандидат технических наук	12 лет	
2	Костюченко Тамара Георгиевна	Тьютор	По совместительству	Математика, Томский государственный университет	НИ ТПУ, доцент	Кандидат технических наук	25 лет	
Методисты								
1	Ларина Людмила Николаевна	Начальник научно- методического отдела	Основное место работы	04.06.01 Химические науки, НИ ТПУ		Кандидат химических наук	14 лет	

Пример промежуточного контроля

Промежуточный контроль осуществляется на всех этапах реализации программы через проверку выполнения заданий на занятиях.

Тема «Экскурс в историю космонавтики»



По горизонтали:

1. На территории этого государства располагается космодром Байконур. 2. Первый российский космодром. 3. Прославленный советский конструктор ракетно-космической техники, академик. 4. Толстый слой воздуха, который окутывает нашу Землю. 5. Первый космический аппарат, запущенный в Советском Союзе 4 октября 1957 года. 6. Планета, родная «сестра» нашей Земли. Живет во втором доме, если считать от Солнца. 7. Отверстие, через которое вылетают из ракеты раскаленные газы. 8. Наименование семейства советских и российских многоместных транспортных пилотируемых космических кораблей. 9. Космическая «дорога» спутников и планет.

По вертикали:

10. Пространство, свободное от вещества. 11. Первая МКС. 12. Наиболее выгодное положение космодрома, чтобы стартующий носитель мог использовать энергию вращения Земли. 13. Вторая по величине планета, окруженная большим количеством колец-спутников. 14. Состояние необыкновенной легкости, которое наступает при полете в ракете или космическом корабле с первой космической скоростью. 15. Отделяемая часть ракеты-носителя. 16. Кличка собаки первого четвероногого космического пассажира. 17. Один оборот спутника вокруг Земли.

Командная игра «Космическое бюро»

Роли в команде:

Наименование	ФИО
Руководитель	
Инженер по полезной нагрузке №1	
Инженер по полезной нагрузке №2	
Инженер систем терморегулирования №1	
Инженер систем терморегулирования №2	
Инженер системы ориентации №1	
Инженер системы ориентации №2	
Инженер системы питания №1	
Инженер системы питания №2	
Инженер по баллистике №1	
Инженер по баллистике №2	

Бланк компоновки космического аппарата

○ - один вариант из всех, □ - один или несколько вариантов из всех

Решение по полезной нагрузке:

- ☐ Дистанционное зондирование
- ☐ Обеспечение связи
- ☐ Исследования (ниже описать)
- ☐ Другое (ниже описать)

Решение по опорной орбите:

- ☐ Низкая
- ☐ Средняя
- ☐ Высокая

Пояснение:

Решение по системе ориентации:

- ☐ Пассивная (укажите использующийся принцип)
- ☐ Активная (укажите использующиеся устройства)
- ☐ Смешанная (укажите принцип и устройства)

Решение по системе терморегулирования:

- ☐ Отвод тепла
- ☐ Обогрев
- ☐ Изоляция
- ☐ Контур с теплоносителем
- ☐ Равномерное вращение

Решение по системе питания:

- ☐ Солнечные батареи
- ☐ Аккумуляторные батареи
- ☐ Генератор

Подпись руководящих лиц: _____

Дата: _____

Тема «Космическая баллистика»

Задача

Известно, что первая космическая скорость на поверхности Земли – 7,9 км/с. Масса Земли – $5,972 \cdot 10^{24}$ кг. Радиус Земли – 6371000 м.

Насколько изменится значение первой космической скорости на высоте 444 км. Ответ укажите в км/с.

Задача

Спутник находится на ретроградной круговой экваториальной орбите Земли на высоте 500 км. Двигатель коррекции орбиты спутника имеет удельный импульс 344 с, тяга может быть направлена в любую сторону. Масса спутника 1 000 кг. Какую минимальную массу топлива должен затратить спутник, чтобы перейти на круговую орбиту с наклоном 175° и высотой 350 км? Ответ укажите в килограммах, с точностью до килограмм.

Допущения: Считать, что выше 300 км атмосфера никак не влияет на движение спутника. Считать Землю идеальным шаром. Прецессией вращения Земли пренебречь. Маневры спутника совершаются дискретными импульсами. Длительность импульса по сравнению с периодом обращения спутника считать ничтожной.

Тема «Система энергоснабжения спутникового аппарата»

1. Каким видом энергии система энергоснабжения (СЭП) снабжает остальные системы космического аппарата?

- ☐ электрической энергией
- ☐ энергией гравитационного поля
- ☐ кинетической энергией
- ☐ тепловой энергией

2. Подберите вид источника питания СЭП для КА различных миссий:

Для коротких миссий на околоземной орбите с небольшим запасом энергии используются:

- ☐ химические источники
- ☐ топливные элементы
- ☐ солнечные батареи + химические источники
- ☐ радиоизотопный термоэлектрический генератор
- ☐ ядерный реактор

Для коротких миссий на околоземной орбите с большим запасом энергии используются:

- ☐ химические источники
- ☐ топливные элементы
- ☐ солнечные батареи + химические источники
- ☐ радиоизотопный термоэлектрический генератор
- ☐ ядерный реактор

Для длительных миссий в пределах орбиты Марса и мощностью СЭП до десятков кВт обычно используются:

- ☐ химические источники
- ☐ топливные элементы
- ☐ солнечные батареи + химические источники
- ☐ радиоизотопный термоэлектрический генератор
- ☐ ядерный реактор

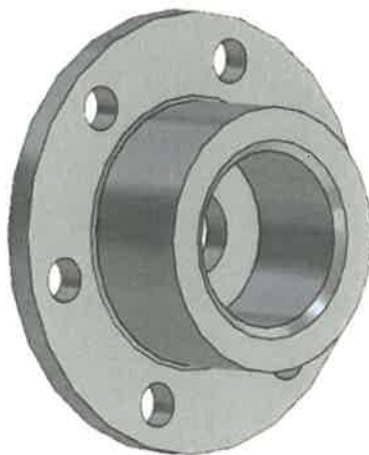
Для длительных миссий за пределами орбиты Марса и мощностью СЭП в сотни кВт обычно используются:

- ☐ химические источники
- ☐ топливные элементы
- ☐ солнечные батареи + химические источники
- ☐ радиоизотопный термоэлектрический генератор
- ☐ ядерный реактор

Пример выполнения 3D модели ракеты в T-Flex CAD по методичке «Примитивы»:

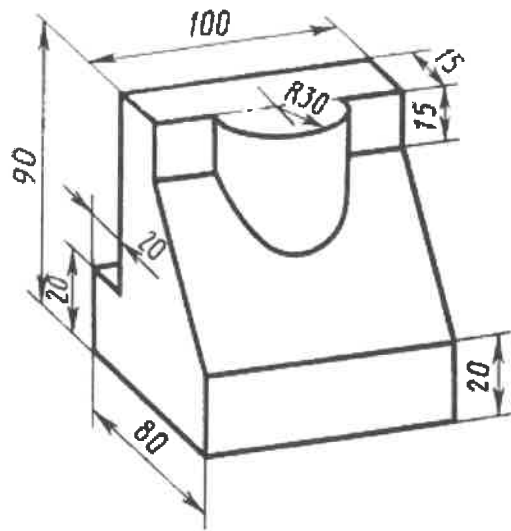


Пример выполнения 3D модели детали «фланец» в T-Flex CAD:

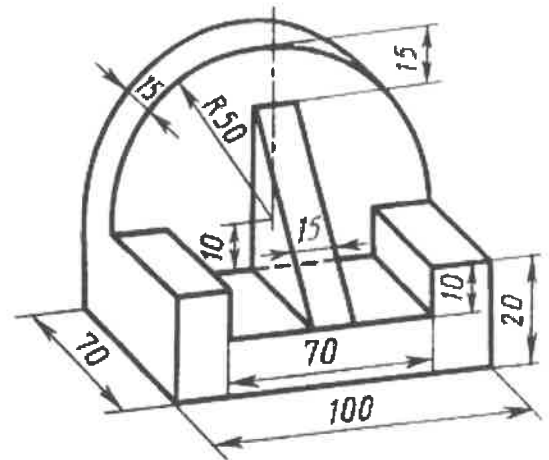


Задания по созданию 3D-моделей

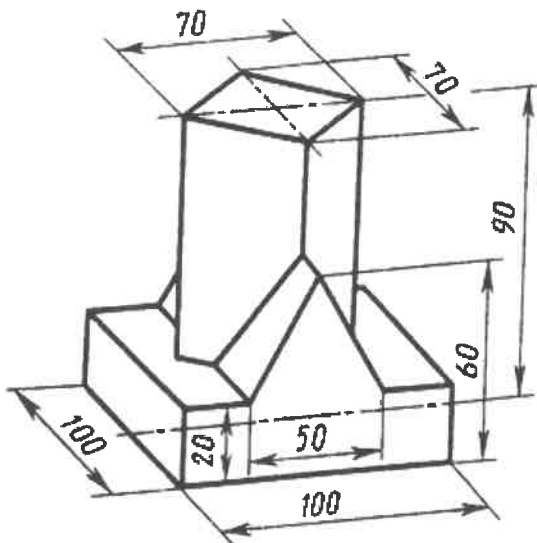
1.11



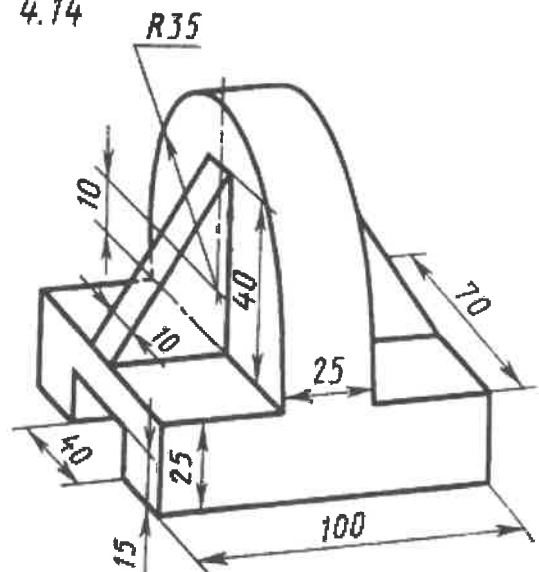
2.12



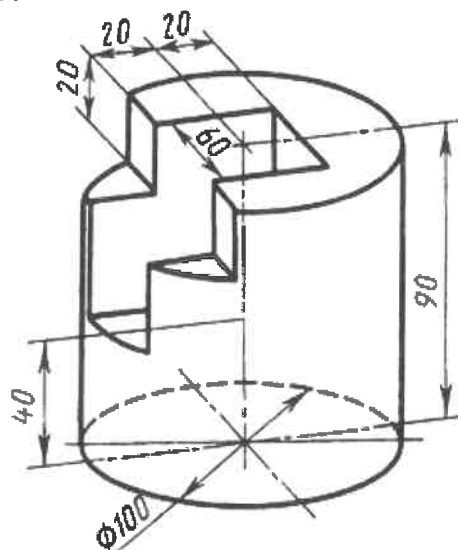
3.13



4.14



5.15



6.16

