

Приложение №34  
к приказу  
от 09.06.23 № 54/1

ПРИНЯТО  
на заседании кафедры  
физики ФМШ СФУ  
Протокол № 10  
от «2» 06 2023 г.

ПРИНЯТО  
на заседании  
Ученого совета  
ФМШ СФУ  
Протокол № 9  
от «5» 06 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО  
Директор ФМШ СФУ  
Е.А. Енгуразова  
«09» 06 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА  
«ОБЩЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»  
(2023-2024 гг.)**

Составитель:

Шангина Е.А., канд. техн. наук, доцент межинститутской базовой кафедры прикладной физики и космических технологий, инженер-конструктор 3 категории АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева»

Красноярск 2023

Настоящая рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования физико-математической школы-интерната ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». В соответствии с учебным планом ФМШ СФУ элективный курс «Общее проектирование космических аппаратов» изучается в 10 классе по выбору обучающихся в объеме 1 час в неделю в течение года обучения, всего 34 часа.

Актуальность и необходимость данной программы продиктована увеличением потребности общества в услугах связи, высокоскоростного интернета, которые осуществляются через современные космические аппараты.

На современном этапе наша страна испытывает необходимость в высокопрофессиональных научных и инженерных кадрах в космической области: ракетостроении, спутникостроении, космическом приборостроении и т.д., имеющих инновационное мышление, данная Программа помогает привлечь интерес обучающихся к современной космонавтике. Данная образовательная программа интересна тем, что совмещает в себе несколько важных направлений, одновременно необходимых для разработки космических аппаратов, а именно: физико-математические основы космонавтики, 3D-моделирование и прототипирование, программирование устройств, основы электротехники и радиотехники, проектирование космических аппаратов и т.д.

Программа включает в себя следующий круг знаний из сферы космонавтики: знакомство с устройством космических аппаратов. Включение в программу элементов начального технического моделирования и конструирования дает возможность изучать проектирование космических аппаратов по средствам практической деятельности. Полученные теоретические знания, навыки моделирования и конструирования, обучающиеся применяют при проектировании космических аппаратов. Результативность работы программы выражается в активном участии обучающихся в выставках и конкурсах технического творчества. Данная образовательная программа способствует увеличению актуальности космических технологий в структуре современных профессий.

Целесообразным является поддержка курса занятиями в модуле «Общее проектирование космических аппаратов» программы дополнительного образования «Техническое творчество».

**Цели и задачи курса** - обучение проектированию и моделированию космических аппаратов.

Программа способствует формированию научно-обоснованного представления об окружающем мире, знакомит с задачами и возможностями космической деятельности человека.

Для достижения поставленной цели выделяются следующие задачи:

- сформировать знания о строение типовых космических аппаратов, познакомить с назначением космических аппаратов, особенностями выбора целевой орбиты, средств выведения и космодрома запуска;
- познакомить со спецификой подготовки проектной документации;
- сформировать умения проектировать и конструировать модели летательных аппаратов;
- сформировать основные приемы моделирования посредством программ Solid Works (пакет 3d моделирования) и сборки космических аппаратов.

### **Образовательные результаты**

**В результате изучения курса обучающийся должен:**

- знать назначение и строение типовых космических аппаратов;
- знать особенности выбора целевой орбиты, средств выведения и космодрома запуска;
- знать требования к подготовке проектной документации
- уметь моделировать макет космического аппарата;
- уметь формировать массовый и энергетические бюджеты космического аппарата;
- владеть практическими навыками использования моделирования посредством программы Solid Works (пакет 3d-моделирования).

**Личностные результаты включают в себя:**

*в сфере гражданского воспитания:*

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- принятие традиционных национальных, общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;
- представление о видах идентичности, актуальных для становления человечества и общества, для жизни в современном поликультурном мире;
- готовность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением; готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

*в сфере патриотического воспитания:*

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед

Родиной, гордости за свою страну, свой край, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;

- ценностное отношение к государственным символам, историческому и природному наследию, памятникам, традициям народов России, достижениям России в науке, технологиях, труде;

*в сфере духовно-нравственного развития:*

- сформированность нравственного сознания, этического поведения, способность оценивать ситуации нравственного выбора и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные ценности и нормы современного российского общества;

- понимание значения личного вклада в построение устойчивого будущего;

- ответственное отношение к своим родителям, представителям старших поколений, осознание значения создания семьи на основе принятия ценностей семейной жизни в соответствии с традициями народов России;

- освоение гуманистических традиций и ценностей, уважение к личности, правам и свободам человека, культурам разных народов;

*в сфере эстетического воспитания:*

- представление об исторически сложившемся культурном многообразии своей страны и мира;

- эстетическое отношение к миру, современной культуре, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, труда, общественных отношений;

*в сфере физического воспитания:*

- осознание ценности жизни и необходимости ее сохранения;

- представление об идеалах гармоничного физического и духовного развития человека в исторических обществах и в современную эпоху;

*в сфере трудового воспитания:*

- понимание значения трудовой деятельности как источника развития человека и общества;

- уважение к труду и результатам трудовой деятельности человека;

- формирование интереса к различным сферам профессиональной деятельности;

- мотивация и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

*в сфере экологического воспитания:*

- осмысление исторического опыта взаимодействия людей с природной средой, его позитивных и негативных проявлений;

*в понимании ценности научного познания:*

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития исторической науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;

- осмысление значения истории как знания о развитии человека и общества, о социальном и нравственном опыте предшествующих поколений;
- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;
- овладение основными навыками познания и оценки событий прошлого с позиций историзма, готовность к осуществлению учебной проектно-исследовательской деятельности в сфере истории;
- приобщение к истокам культурно-исторического наследия человечества, интерес к его познанию за рамками учебного курса и школьного обучения.

Работа на программе способствует также развитию *эмоционального интеллекта* школьников, в том числе *самосознания* (включая способность осознавать роль эмоций в отношениях между людьми); *саморегулирования*, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому; *внутренней мотивации*, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей; *эмпатии* (способность понимать другого человека, оказавшегося в определенных обстоятельствах); *социальных навыков* (способность выстраивать конструктивные отношения с другими людьми, регулировать способ выражения своих суждений и эмоций с учетом позиций и мнений других участников общения).

**Метапредметные результаты включают в себя следующие умения:**

**1) в сфере универсальных учебных познавательных действий:**

*владение базовыми логическими действиями:*

- формулировать проблему, вопрос, требующий решения;
- устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерные черты и противоречия в рассматриваемых явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

*владение базовыми исследовательскими действиями:*

- определять познавательную задачу; намечать путь ее решения и осуществлять подбор материала, объекта;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности;

- выявлять характерные признаки явлений;
- раскрывать причинно-следственные связи; сравнивать события, ситуации, определяя основания для сравнения, выявляя общие черты и различия;
- формулировать и обосновывать выводы; соотносить полученный результат с имеющимся знаниями;
- определять новизну и обоснованность полученного результата;
- представлять результаты своей деятельности в различных формах (сообщение, эссе, презентация, реферат, учебный проект и другие);
- объяснять сферу применения и значение проведенного учебного исследования в современном общественном контексте;

*работа с информацией:*

- осуществлять анализ учебной и внеучебной информации (учебники, источники, научно-популярная литература, интернет-ресурсы и другие);
- извлекать, сопоставлять, систематизировать и интерпретировать информацию;
- различать виды источников информации;
- высказывать суждение о достоверности и значении информации источника (по предложенным или самостоятельно сформулированным критериям);
- рассматривать комплексы источников, выявляя совпадения и различия их свидетельств;
- использовать средства современных информационных и коммуникационных технологий с соблюдением правовых и этических норм, требований информационной безопасности;
- создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;

**2) в сфере универсальных коммуникативных действий:**

*общение:*

- представлять особенности взаимодействия людей в современном мире;
- излагать и аргументировать свою точку зрения в устном высказывании, письменном тексте;
- владеть способами общения и конструктивного взаимодействия, в том числе межкультурного, в школе и социальном окружении;
- аргументированно вести диалог, уметь смягчать конфликтные ситуации;

*осуществление совместной деятельности:*

- осознавать значение совместной деятельности людей как эффективного средства достижения поставленных целей;
- планировать и осуществлять совместную работу, коллективные учебные проекты, в том числе на региональном материале;
- определять свое участие в общей работе и координировать свои действия с другими членами команды;

- проявлять творчество и инициативу в индивидуальной и командной работе;

- оценивать полученные результаты и свой вклад в общую работу;

**3) в сфере универсальных регулятивных действий:**

*владение приемами самоорганизации своей учебной и общественной работы:*

- выявлять проблему, задачи, требующие решения;

- составлять план действий, определять способ решения, последовательно реализовывать намеченный план действий и другие;

*владение приемами самоконтроля:*

- осуществлять самоконтроль, рефлекссию и самооценку полученных результатов;

- вносить коррективы в свою работу с учетом установленных ошибок, возникших трудностей;

*принятие себя и других:*

- осознавать свои достижения и слабые стороны в учении, школьном и внешкольном общении, сотрудничестве со сверстниками и людьми старших поколений;

- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

- признавать свое право и право других на ошибку;

- вносить конструктивные предложения для совместного решения учебных задач, проблем.

### Содержание курса

1. Вводная лекция;
2. Космические системы информационного обеспечения;
3. Орбитальное движение космических аппаратов;
4. Спутниковые системы связи;
5. Антенны КА;
6. Космические навигационные системы;
7. Спутниковая геодезия;
8. Наземный комплекс управления;
9. Ракетно-космический комплекс;
10. Факторы эксплуатации КА;
11. Устройство КА;
12. Конструктивно-компоновочная схема;
13. Конструкция;
14. Механические устройства;
15. Бортовой комплекс управления;
16. Система ориентации и стабилизации;
17. Система коррекции;

18. Систем электропитания;
19. Система терморегулирования;
20. 3Д модель ракеты;
21. Размещение КА в ЗПГ ГО;
22. Выбор габаритов КА и разработка его ККС;
23. Размещение антенн в стартовом и рабочем положении;
24. Выбор состава бортовых систем. Подбор оборудования для выполнения поставленной целевой задачи;
25. Расчет массового бюджета КА.

### Тематическое планирование

№ п/п	Тема	Количество часов	Форма организации учебной деятельности	Форма контроля
1	Вводная лекция	1	Лекция	
2	Космические системы информационного обеспечения	1	Лекция	
3	Орбитальное движение космических аппаратов	1	Лекция	
4	Спутниковые системы связи	1	Лекция	
5	Антенны КА	1	Лекция	тест
6	Космические навигационные системы	1	Лекция	
7	Спутниковая геодезия	1	Лекция	
8	Наземный комплекс управления	1	Лекция	
9	Ракетно-космический комплекс	1	Лекция	
10	Факторы эксплуатации КА	1	Лекция	тест
11	Устройство КА	1	Лекция	
12	Конструктивно-компоновочная схема	1	Лекция	
13	Конструкция	1	Лекция	
14	Механические устройства	1	Лекция	
15	Бортовой комплекс управления	1	Лекция	
16	Система ориентации и стабилизации	1	Лекция	
17	Система коррекции	1	Лекция	
18	Систем электропитания	1	Лекция	
19	Система терморегулирования	1	Лекция	тест
20	3Д модель ракеты	3	Практическая работа	
21	Размещение КА в ЗПГ ГО	3	Практическая работа	
22	Выбор габаритов КА и разработка его ККС	3	Практическая работа	
23	Размещение антенн в стартовом и рабочем положении	3	Практическая работа	



24	Выбор состава бортовых систем. Подбор оборудования для выполнения поставленной целевой задачи	3	Практическая работа	
25	Расчет массового бюджета КА		Практическая работа	

### **Формы работы**

Занятия реализуются в виде лекций и практических занятий.

### **Формы контроля**

Текущий контроль теоретических знаний выполняется путем тестирования, представления результатов практических заданий.

Итоговый контроль – презентация макета космического аппарата.

### **Учебно-методические материалы по дисциплине**

1. Бердышев С. «Законы космоса». М., РИПОЛ КЛАССИК, 2002.
2. Дорожкин Н.Я. «Космос», ООО «Издательство Астрель», 2004
3. Елагин Н.А, Ростов А.В. Конструкции и технологии в помощь любителям электроники. – М.: СОЛОН- ПРЕСС, 2001 г.
4. Мирер С.А, Механика космического полета. Орбитальное движение, Москва, Резолит, 2007
5. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П. Фортестью, Г. Суайнерда, Д.Старка; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблшер, 2015. — 765 с.
6. Сборник под ред. Фортестью П., Старка Дж, и др. Разработка систем космических аппаратов. Пер. с англ. – М.: Альпина Паблшер, 2015.
7. Саган К. «Космос», С-Петербург, ЗАО ТИД Амфора, 2004.
8. Сидоренко В. И. Введение в авиационную, ракетную, космическую и аэрокосмическую технику. – М.: ООО «Моби Март», 2016 – 176 с.

Периодические издания (журналы):

- «Авиация и космонавтика»;
- «Моделист-конструктор»;
- «Техника молодежи»;
- «Юный техник»;
- «Новости космонавтики»;
- «Земля и вселенная»;
- «Радио»;
- «Наука и жизнь»;
- «Аэрокосмическая техника».

Интернет-ресурсы

1. Блог космонавтов МКС [Электронный ресурс] // Сайт Госкорпорации «Роскосмос». URL: <http://www.roscosmos.ru/26004/1/>

2. Новости космоса, астрономии и космонавтики [Электронный ресурс] // Сайт AstroNews. URL: <http://www.astronews.ru/>
3. Videоканал AstroNewsRUS [Электронный ресурс] // Сайт YouTube. URL: <https://www.youtube.com/c/AstroNewsRUS/featured>
4. Журнал «Аэрокосмическое обозрение» [Электронный ресурс] // Сайт Журналы онлайн. URL: <http://jurnali-online.ru/aerokosmicheskoe-obozrenie>
5. «Звездный мир» Воронцов-Вельяминов Б.А. [Электронный ресурс] // Сайт «Кабинетъ - материалы по астрономии». URL: <http://astrocabinet.ru/library/vvzm/zvezdny-mir.htm>
6. «Удивительная гравитация» Брагинский В.Б., Полнарев А.Г. [Электронный ресурс]. Интернет библиотека МЦНМО. URL: <http://ilib.mcsme.ru/djvu/bib-kvant/gravitatsia.htm>
7. «Физика полета» Стасенко А.Л. [Электронный ресурс] // Библиотека сайта «Театр занимательной науки». URL: <http://tzn.ru/preokean/docs/stasenko.pdf>
8. Книжная полка лаборатории радиоэлектроники и кибернетики. [Электронный ресурс] Сайт ЮМК (юный моделист – конструктор). URL: [http://www.jmk-project.narod.ru/radio\\_lit.htm](http://www.jmk-project.narod.ru/radio_lit.htm)
9. Энциклопедия «Космонавтика» [Электронный ресурс] // Сайт Железнякова А. Б. URL: <http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia>
10. Журнал «Русский космос» [Электронный ресурс] Сайт Госкорпорации «Роскосмос». // URL: <https://www.roscosmos.ru/25767/>
11. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел, Изд. ЛКИ, 2009. URL: <http://epizodsspace.airbase.ru/bibl/beletskii/ocherki/beletskii-ocherki-72.pdf>
12. Илон Маск: Tesla, SpaceX и поиски фантастического будущего, Эшли Вэнс, ОлимпБизнес, 2015. URL: <https://mybook.ru/author/eshli-vens/ilon-mask-i-poisk-fantasticheskogobudushhego/>
13. Ксанфомалити Л.В., Парад планет, Издательство: Наука, 1997. URL: <http://epizodsspace.airbase.ru/bibl/ksanfomalite/parad/ksanfomalite-parad-1997.pdf>
14. Журнал «Новости космонавтики», регулярное российское издание, онлайн-версия; URL: [www.novosti-kosmonavtiki.ru](http://www.novosti-kosmonavtiki.ru)
15. Видео по созданию 3D модели фланца. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=G12RbO\\_ZtOk](https://www.youtube.com/watch?v=G12RbO_ZtOk) –
16. Сборочные 3D модели. Сопряжения и степени свободы. URL: <http://www.tflexcad.ru/help/cad/15/mate.htm>
17. Создание сборочных чертежей. URL: [http://www.tflexcad.ru/help/cad/15/2d\\_ass\\_1.htm](http://www.tflexcad.ru/help/cad/15/2d_ass_1.htm)

**Научная библиотека СФУ ([bik.sfu-kras.ru](http://bik.sfu-kras.ru))**

БД «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»