

УТВЕРЖДЕНО

«УТВЕРЖДАЮ»

решением экспертного совета
регионального Центра выявления,
поддержки и развития способностей и
талантов у детей и молодежи Московской
области (в структуре автономной
некоммерческой общеобразовательной
организации «Областная гимназия
им. Е.М. Примакова»)

от « 12 » августа 2020 г.

Директор АНОО
«Областная гимназия им. Е.М. Примакова»

М.О. Майсурадзе



« 12 » августа 2020 г.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Направление

Наука. Астрономия

Название программы

Сентябрьская интенсивная инженерная образовательная программа
«Космические технологии»

Автор программы

Черемисин Максим Владимирович, кандидат технических наук, старший
научный сотрудник ПАО «РКК «Энергия».

Целевая аудитория

Программа ориентирована на обучающихся 8-10 классов, прошедших
конкурсный отбор в форме входного испытания.

Аннотация к программе

Образовательная программа ориентирована на развитие обще-
интеллектуальных и творческих способностей обучающихся в космонавтике.
Программа включает две части.

Первая часть предполагает организацию дистанционной работы по
отбору школьников и выявлению их интереса к космическим наукам (решение
задач по космонавтике, космическим технологиям, написание эссе и т.д.).

Вторая часть предполагает проектную и учебно-исследовательскую
работу обучающихся над кейсами партнёров программы (ООО «Лоретт», ПАО
РКК «Энергия», ООО «Космолаб», АО «Российские Космические Системы»,
ООО «Образование Будущего») с интенсивным формированием у школьников
предметных знаний и умений, необходимых для успешного выступления на
защите своих проектов перед жюри. Содержание занятий включает
теоретическую и практическую работу над кейсами, отобранными на основе
ключевых технологических трендов в космонавтике. Часть времени выделяется
на популярные лекции по космонавтике.

Цели и задачи программы

Цель программы – повышение уровня знаний и навыков школьников
Московской области, мотивированных к изучению космических технологий,

расширение их возможностей при участии во Всероссийских и Международных конкурсах и олимпиадах по космической тематике.

Задачи образовательной программы:

- отбор мотивированных школьников, ориентированных в развитии к повышению уровня знаний в космонавтике;
- развитие общеинтеллектуальных способностей обучающихся;
- обучение основам проектной деятельности;
- совершенствование теоретической подготовки, а также развитие и отработка необходимых практических умений для участия в конкурсах и олимпиадах по космической тематике;
- популяризация космонавтики;
- развитие творческих способностей участников.

В результате освоения программы планируется, что каждый ее выпускник:

- расширит свои знания в области космонавтики;
- повысит свой уровень готовности решать задания профильных олимпиад и конкурсов высокого уровня по космонавтике;
- освоит основы научно-исследовательской и проектной деятельности.

Содержательная характеристика программы

1. Отбор учащихся. Дистанционный отбор, включающий оценку школьников на основе заданий кейсов партнёров программы. Формирование проектных групп, распределение школьников по кейсам.

2. Вводная часть очного этапа. Обзор очной программы. Режим занятий, требования к обучающимся при очном участии, мотивация и целевые установки на плодотворную работу. Профориентационная работа.

3. Предметное содержание и проектная составляющая.

Малые космические аппараты типа «Кубсат».

История появления стандарта. Применение. Существующие решения, основные компании-разработчики. Принципы работы. Структура и составные части.

Разработка, изготовление и испытание малого КА типа «Кубсат».

Пусковые устройства малых космических аппаратов типа «Кубсат».

Варианты исполнения. Особенности применения, сценарии запуска малых КА. Существующие решения, основные компании-разработчики. Принципы работы пусковых устройств. Структура и составные части.

Разработка, изготовление и испытание пусковых устройств. Особенности лётных образцов и вариант исполнения под космические условия.

Станции приёма данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

История ДЗЗ, особенности применения данных ДЗЗ. Основные варианты приёма данных. Существующие решения, основные компании-разработчики

станций приёма данных ДЗЗ. Принципы работы приёмных станций L-диапазона. Составные части.

Разработка, изготовление и тестирование станции приёма.

Гидрометеорологические космические аппараты типа (ГКА) «Метеор-М».

Варианты применения ГКА и история их возникновения. Компании-разработчики ГКА. Принципы работы. Структура и составные части. Особенности работы блока формирования цифровых потоков ГКА.

Изготовление и испытание блока формирования цифровых потоков ГКА.

Научная аппаратура для экспериментов с борта российского сегмента (РС) МКС. История создания МКС. Особенности применения РС МКС в качестве лаборатории для проведения уникальных космических экспериментов (условия, состав оборудования и т.д.). Правила организации космических экспериментов на РС МКС. Разработка научной аппаратуры на МКС, требования и стадии реализации. Особенности разработки научной аппаратуры для исследования химического состава падающих на Землю метеорных тел с борта МКС. Составные части научной аппаратуры.

Разработка, изготовление и испытание научной аппаратуры.

4. Подведение итогов. Подведение итогов программы в рамках итоговой конференции. Выступление команд школьников перед жюри. Оценка выполнения командами школьников представленных кейсов компаний-партнёров. Рекомендации по дальнейшему развитию проектов.

Содержание деятельности и способы организации образовательного процесса

Учащиеся распределяются по 5 учебно-практическим группам численностью до 7 человек согласно распределению по тематическим кейсам. Лекционные занятия могут проводиться для целого потока и для каждой группы в отдельности. Инженерная программа рассчитана на 10 дней.

В рамках одного рабочего дня представлены следующие образовательные формы: изложение теоретического материала, мастер-класс по выполнению аналогичных заданий, решение практических задач в рамках общего проекта, разбор и обсуждение решений. В конце каждого занятия учащимся выдается задание для самостоятельной работы и рекомендованная литература для дальнейшей самоподготовки.

Трудоемкость инженерной образовательной программы – 76 часов.

Образовательные технологии

В ходе реализации образовательной программы используются следующие образовательные технологии:

- интерактивные лекции – активное взаимодействие (в режиме беседы) всех участников профильной смены;
- индивидуальные семинары в рамках групп;
- практические занятия (по группам);
- мастер-классы по индивидуальным группам;

- самостоятельная работа школьников;
- индивидуальные собеседования.

Учебно-тематический план

№/ пп	Дата	Тема занятия	Кол-во часов	ФИО преподавателя
1	16.09.	Организационное занятие	3	Черемисин М.В.
2	16.09.	Практические занятия по группам кейсов	3	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
3	17.09.	Практически занятия по группам кейсов	6	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
4	17.09.	Лекционное занятие: «Основы проектной деятельности»	2	Овчинников И.В.
4	18.09.	Практические занятия по группам кейсов	8	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
5	19.09.	Практические занятия по группам кейсов	6	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
5	19.09.	Лекционное занятие: «История развития	2	Шумилин А.А.

		космонавтики»		
6	20.09.	Практические занятия по группам кейсов	6	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
7	20.09.	Лекционное занятие: «Перспективы развития космонавтики»	2	Иванов Г.Н.
8	21.09.	Практические занятия по группам кейсов	8	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
9	22.09.	Практические занятия по группам кейсов	6	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
10	22.09.	Лекционное занятие: «Опыт проведения испытаний в космосе»	2	Капранов В.В.,
11	23.09.	Практические занятия по группам кейсов	8	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
12	24.09.	Практические занятия по группам кейсов	8	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А.

				Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
13	25.09.	Подготовка к защите проектов	2	Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
14	25.09.	Защита проектов	2	Черемисин М.В. Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
15	25.09.	Подведение итогов программы и рекомендации по дальнейшему развитию проектов	2	Черемисин М.В. Прохоров А.В. Мазуров И.А. Павло Н.Г., Рачкин Д.А. Урванцев С.И, Шумилин А.А. Раммо С.С., Иванов Г.Н. Капранов В.В., Разуваев А.Е.
		ИТОГО	76 ч.	

Требования к условиям организации образовательного процесса

Для реализации программы необходима следующая материально-техническая база и оборудование:

№	Материально-технические средства	Кол-во
1	Аудитория вместимостью 40 человек, оборудованные ТСО	1
2	Аудитории для групп до 10 человек	5
3	Копировально-множительная техника + компьютер с офисным программным обеспечением	1
4	Ноутбуки или ПК со спец ПО	35
5	Цифровой осциллограф двухканальный до 100МГц	2
6	Двухканальный генератор прямоугольных импульсов	1

7	Универсальный цифровой мультиметр	4
8	Электронные штангельциркуль	4
9	3D принтер	5
10	Паяльные станции	5
11	ПО Arduino ide	35
12	Пакет ПО Microsoft Office (+ Visio)	35
13	ПО Altium Designer	7
14	ПО Quartus II 8.0/9.0	7
15	ПО Xilinx ISE Design Suite 13.1	7
16	ПО ModelSim	7
17	Аккумуляторная дрель-шуруповерт Makita DF347DWE Li-Ion 1.5 А·ч 14.4 В х2 кейс 30 Н·м	5
18	Набор инструментов Makita (104 предм.) D-31778 серый	5
19	Двухканальный высокочастотный генератор сигналов Rigol DG812	1
20	Мультиметр цифровой, MAS830	5
21	Осциллограф цифровой, 2 канала х 100МГц, USB, цветной дисплей, UTD2102CEX	2
22	Штангенцикуль электронный, 150 мм, 31С621	5
23	Силиконовый коврик изоляционный P-500 (500х500)	10
24	Источник питания импульсный, 0-30V-5A 1xLCD, PS3005	1
25	Набор для разделки кабелей Cablexpert TK-NETWORK	1
26	Набор для обжимки с клещами и клеммами 201ПП	1
27	Оргстекло 4 мм / 1,00 х 1,00 м	2
28	Пластик белый PLA Bestfilament для 3D-принтеров 1 кг (1,75 мм)	2
29	Arduino NANO V 3.0 CH340G для Arduino	5
30	Trema Shield NANO для Arduino	2
31	Кабель USB - miniUSB для Arduino	5
32	Микросервопривод MG90S	5
33	Соленоид TAU-0530T	5
34	Замок электромагнитный для Arduino	5
35	Разъем миниатюрный 2pin (блок-кабель), DS1110-01-2	2
36	Разъем миниатюрный 5pin (блок-кабель), DS1110-01-5	2
37	Аккумулятор AAA-600мА.ч Ni-Mh BL-2 1.2В (блист.2шт) Ergolux 12977	5
38	Батарейный отсек 2хAAA, KLS5-818-B,	1
39	Батарейный отсек 4хAAA, KLS5-821-B (FC1-5148)	2
40	Колпачок предохранительный для тумблеров ASW-07D, KN3(A-D), SAC-01 синий	8
41	Тумблер ON-OFF (6А 250VAC) DPST 4P, KN3(B)-201-A1	8
42	Светодиод мигающий красный 40° d=8мм 800мКд 640нМ, L-796BSRC-B,	16
43	Концевик (Трема-модуль) для Arduino	8
44	Провод монтажный МГТФ 0.75 кв.мм, за 1м	15
45	Провод ПуГВ 1.5 С (бухта) (м) РЭК-PRYSMIAN 0301040501 (за 1 м)	15
46	PCB Макетная плата 7*9 CM (металлизированные отверстия) для Arduino	4
47	Плата макетная 30мм х 70мм, шаг 2.54мм	4
48	Винт с полукруглой головкой М3х16 мм, 25 шт.	6
49	Винт с полукруглой головкой М3х30 мм, 16 шт.	3
50	Винт с полукруглой головкой М3х10 мм, 30 шт.	5
51	Гайка DIN 934 М3, 30 шт.	5

52	Гайка самоконтрящаяся DIN 985 M3, 20 шт.	7
53	Шайба кузовная DIN 9021 3 мм, 30 шт.	5
54	Конденсатор электролитический алюминиевый ЕСАР (K50-35), 10000мкФ, 16В, 105°C, 20%, 16x35мм P:7.5мм	6
55	Понижающий DC-DC Преобразователь LM2596 для Arduino	2
56	Набор проводов для Breadboard Arduino	1
57	Макетная плата Breadboard MB-102	2
58	Набор проводов «Папа — Мама», 40шт, 20см для Arduino	1
59	Набор проводов «Мама — Мама», 40шт, 20см для Arduino	1
60	Набор проводов «Папа — Папа», 40шт, 20см для Arduino	1
61	Коннектор power jack Мама с клемником для Arduino	2
62	Коннектор power jack Папа с клемником для Arduino	2
63	Источник питания на 12В. 2А.	2
64	Транзистор NPN Darlington 100В 5А [ТО-220] TIP122	16
65	Резистор углеродистый CF-100 (C1-4) 1 Вт, 1 кОм, 5%	20
66	Резистор углеродистый CF-100 (C1-4) 1 Вт, 100 кОм, 5%	20
67	Припой ПОС 40 Тр d=1.5мм 100г катушка	1
68	Флюс ЛТИ-120 ПЭТ флакон (100мл)	1
69	Видеокамера экшн Digma DiCam 300 серая	1
70	Карта памяти SDXC Micro SanDisk Ultra 64GB (SDSQUNS-064G-GN3MN)	1
71	Защитный кейс HPRC2780 с колесами	1
72	PL4207, Термопрокладка 70x70x1,0мм 6wmk 25 shore OO	2
73	Компаунд Висксинт К-68 ТУ 38.103508-81	1
74	Компаунд теплопроводящий диэлектрический заливной КПТД-1/3Т-15(K7) 250 г	2
75	Лак УР-231	1
76	Герметик 51-Г-23-1 ТУ38.405.416-79	1
77	Клей-герметик кремнийорганический теплопроводный Эластил 137-182 ТУ 6-02-1-015-89	2
78	Клей ЭЛ-19 ОСТ 92-0949-74	1
79	Аккумулятор SAFT MP144350 2.6Ач, 3.75В	6
80	Пружины, 12 единиц + доставка	1
81	Фанера 6-8 мм для лазерной резки	2
82	Распбери pi 4 (не менее 2 шт.)	2
83	Шаговые двигатели (Модель уточняется)	3
84	Редуктора для шаговых двигателей (Модель уточняется)	2
85	Драйвера для шаговых двигателей	3
86	Блок питания для шаговых двигателей	1
87	Кабели	10
88	Макетные платы	3
89	Кабели макетные (мама-папа)	2
90	Кабели макетные (мама-мама)	2
91	Кабели макетные (папа-папа)	2
92	Втулка переходная	2
93	Стабилизатор напряжения	4
94	Ардуино Мега	2
95	Raspberry Pi 4	2
96	Raspberry Pi camera v2	2
97	2 диодных модуля с коллиматорами	2

98	Дисплей	1
99	Карта памяти	2
100	Блок питания	2
101	Видео кабель	2
102	Объективы для работы на 100+ метрах	2
103	Объективы для тестов в помещениях	2
104	Оргстекло для конструкции	5
105	Лампа для имитатора	2
106	Лампы ртутные	4
107	Лампы галогенные	4
108	ДИП-Р 200х100мм, Плата печатная макетная	3
109	003В, Губка для очистки паяльных жал	3
110	ПОС 40 прв d=1мм 100г катушка, Припой	3
111	5-121-6, Пинцет универсальный в ПВХ изоляции, 120мм, прямой	3
112	Канифоль сосновая марки "А" (100г-90г)	3
113	PL4426 (TH-7006A) (EL-006)., Лупа складная настольная 3х	3
114	SN74ALS04BN, 6 логических элементов "НЕ" [PDIP-14]	20
115	SN74ALS08N, 4 логических элемента 2"И" (=KP1533ЛИ1), [PDIP-14]	20
116	CD4520BE, Двоичный счетчик (=KP1561ИЕ10), [DIP-16]	10
117	74НС4051N.652, Восьми канальный аналоговый мультиплексор/демультиплексор, [DIP-16]	10
118	CD4051BE, Мультиплексор аналоговый 8-каналов (=KP1561КП2), [DIP-16]	10
119	GNL-3012ED, Светодиод оранжевый 60° d=3мм 8мКд 635нМ (Orange)	30
120	GNL-3012GD, Светодиод зеленый 60° d=3мм 20-40мКд 565нМ (Green)	30
121	BBJ-60 FF, Перемычки для макетных плат мама-мама (60шт)	3
122	BB-102В-2S-4, Плата макетная беспаячная 165 x 111x 8.5мм	3
123	BBJ-65 ММ, Перемычки для макетных плат папа-папа (65шт)	3
124	12-0152, Станция паяльная (100-450°С)	2
125	BBJ-140, Перемычки для макетных плат (140шт)	3
126	Конструкторский набор спутника Introsat (ООО “Образование будущего”)	2
127	Конструкторский набор электропитания спутника (ООО “Образование будущего”)	1
128	М3х10 винт с в/ш	50
129	М3 гайка (количество в наборе - 30 шт)	50
130	Мини-Реле (Тройка-модуль)	4
131	Резистор 10кОм	10
132	Резистор 1кОм	10
133	Резистор 220Ом	10
134	Wi-Fi модуль ESP8266, модификация: ESP-01 V090	2
135	Соединительная шина для самостоятельной сборки солнечной батареи из солнечных элементов, 5х0,2 мм.	10
136	Фоторезистор	10
137	Солнечная панель	4
138	Конденсаторы разного номинала (набор 120 шт.)	1
139	Датчик тока для Arduino проектов	3
140	Сервопривод MG90S	4
141	Шаговый двигатель 28BYJ-48 и драйвер мотора ULN2003	3
142	Соединительные провода папа-папа (пучок 20 шт)	1

143	Соединительные провода мама-мама (пучок 20 шт)	1
144	Соединительные провода папа-мама (пучок 20 шт)	1
145	Плата макетная	3
146	PLA пластик REC 1.75мм коричневый	1
147	Припой ПОС 61 Тр d=1.0мм 100г катушка	1
148	Флюс ЛТИ-120 (20 мл) с кисточкой	1
149	PLA пластик Bestfilament для 3D-принтеров 1 кг (1,75 мм) белый	5
150	PLA пластик Bestfilament для 3D-принтеров 1 кг (1,75 мм) черный	5
151	Держатель третья рука с лупой x2.5 HT-390 (ZD-10R) REXANT 12-0251-4	5
152	Флюс ЛТИ-120 с кисточкой (20 мл) Connector LTI-120KIS-20	3
153	Припой катушка, проволока 1 мм ПОС-61 REXANT 09-3121	3
154	Система прецизионной лазерной маркировки СПЛМ "МиниМаркер 2-20A4"	1
155	Система автономной вытяжки и очистки воздуха «ULT 200»	1
156	Фильтр дополнительный HEPA	1
157	Фильтр предварит. очистки M5/F7 (ULT 02.0.574)	1
158	Фильтр основной комбинированный (ULT 02.1.521)	1
159	Система лазерной гравировки “Speedy-300 flexx - 60W CO2 / 20W fiber	1
160	Система автономной вытяжки и очистки воздуха Atmos Mono Plus	1
161	Сменный фильтр механической очистки для Atmos Mono Plus	1

Оценка реализации программы и образовательные результаты программы

В ходе реализации программы используются различные формы мониторинга учебных достижений школьников. Каждый участник программы получает итоговую оценку по 100-бальной шкале зависимости от результатов работы на инженерной программе. Оценка формируется как сумма баллов, полученных в рамках работы в течение программы и финальной защиты проектов.

Итоговая оценка формируется на основании следующих критериев:

1. Понимание участниками актуальности проекта и его проблематики (до 8 баллов).
2. Обоснованный выбор и понимание методов и инструментов решения (до 8 баллов).
3. Уровень и объём проделанной работы за время программы. Полнота представления результатов работы (до 28 баллов).
4. Уровень коммуникации при решении задач (до 8 баллов).
5. Уровень командной работы (до 12 баллов).
6. Логика и корректность выводов работы (до 12 баллов).
7. Качество доклада и презентации на итоговой защите (до 12 баллов).
8. Содержательность ответов участников на вопросы жюри на итоговой защите (до 12 баллов).

В результате освоения программы, обучающиеся должны овладеть предметными знаниями и умениями в космонавтике, которые будут полезны им не только с позиций интеллектуального развития и формирования познавательного интереса к изучению технических наук, но и с позиций развития

у них творческого мышления, умений исследовательской и проектной деятельности, а также с позиций профориентации. А именно:

- *Фактические, понятийные и теоретические знания:* знание основных терминов, понятий, законов, теорий, касающихся космических технологий.
- *Умения систематизировать:* распознавать основные критерии космических устройств по их описанию; устанавливать признаки и требования для их разработки.
- *Умения применять знания, используя алгоритмы проектирования.*
- *Умения устанавливать причинно-следственные связи.*
- *Системные (интегративные) знания и умения:* знание факторов космического пространства, закономерностей их влияния на создаваемые устройства; умение устанавливать межпредметные связи; умение оценивать варианты разрабатываемых систем; умение выделять общее и главное для характеристики процессов и явлений исследуемых на основе создаваемых устройств и систем.

Требования к кадровому обеспечению

К работе в образовательной смене привлекаются опытные наставники в области космоса с опытом разработки изделий и систем космической отрасли, имеющие высшее образование или ученую степень, члены жюри от педагогического сообщества и профессиональные учёные и исследователи космической отрасли, обладающие следующими компетенциями:

- способность составлять и решать тематические задания;
- владение мультимедийными компьютерными технологиями;
- способность применять открытые информационные источники, включающие сведения о современных открытиях в области космоса.

Ассистентами выступают педагоги или волонтеры, имеющие опыт участия в организации и проведения космических конкурсов и олимпиад, и/или опыт личного участия в них), студенты, магистранты или аспиранты ВУЗов, педагоги школ или центров дополнительного образования.

В ходе реализации инженерной образовательной программы преподаватель-наставник:

- организует профориентационную составляющую учебного процесса;
- содействует подготовке обучающихся к выполнению кейса;
- распознает и развивает способности ученика к занятиям в области космических технологий, поддерживает их высокую мотивацию;
- рекомендует, на основе анализа учебной деятельности обучающегося, оптимальные (в том или ином образовательном контексте) способы его дальнейшего самообразования и развития.

Дидактические материалы к программе

Дидактические материалы, задания, презентации, видео-лекции будут размещены в облачном пространстве на диске. Ссылка будет отправлена участникам, успешно прошедшим отбор на программу.

Электронные ресурсы, программы, литература

Основная литература

1. Введение в ракетно-космическую технику. Том 1, 2 / Аверьянов А.П., Азаренко Л. Г.
2. Основы устройства и конструирования космических аппаратов / Гуцин В.Н., 1992 г.
3. Космическая техника / Гэтланд К., Шарп М., Скиннер Д., Вик Ч., Пирард Т., Дулинг Д., Шнапф А., Джонсон Н., Вудс Д., Льюис Р., Белицкий Б., Паркинсон Р., Бонд А., 1986 г.

Дополнительная литература

1. Азбука космонавтики, или Введение в создание космической техники / Громов С.К., 2017
2. Космическая техника и технологии. Журнал ПАО «РКК «Энергия»;
3. Вестник - НПО Лавочкина. Журнал НПО Лавочкина.
4. Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. Журнал РКС.
5. Справочник пользователя РС МКС, 2014

Интернет ресурсы:

1. Космос для детей <https://www.space4kids.ru/>
2. Лекции про космос /<https://sochisirius.ru/edu/space/>
https://www.youtube.com/channel/UCF_jJLcC7tAbaycA3B3ESNw
3. ЭБС «Университетская библиотека on-line» <http://www.biblioclub.ru/>