

Управление образования администрации муниципального района  
Муниципальное учреждение дополнительного образования  
«Изобретариум»

Рассмотрено на заседании  
методического (педагогического) совета  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Протокол № \_\_\_\_\_

Утверждаю:  
Директор МУ ДО  
«Изобретариум»  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Дополнительная общеразвивающая программа  
технической направленности  
«Теория и практика космического полёта»  
(стартовый уровень)**

Возраст обучающихся: 10-15 лет  
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:  
Клёнов Иван Леонидович,  
Мастер дополнительного обучения

г. Реутов, 2018.

# Содержание

---

Актуальность программы .....	3
Цель курса .....	4
Задачи курса .....	5
Методические особенности Курса.....	6
Организация занятий .....	7
Структура занятий.....	8
Учебные группы.....	8
Оценивание учащихся.....	9
Итоги курса.....	11
Учебный план.....	12
Содержание учебного плана.....	15
Список литературы.....	21

## Введение

---

Курс «Теория и практика космического полёта» (стартовый уровень) - учебный курс дополнительного образования для школьников, разработанный АО «ВПК «НПО машиностроения» специально для МУ ДО «Изобретариум» в г.Реутов. Курс направлен на ознакомление учащихся с основами космонавтики как науки и технологии космических полётов, а также сопутствующими дисциплинами – небесной механикой, астрофизикой, теорией решения инженерных задач и проч.

Данный Курс ориентирован на учащихся среднего и старшего школьного возраста (10-15 лет). Объём курса – 72 академических часа. Форма обучения – очная. Автор курса – И.Л. Клёнов.

# Актуальность программы

---

Развитие космонавтики в XX веке позволило человечеству продвинуться далеко вперёд. С помощью спутников сейчас ведут телепередачи, узнают прогноз погоды, находят новые месторождения полезных ископаемых. Исследовательские аппараты каждый день приносят учёным новые данные, позволяющие им дополнить существующую физическую картину мира. Спутники оборонного назначения стоят на страже мира и спокойствия нашей страны.

Космические аппараты функционируют в невероятных температурных, механических, радиационных условиях. По праву, они – одно из самых совершенных творений человечества. Бурное освоение космоса привело к возникновению множества ставших привычными нам вещей – интернета, миниатюрных компьютеров, цифровых камер, тефлона и иных защитных покрытий, томографии, солнечных батарей, спутниковой навигации, стандартов консервирования пищи, ряда продвинутых медицинских технологий.

Космические технологии сложны – однако, каждая из них есть результат встречи глубокого понимания базовых законов Вселенной с оригинальной мыслью инженера-исследователя.

Потому понимание космоса и космонавтики – это ключ не только к освоению и осмыслению большинства современных технологий, но и источник получения фундаментальных знаний о нашей планете, солнечной системе, других небесных телах.

Кроме того, космос является неиссякаемым источником научного и технического вдохновения для многих поколений исследователей, учёных и инженеров. Потому актуальной является задача привития детям интереса к науке, показав, что именно она может подарить достаточно пытливому и настойчивому уму.

# Цель курса

---

Целью Курса является раскрытие перед детьми интересной, захватывающей стороны научной работы, связанной с космонавтикой, и с ранних лет пробудить интерес к науке.

Целью также является выработка у учащихся системного подхода к самостоятельному решению инженерно-технических задач, освоению научных материалов и критическому анализу.

Целью Курса также является повышение общей научно-технической грамотности учащихся, погружение их в техническую среду, обучение приёмам и методам работы с инженерными средствами.

Итоговой целью Курса является ориентация учащихся на выбор инженерно-технических и научных направлений дальнейшего обучения, создание необходимого базиса для дальнейшего личностного развития, профессионального самоопределения и творческого самоопределения в этой области, предпочтительно – в аэрокосмическом секторе.

# Задачи курса

---

Задачами разработанного Курса являются:

– ознакомление учащихся с основами современной космонавтики – научными и техническими аспектами осуществления космических миссий, такими, как:

- принципы функционирования объектов ракетно-космической техники;
- основы динамики движения космических аппаратов;
- обеспечение надёжности ракетно-космической техники;
- конструкция и принципы проектирования космических аппаратов;
- аспекты организации запусков, этапы космического полёта, способы их осуществления.

– знакомство учащихся на доступном уровне с базовыми понятиями физики, теоретической механики, небесной механики, астрофизики;

– ознакомление учащихся с историческими и современными тенденциями в покорении космоса;

– формирование личной научной и инженерной культуры, привитие культуры обращения с техникой;

– создание культуры общения и поведения в социуме, мотивации к дальнейшему развитию в научных и технических областях аэрокосмических технологий;

– развитие навыков коллективного и индивидуального решения задач, ответственности за принимаемые решения, умений планирования времени и ведения проектной деятельности.

# Методические особенности Курса

---

Программа Курса составлена в соответствии с ноу-хау русской инженерной школы, методом безотрывно-практического обучения (т.н. «русским методом обучения» авторства Делла-Воса). Данный метод на протяжении чуть менее чем 200 лет, успешно применяется в технических учебных заведениях России.

Суть метода – в закреплении преподаваемого теоретического материала путём множества практических экспериментов. Учащиеся под руководством преподавателя получают возможность самостоятельно исследовать предметную область, собственноручно проверяя положения теории. Получив возможность повторить шаги первых исследователей данной области, учащиеся лучше понимают причинно-следственные связи, учатся самостоятельно выводить базовые закономерности из разрозненных практических результатов, что позволяет мгновенно закреплять полученные знания на уровне компетенций. Таким образом, метод реализует деятельностный подход, наиболее эффективно позволяя учащимся овладевать универсальными учебными действиями.

Метод идеально подходит для обучения современных школьников, отличающихся пониженной усвояемостью теоретического материала за счёт клипового характера мышления. Клиповый характер мышления наблюдается у ~75-90% современных школьников. При обучении он часто проявляется в том, что теоретическая информация воспринимается учащимся на уровне «информационного шума». Такая информация запоминается (или, чаще, игнорируется) без попыток анализа и включения её в непротиворечивую картину мира. В совокупности с частыми у современных школьников гиперактивностью и дефицитом внимания, этот фактор являлся существенным при формировании направленности Курса.

Предлагаемый метод соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) для дополнительного обучения.

# Организация занятий

---

Занятия в рамках Курса предполагают обязательное закрепление поданного теоретического материала на практике с формированием у учащегося соответствующего умения, навыка.

К настоящему моменту, реальная космическая техника (равно как и её натурная имитация) столь сложна, что уловить основные закономерности, изучая неупрощённые модели, не под силу современному школьнику. В связи с этим, в рамках Курса предусматривается использование программ – имитаторов космического полёта для ПК, наглядно и доступно демонстрирующих основные принципы, лежащие в основе современной ракетно-космической техники.

В связи с этим, занятия должны проводиться в компьютерных классах, оборудованных достаточным количеством персональных компьютеров (из расчёта не менее 1 ПК на 3 учащихся), оснащённым соответствующим программным и аппаратным обеспечением.

Компьютерный класс должен быть оборудован проектором или интерактивной доской, подключённой к ПК преподавателя. Все персональные компьютеры должны отвечать следующим требованиям:

- ОС: Windows 7 и выше, 64 бита
- Процессор: Core i3 2100 или лучше
- ОЗУ: 4 Гб или больше
- Видеокарта: любая с поддержкой SM4 (не старше 2010 г.), 1 Гб VRAM
- Жёсткий диск: не менее 20 GB свободного места
- Желательно: манипулятор типа «джойстик» (реком. Defender Cobra)
- Желательно: наличие ЛВС
- Учебное ПО:
  - \* Microsoft PowerPoint 2007 (или выше)
  - \* Имитатор галактики Universe Sandbox
  - \* Имитатор планетного исследования Space Engine

\* Имитатор космического полёта Kerbal Space Program

\* Демонстрационное ПО для обеспечения показа экрана по сети

### **Структура занятий**

Занятия состоят из теоретической и практической частей. В рамках теоретической части учащимся в лекционной форме, сопровождаемой показом слайдов и дискуссионными элементами, преподаётся основной материал занятия. Также производится проверка домашнего задания, выслушиваются доклады, даются ответы на возникающие вопросы. Длительность каждого занятия – 2 академических часа. Занятия проводятся один раз в неделю.

После вводной теоретической части учащимся предлагается экспериментально подтвердить сказанное в программах-симуляторах, отработав соответствующий навык. К примеру, в случае с законами Кеплера – запустив в программе-имитаторе собственный космический аппарат, вывести его на требуемую траекторию, аккуратно управляя тягой двигателей ракеты-носителя для достижения нужной скорости. В процессе учащийся лично наблюдает в динамике, как будет изменяться вид траектории с изменением скорости, получая возможность собственноручно подтвердить правильность известных закономерностей и понять, почему явление имеет именно такой вид.

### **Учебные группы**

Учащиеся разбиваются на группы по 2-4 человека, называемые «учебные экипажи». Подобное деление преследует несколько целей:

а) развитие навыка командной работы и совместного решения задач, привитие каждому из членов экипажа персональной ответственности путём демонстрации существенности его вклада в общее дело

б) привнесение в обучение соревновательного элемента, с возможностью для экипажей получить более высокий ранг путём старательного

выполнения основных или дополнительных (предлагаемых по желанию) учебных заданий

в) мотивация к более глубокому изучению каждым из учащихся «своей» области курса. Назначенный в экипаже навигатором будет более заинтересован в изучении небесной механики, назначенный бортинженером - в технической части осуществления полёта, и т.п.

Деление по возрастным группам не производится.

### **Оценивание учащихся**

Для оценивания меры усвоения учебного курса и выработки навыков, предлагается использовать систему ранжирования учебных экипажей по успешности выполнения учебных заданий курса. За каждое выполненное задание экипаж (целиком) получает определённое количество баллов, от 1 до 3, в зависимости от качества выполнения. Оценка плюсуется к общему количеству баллов, ранее заработанных экипажем. Особо отличившиеся учащиеся также могут быть за индивидуальные достижения премированы дополнительными баллами. Отрицательных оценок за любой результат выполнения заданий не ставится – однако, баллы могут быть сняты за нарушение норм поведения.

Учащиеся регулярно имеют доступ к общей статистике успеваемости, подаваемой в качестве «ранга» учебного экипажа в общем зачёте. Учащимся, получившим самый высокий «ранг», по завершении обучения вручаются грамоты от АО «ВПК «НПО Машиностроения» об окончании курса с отличием, а также выдаётся именная рекомендация для поступления на Аэрокосмический факультет МГТУ им. Н.Э. Баумана. Прочие учащиеся получают обыкновенное свидетельство об окончании курса.

Для того, чтобы заработать дополнительные баллы, учащимся предоставляется возможность по мере занятий выполнять задания повышенной сложности, а также проводить дома дополнительные научные и исследовательские работы по предлагаемым темам. Выполнение этих

заданий не является обязательным, но позитивно оценивается даже в случае неудачных попыток, поскольку дополнительно стимулирует учащегося к самостоятельному углублению знаний по тематике Курса.

В качестве форм аттестации предусматривается проведение опросов, учебных отчётов, проверочных и творческих работ. В качестве формы отслеживания и фиксации результатов предусматривается видеозапись, грамоты, дипломы, портфолио, фото. В качестве форм предъявления и демонстрации образовательных результатов предусматривается выставка, демонстрация моделей, защита творческих работ, конкурс, контрольная работа, научно-практическая конференция, открытое занятие, итоговый отчёт.

# Итоги курса

---

В результате прохождения Курса, учащийся овладеет следующими компетенциями:

- 1) Различение основных небесных тел, сбор научной информации о небесном теле и составление краткой характеристики космического объекта.
- 2) Моделирование движения небесных тел в планетарных системах.
- 3) Расчёт орбит и прогнозирование траекторий движения КА на имитаторе космического полёта.
- 4) Выведение искусственного спутника Земли на желаемую орбиту с использованием имитатора космического полёта.
- 5) Оценка возможностей КА и умение контроля ограниченных топливно-энергетических ресурсов КА.
- 6) Осуществление маневрирования в ближнем космосе, изменение орбиты искусственного спутника Земли.
- 7) Сведение КА с орбиты, вход в атмосферу, посадка на сушу и в океан на имитаторе космического полёта.
- 8) Выведение КА на траекторию удаления от Земли, управление полётом автоматической космической станции к Луне по одноимпульсной схеме на имитаторе космического полёта.
- 9) Осуществление облёта Луны с возвратом на Землю на имитаторе космического полёта.
- 10) Проведение полёта к Луне по многоимпульсной схеме, осуществление посадки на Луну на имитаторе космического полёта.
- 11) Взлёт с поверхности Луны и выход на траекторию возврата на имитаторе космического полёта.
- 12) Использование «гравитационной пращи» для отправки КА к отдалённым планетам.
- 13) Осуществление стыковки КА на околоземной орбите в ручном режиме на имитаторе космического полёта.
- 14) Расчёт и проектирование контурной схемы простейших КА и ракетоносителей с подтверждением их реализуемости на имитаторе космического полёта.
- 15) Осуществление на имитаторе космического полёта межпланетной экспедиции к одной из планет Солнечной системы.

# Учебный план

Курс предполагает знакомство учащихся со следующим набором тем:

№	Название раздела	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
<b>1</b>	<b>Вводное занятие. Инструктаж по безопасности. Знакомство с учащимися. Что такое космонавтика?</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Опрос</b>
<b>I</b>	<b>Устройство Вселенной</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
2	Устройство Солнечной системы и Вселенной	3	2	1	Сам. раб.
3	Основные классы и типы космических объектов	2	1	1	Сам. раб. с докладом
4	Строение и характеристики планет, звёзд и иных небесных тел	2	1	1	Сам. раб. с докладом
5	Проверочное занятие	1	0	1	
<b>II</b>	<b>Орбитальное движение</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
6	Устройство Солнечной системы и Вселенной	4	2	2	
7	Траектории и орбиты, понятие гравитации	3	1	2	Сам. раб.
8	Виды и характеристики орбит	3	1	2	Сам. раб.
9	Этапы космического полёта	2	1	1	Сам. раб.
10	Открытое занятие. Лекция декана АКФ МГТУ им. Н.Э. Баумана Симоньянца Р.П. «Роль инженера в освоении космического пространства. Инженерная подготовка на АКФ».	2	2	0	Опрос
11	Основные вехи истории космонавтики	4	3	1	

12	Проверочное занятие	2	0	2	
<b>III</b>	<b>Средства выведения космических аппаратов</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	
13	Формула Циолковского, причина использования многоступенчатых ракетносителей	4	2	2	Опрос
14	Энергетика ракетносителей и КА, виды двигателей и топлива	2	1	1	Опрос
15	Устройство ракетносителей и КА, особенности их проектирования	3	1	2	Сам. раб.
16	Стабилизация и навигация КА	1	1	1	
17	Открытое занятие. Экскурсия в музей АО «ВПК «НПО машиностроения».	2	1	1	Опрос
18	Проверочное занятие	1	0	1	
<b>IV</b>	<b>Космический полёт</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	
19	Законы Кеплера, основы небесной механики, понятие космической скорости	4	2	2	
20	Одноимпульсная и многоимпульсная схемы перелёта, понятие сфер влияния небесных тел	3	1	2	Опрос, сам. раб.
21	Особенности межпланетного перелёта, расчёт «окон запуска»	5	2	3	Сам. раб.
22	Стыковка КА, космические станции	4	2	2	Сам. раб.
23	Проверочное занятие	2	0	2	
<b>V</b>	<b>История и Будущее космонавтики</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	

24	Аппараты для изучения других планет, орбитальные аппараты, планетоходы, особенности долговременных космических миссий	3	2	1	Опрос
25	Путешествия на околосветовых скоростях, релятивистские эффекты	2	2	0	Опрос
26	Перспективы космонавтики, ближайшие цели космических экспедиций	2	2	0	Опрос
27	<b>Открытое занятие. Проведение заключительного испытания. Демонстрация навыков.</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

# Содержание учебного плана

Каждый из блоков занятий заканчивается проверочным занятием, позволяющим оценивать уровень освоения материала учащимися. Также каждое занятие предполагает ответы на возникшие за время его подготовки вопросы учащихся и проведение самостоятельных работ для контроля успеваемости.

Ниже приведены рекомендованные структурные единицы:

## Раздел 1: «Устройство Вселенной»

<b>№</b>	<b>Тематика занятия:</b>	<b>Теоретическая часть:</b>	<b>Практическая часть:</b>
1	Вводное занятие. Инструктаж по безопасности. Знакомство с учащимися. Что такое космонавтика?	Безопасность. Ознакомление со строением и составом солнечной системы. Солнце. Планеты земной группы. Планеты-гиганты. Галактики и Вселенная. Большой Взрыв.	Изучение состава Солнечной системы на имитаторе галактики. Детальное изучение условий на поверхности планет. Задание «Терраформирование Марса».
2	Устройство Солнечной системы и Вселенной	Планетарные системы. Планеты. Спутники планет. Астероиды. Кометы. Звёзды. Чёрные дыры.	Изучение внешнего вида космических тел при помощи имитатора планетного исследования.
3	Основные классы и типы космических объектов	Галактики. Звёздные скопления. Туманности.	Изучение на имитаторе планетного исследования внешнего вида космических тел.
4	Строение и характеристики планет, звёзд и иных небесных тел	Строение Земли. Строение планет в зависимости от состава. Состав и строение звёзд. Эволюция звёзд. Характеристики планет. Состав иных небесных тел.	Изучение параметров космических тел на имитаторе галактики. Задание «Зарождение жизни». Задание «Старение Солнца».
5	Проверочное занятие	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Отработка навыков использования имитатора космического полёта на тестовом задании по выводу космического аппарата на заданную орбиту.

## Раздел 2: «Орбитальное движение»

<b>№</b>	<b>Тематика занятия:</b>	<b>Теоретическая часть:</b>	<b>Практическая часть:</b>
6	Устройство Солнечной системы и Вселенной	Понятие о траектории. Движение по траектории. Понятие орбиты. Орбиты Земли и Луны. Орбиты комет и астероидов. Устойчивость орбиты.	Моделирование на имитаторе галактики различных орбит. Исследование движения комет и спутников планет. Задания «Запуск кометы». Задание «Заменяем Луну».
7	Траектории и орбиты, понятие гравитации	Понятие о гравитации. Действие гравитации на тела. Опыт Галилея. Гравитационный колодец. Гравитация чёрных дыр. Горизонт событий.	Повторение опыта Галилея. Проведение опыта с раскручиваемой на нити массой. Демонстрация опыта с резиновой мембраной. Моделирование с использованием имитатора планетного исследования процессов падения в чёрную дыру.
8	Виды и характеристики орбит	Классификация орбит. Параметры орбиты. Виды орбит. Использование орбит и вывод аппарата на орбиту. Космический мусор.	-
9	Этапы космического полёта	Понятие космического полёта. Участки атмосферы. Понятие циклограммы. Стартовый комплекс. Орбитальный и суборбитальный полёт. Повторный вход в атмосферу и посадка.	Выведение искусственного спутника Земли на желаемую орбиту с использованием имитатора космического полёта. Тренировочные полёты. Освоение обязанностей экипажа.
10	Открытое занятие. Лекция декана АКФ МГТУ им. Н.Э. Баумана Симоньянца Р.П. «Роль инженера в освоении космического пространства. Инженерная подготовка на АКФ».	Лекция приглашённого гостя, декана АКФ МГТУ им. Н.Э. Баумана Симоньянца Р.П.	Общение приглашённого гостя с учащимися.
11	Основные вехи истории космонавтики	Предпосылки освоения космоса. Запуск первого спутника. Первое животное в космосе. Исследование Луны. Первый человек в космосе. Выход в открытый космос. Первая	Заслушивание докладов учащихся.

		стыковка. Первые космические станции. Автоматические лунные станции. Доставка грунта Луны. Высадка человека на Луну. Запуск зондов в дальний космос. Миссии к другим планетам. Исследование небесных тел. Космические телескопы.	
12	Оценка качества усвоения и закрепление пройденного материала	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Отработка навыков использования имитатора космического полёта на тестовом задании по выводу космического аппарата на заданную орбиту.

### **Раздел 3: «Средства выведения космических аппаратов»**

<b>№</b>	<b>Тематика занятия:</b>	<b>Теоретическая часть:</b>	<b>Практическая часть:</b>
13	Формула Циолковского, причина использования многоступенчатых ракетносителей	Реактивное движение. Формула Циолковского – наглядно и с моделированием. Ракетноситель. Ступени ракеты. Разделение ступеней. Схемы соединения ступеней.	Эксперимент с воздушным шариком – демонстрация примера реактивного движения.
14	Энергетика ракетносителей и КА, виды двигателей и топлива	Обзор видов топлива и классификация ракетносителей на данном основании. Виды топлива и их отличия. Понятие об окислителе и горючем. Однокомпонентные и многокомпонентные топлива. Жидкостные, твердотопливные и нехимические ракетные двигатели (ядерные и электрические). Устройство двигателей.	Запуск в имитаторе космического полёта ракетносителей с различной конфигурацией ступеней. Задание «Испытание двигателей».
15	Устройство ракетносителей и КА, особенности их проектирования (начало)	Классификация ракет и предъявляемые к ним требования. Разделение на отсеки. Особенности проектирования баков и	Сборка разработанной на предыдущем занятии конфигурации ракеты-носителя и испытание её в имитаторе космического

		подача топлива.	полёта. Задание «Испытательный запуск ракетоносителя».
16	Устройство ракетоносителей и КА, особенности их проектирования (окончание)	Силовые элементы ракеты. Системы управления и органы управления. Системы аварийного спасения. Теплозащита. Резервирование.	Устранение дефектов разработанной конструкции. Запуск ракетоносителя в имитаторе космического полёта. Установка на ракетоноситель полезной нагрузки и вывод её на указанную орбиту.
17	Стабилизация и навигация КА	Управление движением в атмосфере и космосе. Понятие системы стабилизации. Газодинамические рули. Струйные сопла и двигатели ориентации. Стабилизация в открытом космосе. Маховики. Способы навигации в космосе.	Выполнение на имитаторе космического полёта задания по доработке конструкции неустойчивого в полёте ракетоносителя. Упражнение «Ручная стабилизация КА».
18	Оценка качества усвоения и закрепление пройденного материала и	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Проверка овладения материала на тестовом задании по конструированию и выводу космического аппарата на заданную орбиту с заданными условиями. Осуществление маневрирования в ближнем космосе, изменение орбиты искусственного спутника Земли

#### **Раздел 4: «Космический полёт» (7 занятий)**

<b>№</b>	<b>Тематика занятия:</b>	<b>Теоретическая часть:</b>	<b>Практическая часть:</b>
19	Законы Кеплера, основы небесной механики, понятие космической скорости	История зарождения небесной механики. Изучение движения небесных тел. Законы Ньютона. Законы Кеплера, элементы орбиты. Механическое движение. Понятие космической скорости. Значение I...IV космической скорости для Земли. Системы координат. Понятие орбитальной скорости. Характеристическая скорость орбитального манёвра (дельта-V).	Практическое исследование законов Кеплера на имитаторе космического полёта. Упражнение «Параболическая траектория». Определение кеплеровых элементов заданной орбиты. Определение кеплеровых элементов различных орбит. Практическое определение величины космической скорости.

20	Одноимпульсная и многоимпульсная схемы перелёта, понятие сфер влияния небесных тел	Переход между орбитами. Гомановская траектория. Эффективность перелёта. Полёт по параболической траектории. Использование «гравитационной пращи». Понятие сфер влияния небесных тел.	Выведение на имитаторе космического полёта находящегося на орбите КА на траекторию удаления от Земли. Осуществление полёта к Луне с возвратом на Землю. Проведение на имитаторе космического полёта миссии по запуску КА к внешним планетам Солнечной системы с использованием эффекта «гравитационной пращи». Осуществление учебного межпланетного перелёта при фиксированных условиях запуска.
21	Особенности межпланетного перелёта, расчёт «окон запуска»	Понятие окна запуска. Расчёт окон запуска. Особенности управления космическими аппаратами на больших расстояниях. Коррекция маршрута. Энергосбережение на борту космического аппарата.	На имитаторе космического полёта осуществление перелёта к Луне космического аппарата по двухимпульсной схеме. Окно пуска самостоятельно рассчитывается учащимися. Осуществление посадки на Луну.
22	Стыковка КА, космические станции	Принципы орбитального маневрирования космических аппаратов для стыковки. Режимы стыковки. Виды стыковочных узлов. Принципы конструирования и особенности космических станций. Устойчивость и колебания космических станций.	Проведение на имитаторе космического полёта стыковки в ручном режиме двух космических аппаратов.
23	Оценка качества усвоения и закрепление пройденного материала	Произвольный оцениваемый опрос учащихся в форме соревнования между учебными экипажами.	Проверка владения материалом Курса путём выполнения тестовой учебной миссии, включающей самостоятельное выполнение практической части занятия 18 или 19 по выбору учащихся.

**Раздел 5: «Будущее космонавтики» (4 занятия)**

<b>№</b>	<b>Тематика занятия:</b>	<b>Теоретическая часть:</b>	<b>Практическая часть:</b>
24	Аппараты для изучения других планет, орбитальные аппараты, планетоходы, особенности долговременных космических миссий	Достоинства и недостатки пилотируемых и беспилотных экспедиций. Виды беспилотных космических аппаратов. Планетоходы. Орбитальные аппараты. Посадочные модули. Надёжность и время жизни космических аппаратов. Поддержание работоспособности.	Осуществление на имитаторе космического полёта учебной миссии, предполагающей посадку на Луну и взлёт с неё с дальнейшим возвращением спускаемого аппарата на Землю.
25	Путешествия на околосветовых скоростях, релятивистские эффекты	Следствия и выводы Теории относительности в применении к космическим путешествиям. Оценка ресурсов, необходимых для разгона до околосветовых скоростей. Релятивистские эффекты. Парадоксы. Обзор научных теорий сверхсветовых путешествий.	Продолжение практического занятия 22.
26	Перспективы космонавтики, ближайшие цели космических экспедиций	Цели космических экспедиций. Открытия, совершённые благодаря космосу. Перспективы пилотируемых и беспилотных программ. Планируемые межпланетные экспедиции. Освоение других планет. Долговременные планетарные базы.	Проведение на имитаторе космического полёта межпланетной экспедиции к одной из планет Солнечной системы по выбору учащегося.
27	Подведение итогов, итоговое оценивание результатов учащихся	Проведение опроса учащихся, подведение итогов курса.	Проведение заключительного испытания по выбору учащихся – осуществление учебной миссии по полёту на Луну с посадкой и возвращением, либо осуществление межпланетного перелёта, либо осуществление ручной стыковки.

Последнее занятие также включает подведение итогов успеваемости и награждение учащихся согласно результатам ранжирования учебных экипажей.

# Список литературы

---

- 1) "60 лет самоотверженного труда во имя мира". М.: ФГУП «НПО машиностроения», 2004
- 2) Кузьмин Р.О., Галкин И.Н. Как устроен Марс. М.: Знание, 1989
- 3) Засов А.В., Постнов К.А. Курс общей астрофизики (2-е изд.: Фрязино: Век 2, 2011)
- 4) Harrison E. Cosmology: The Science of the Universe (2nd ed.: Cambridge University Press, 2000)
- 5) Рубин С.Г. Устройство нашей Вселенной (2-е изд.: Фрязино: Век 2, 2008)
- 6) Порваткин Н.С. Тернистый путь космонавта-испытателя. 20 лет в отряде космонавтов. М.: Вече, 2007
- 7) Севастьянов В.И. Дневник над облаками. М.: Издательство «Правда», 1977
- 8) Филин В.М. Воспоминания о Лунном корабле. М.: Изд-во «Культура», 1992
- 9) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Книга 1. М.: Машиностроение, 1999
- 10) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Фили - Подлипки - Тюратам. Книга 2. М.: Машиностроение, 1999
- 11) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Горячие дни холодной войны. Книга 3. М.: Машиностроение, 1999
- 12) Черток Б.Е. Ракеты и люди. Лунная гонка. Книга 4. М.: Машиностроение, 1999
- 13) Крикун Ю.Ю. Шаг к космодрому: Дневник кандидата в космический полет. К.: Час, 1991
- 14) Соколов В.С. Огнепоклонники. СПб.: Политехника, 1996
- 15) Яздовский В.И. На тропях Вселенной. М.: Фирма «Слово», 1996
- 16) Афанасьев И.Б. Неизвестные корабли. М.: Знание, 1991
- 17) Афанасьев И.Б., Лавренов А.Н. «Большой космический клуб». М.: ИД «Новости космонавтики», Изд-во «РТСофт», 2006
- 18) Бубнов И. Я., Каманин Л. Н. Орбитальные космические станции. М.: Воениздат, 1964

- 19) Гапонов В.А., Железняков А.Б. Станция «Мир»: от триумфа до.... СПб.: Изд-во "Система", 2006
- 20) Каманин Н.П., Ребров М.Ф. Экспериментальная космическая станция на орбите. М.: Молодая гвардия, 1969
- 21) Парфёнов В.А. Возвращение из космоса. М.: Воениздат, 1961
- 22) Победоносцев Ю.А. Искусственный спутник Земли. М.: Знание, 1957
- 23) Попов Е.И. Спускаемые аппараты. М.: Знание, 1985
- 24) Филин В.М. Воспоминания о Лунном корабле. М.: Изд-во «Культура», 1992
- 25) Шевченко В.В. Лунная база. М.: Знание, 1991
- 26) Глушко В.П. Ракетные двигатели ГДЛ-ОКБ. М.: АПН, 1975
- 27) Афанасьев И.Б. Р-12 «Сандаловое дерево». М.: ЭксПринт НВ, 1997
- 28) Баевский А.В. Космические автоматические аппараты США для изучения Луны и окололунного пространства (1958-1968). М.:ВИНИТИ, 1971
- 29) Голованов Я.К. Архитектура невесомости. М.: Машиностроение, 1978