

Министерство просвещения Российской Федерации

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением
отдельных предметов №3»

VIII Международный конкурс исследовательских работ школьников

"Research start" 2025/26

Направление: естественно-научные дисциплины

Исследовательская работа

Моделирование космического полета Юрия Гагарина

Выполнил: Жуланов Андрей Алексеевич,
ученик 11 класса, МАОУ «СОШ с УИОП № 3»
Пермский край, МО город Березники

Руководитель: Жуланова С.В.
учитель информатики,
высшей квалификационной категории
МАОУ «СОШ с УИОП № 3»

Оглавление

Введение	3
Основная часть.....	5
Теоретическая часть	5
Глава 1 История освоения космоса	5
Глава 2 Устройство космической ракеты	8
2.1. Строение ракеты	8
2.2. Ракетные двигатели.....	10
Глава 3 Физические законы, поясняющие принципа работы ракеты.....	12
Глава 4 Параметры полета Юрия Гагарина.....	14
Практическая часть	16
Глава 5. Моделирование космического полета Юрия Гагарина	16
5.1. Выбор компьютерного симулятора для моделирования.....	16
5.2. Моделирование полета с помощью компьютерного симулятора Kerbal Space Program.....	20
Заключение.....	21
Список использованных источников информации.....	24
Приложение 1	26

Введение

Освоение космоса расширяет границы человеческих возможностей и вдохновляет на новые открытия. Поиск внеземной жизни, изучение других планет и звездных систем стимулирует научный прогресс и позволяет нам взглянуть на мир с новой перспективы. Космические миссии являются символом человеческого стремления к познанию и преодолению границ.

Развитие компьютерного моделирования открывает новые возможности для физики. Оно позволяет решать задачи, которые ранее были недоступны для экспериментального или теоретического исследования. Моделирование космического полета очень важно, поскольку оно позволяет предвидеть и решать потенциальные проблемы до того, как они возникнут в реальной миссии. Это включает в себя разработку и испытание сложных алгоритмов управления, навигации и связи, а также оценку влияния различных факторов, таких как солнечная радиация, гравитационные аномалии и отказы оборудования.

Кроме того, моделирование позволяет нам окунуться в исторические события, например, первый полет человека в космос. И это уже не просто сухое изучение фактов, а возможность пережить, пусть и виртуально, тот исторический момент, когда человечество впервые вырвалось за пределы земной атмосферы.

На просторах интернета можно увидеть много реконструкций моделей полета Гагарина. От простых симуляторов, воссоздающих кабину «Востока-1», до сложных 3D-моделей, позволяющих виртуально пережить те самые 108 минут. Многие реконструкции основаны на исторических документах, записях переговоров и воспоминаниях очевидцев. Разработчики стараются максимально точно воссоздать все детали полета, от подготовки к старту до приземления.

Моделирование полета Гагарина – это не просто развлечение, это возможность прикоснуться к легенде, почувствовать себя первопроходцем космоса, что требует кропотливой работы и глубокого понимания всех аспектов космической программы «Восток».

В знак уважения к первому космонавту и его заслугам в освоении космоса, мы предприняли попытку воссоздать полет Гагарина. Таким образом, мы стремимся сохранить память о его героическом поступке и мотивировать молодое поколение к достижению новых вершин.

Цель работы: создание модели космического полета Юрия Гагарина.

Для достижения цели были определены следующие **задачи**:

1. познакомиться с историей освоения космоса;
2. ознакомиться с устройством космической ракеты;
3. изучить законы физики, которым должна подчиняться ракета при взлете, полете, посадки;
4. изучить условия космического полёта Юрия Гагарина;
5. построить модель полета космического аппарата Восток-1.

Объектом исследования является физика космического полета.

Предмет исследования моделирование космического полета с помощью компьютерного симулятора Kerbal Space Program.

Гипотеза: если использовать компьютерный симулятор, можно построить реалистическую модель космического полета.

Методы исследования: анализ литературы, аналитический, информационный, компьютерное имитационное моделирование.

При написании работы были использованы интернет источники по небесной механике и космической навигации, процессу моделирования и компьютерным симуляторам.

Практическая значимость работы велика, так как имеет потенциал для обучения. Результаты работы будут интересны тем, кто хочет разобраться в принципах ракетостроения, орбитальной механики, космодинамики, аэродинамики, могут быть использованы на уроках физики и астрономии.

Основная часть

Теоретическая часть

Глава 1 История освоения космоса

История освоения космоса – это захватывающая летопись человеческого стремления к звездам, полная триумфов, инноваций и международного сотрудничества.

Идея многоступенчатой ракеты для космических полетов была впервые предложена в 17 веке Сирано де Бержераком в своей фантастической повести «Путешествие на Луну» (1648 год). Но многоступенчатая ракета на твёрдом топливе (предлагался порох) не годилась для космических полётов.

20 век стал периодом невероятного прорыва в освоении космоса, открыв новую эру в истории человечества. Огромный вклад в теоретическую основу космических полетов внесли российские ученые, такие как Константин Циолковский, Юрий Кондратюк и Фридрих Цандер. [3]

Константина Циолковского считают основоположником современной космонавтики. В 1903 году он опубликовал первую часть научной работы «Исследование мировых пространств реактивными приборами», где доказал возможность космических полетов с помощью ракет. В дальнейшем в своих работах ученый рассчитал необходимые параметры для преодоления земного притяжения, определил космическую скорость, время полета. Константин Циолковский заложил основы жидкостного ракетного двигателя, разработал теорию многоступенчатых ракет. Им впервые теоретически была решена задача посадки космического аппарата на поверхность планет в условиях отсутствия на них атмосферы.

Юрий Кондратюк (настоящее имя Александр Шаргей) независимо от Циолковского в 1919 году вывел основное уравнение движения ракеты и предложил схему четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе. Он предложил использовать сопротивление атмосферы для торможения ракеты при спуске с целью экономии топлива. Его расчеты траектории полета к Луне были использованы NASA в программе "Аполлон".

Фридрих Цандер занимался вопросами жизнеобеспечения в космосе, предлагая выращивать растения на борту корабля и использовать элементы конструкции в качестве топлива.

Начало космической эры ознаменовал Советский Союз, запустив 4 октября 1957 года первый искусственный спутник Земли, ПС-1 (простейший спутник-1). На 315-й секунде после старта позывные искусственного спутника услышал весь мир. Информация о запуске ПС-1 стала мировой сенсацией, русское слово «спутник» вошло в словари. Спутник ПС-1 летал 92 дня, до 4 января 1958 года, совершил 1440 оборотов вокруг Земли. Это событие стало отправной точкой для стремительного развития космонавтики. Вскоре, 3 ноября 1957 года, в космос был отправлен второй спутник с собакой Лайкой на борту, которая стала первым животным-космонавтом, выведенным на орбиту Земли.

19 августа 1960 года собаки Белка и Стрелка совершили успешный орбитальный полет и благополучно вернулись на Землю. Полет был совершен на корабле «Спутник-5». Катапультируемый контейнер, в котором находились собаки, был одним из вариантов контейнера, разработанного для будущих полетов человека.

12 апреля 1961 года Юрий Гагарин стал первым человеком, совершившим полет в космос, облетев Землю. Этот полет стал триумфом советской науки и техники, открыв дорогу для пилотируемых космических полетов. За Гагариным последовали Герман Титов, ставший вторым человеком в космосе, и Валентина Терешкова, первая женщина-космонавт.

В 1960-е годы началась "космическая гонка" между СССР и США, в которой обе страны стремились к достижению новых высот в освоении космоса. Советский Союз сосредоточился на создании орбитальных станций, а США поставили целью высадку человека на Луну.

21 июля 1969 года американские астронавты Нил Армстронг и Эдвин Олдрин ступили на поверхность Луны, что стало величайшим достижением в истории космонавтики.

Несмотря на "космическую гонку", сотрудничество между странами в освоении космоса постепенно расширялось. В 1975 году состоялся совместный советско-американский полет "Союз-Аполлон", символизировавший окончание периода конфронтации и начало эры международного сотрудничества в космосе.

В последующие десятилетия были созданы многоразовые космические корабли, такие как «Союз», «Прогресс» в России, "Шаттл" в США, международная космическая станция (МКС).

Сегодня освоение космоса продолжается, открывая новые горизонты для исследований и международного сотрудничества.

Глава 2 Устройство космической ракеты

2.1. Строение ракеты

Ракета — это летательный аппарат, движущийся под действием реактивной силы (тяги), возникающей при отбрасывании массы сгорающего ракетного топлива (рабочего тела), являющегося частью собственной массы ракеты [5].

Ракета (рис.1) состоит из двигательной установки (одного или нескольких двигателей и топливного отсека), полезной нагрузки и некоторых вспомогательных систем и механизмов (система подачи топлива, электрооборудование, рулевые приводы и другое). Большинство ракет оборудованы системой управления, которая обеспечивает полёт ракеты по требуемой траектории, сохранение устойчивости движения. Основные силовые элементы конструкции ракеты выполняются в виде тонкостенных оболочек из высокопрочных сплавов и композиционных материалов.

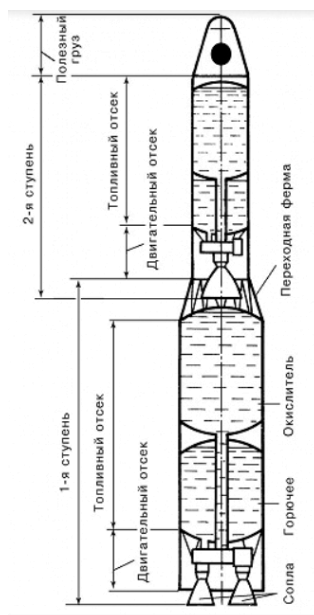


Рисунок 1. Схема составной ракеты с поперечным делением.

Каждая ракета разрабатывается с учетом конкретной задачи, будь то доставка людей в космос или запуск спутников для исследования других планет. Одноступенчатая ракета практически не способна обеспечить скорость, необходимую для достижения межконтинентальной дальности и осуществления космического полёта. Ракеты, предназначенные для полета в космос, часто состоят из нескольких ступеней. Каждая ступень ракеты представляет собой

отдельный модуль с собственным двигателем и топливом. Все ступени работают последовательно, и их задача — обеспечить ракете нужную скорость для выхода в космос [6].

1. **Первая ступень** — это основная ступень, которая обеспечивает первоначальный подъем ракеты. Она сжигает топливо и создает основную тягу для преодоления земного притяжения. Когда первая ступень расходует свое топливо, она отсоединяется и падает обратно на Землю.

2. **Вторая ступень** — после отсоединения первой ступени начинает работать вторая ступень ракеты. Она продолжает разгонять ракету и помогает ей достичь орбиты.

3. **Третья ступень** (и последующие) — если ракета предназначена для полета на дальние расстояния, то она может иметь несколько дополнительных ступеней. Каждая ступень обеспечивает необходимые маневры для выхода ракеты на орбиту или на траекторию полета к другому небесному телу.

Существует два ведущих метода соединения ступеней. Последовательный метод (ракеты с поперечным делением) — когда любая ступень размещена за предшествующей (рис.1). Пакетный метод (ракеты с продольным делением) — когда следующие (считаем сверху-вниз) ступени навешиваются с боковой стороны (рис. 2).

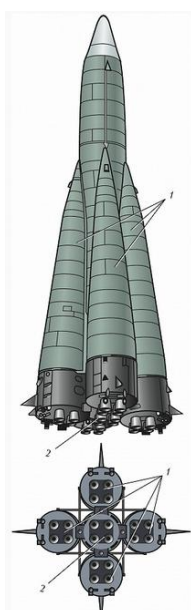


Рисунок 2. Схема составной ракеты с продольным делением: 1 — четыре боковых ракетных блока; 2 — центральный ракетный блок (вторая ступень).

Из таблицы 1 видно, что в каждом способе соединения ступеней есть плюсы и минусы.

Таблица 1.

Плюсы и минусы методов соединения ступеней

Название	Последовательный метод	Пакетный метод
Плюсы	<ol style="list-style-type: none"> 1. ракета выходит «стройная», с очень низким аэродинамическим сопротивлением; 2. разделение ступеней всегда происходит безопасно. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ракета выходит компактная и достаточно устойчивая; гораздо больше вариантов сборки: пять ступеней радиальной симметрии и любые сочетания двигателей к вашим услугам; 2. можно одновременно использовать двигатели нескольких ступеней сразу; 3. можно отделять баки ступени по частям, по мере расходования топлива.
Минусы	<ol style="list-style-type: none"> 1. ракета часто получается высокой и гибкой, что осложняет управление; 2. компактные в сечении ступени требуют мощных двигателей. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. отделяемая ступень может повредить ракету. Возможно, даже придется использовать миниатюрные твердотопливные ускорители, чтобы этого избежать; 2. чем больше пакетных слоёв, тем хуже аэродинамические показатели ракеты, а значит придется сжечь больше топлива при взлёте.

2.2. Ракетные двигатели

Ракетный двигатель — реактивный двигатель, не использующий для своей работы из окружающей среды ни энергию, ни рабочее тело. Таким образом, это — установка, имеющая источник энергий и запас рабочего тела и предназначенная для получения тяги путем преобразования любого вида энергий в кинетическую энергию рабочего тела [11]. Ракетный двигатель — единственный практически освоенный способ вывода полезной нагрузки на орбиту вокруг Земли.



Рисунок 3. Ракетный двигатель.

Существует несколько типов ракетных двигателей, каждый из которых используется в зависимости от конкретной задачи и требуемой мощности.

1. **Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД)** — это наиболее распространенный тип двигателей. В таких двигателях топливо и окислитель находятся в жидкой форме. Они сгорают в камере сгорания, образуя горячие газы, которые выбрасываются через сопло. Пример такого двигателя — двигатель ракеты «Сатурн-5», который использовался для полетов на Луну.

2. **Твердотопливные двигатели** — используют твердый топливный заряд, который сгорает при подаче кислорода. Эти двигатели легче и проще, чем жидкостные, и часто используются для запусков ракет с небольшой полезной нагрузкой или для дополнительного разгона.

3. **Гибридные двигатели** — используют как жидкое, так и твердое топливо. Эти двигатели комбинируют преимущества двух типов и применяются в некоторых космических проектах.

В перспективе ракетных технологий предполагается использование ядерных или ионных двигателей, что сможет значительно повысить эффективность и дальность полетов. Эти технологии могут быть ключевыми для будущих миссий на Марс, к астероидам или даже к экзопланетам.

Глава 3 Физические законы, поясняющие принципа работы ракеты

Принцип работы ракеты (реактивного движения) объясняется с помощью физических законов, связанных с законами Ньютона, законом сохранения импульса, газовой динамикой и термодинамикой [1].

Второй закон Ньютона объясняет, что сила движущегося тела зависит от его массы и ускорения (изменения скорости движения). Получается, по второму закону Ньютона, чтобы создать ракету большой мощности, нужно, чтобы она постоянно выпускала большое количество высокоскоростной энергии. В обычной форме второй закон Ньютона неприменим для описания движения ракеты, так как её масса непрерывно изменяется в процессе движения. Для описания движения ракеты используют второй закон Ньютона в импульсной форме с учётом реактивной силы (1) - (2).

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} * \Delta t \quad (1)$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (2)$$

где $\vec{F} * \Delta t$ – импульс силы, $\vec{p} = m * \vec{v}$ – импульс тела

Основой является **третий закон Ньютона**: действие равно противодействию (3).

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad (3)$$

Ракета выбрасывает из сопла с большой скоростью продукты сгорания топлива (газ). Это действие порождает реакцию – силу тяги, которая толкает ракету в противоположном направлении. Чем больше масса выбрасываемого газа и чем выше скорость его истечения, тем больше сила тяги.

Закон сохранения импульса также играет ключевую роль. Полный импульс системы «ракета + продукты сгорания» остается постоянным. Когда ракета выбрасывает газ, она приобретает импульс в противоположном направлении, компенсируя импульс газа.

Реактивное движение – следствие закона сохранения импульса. Формула, описывающая реактивное движение (4):

$$v_2 = -\frac{m}{M-m} v_1 \quad (4)$$

где v_1 – скорость газов, v_2 – скорость движения ракеты, m - масса газов, M – масса ракеты

Газовая динамика описывает движение газов в сопле ракетного двигателя. Сопло имеет сужающуюся и расширяющуюся часть (сопло Лаваля). В узкой части газ разгоняется до скорости звука, а в расширяющейся – до сверхзвуковых скоростей. Это позволяет максимально эффективно использовать энергию сгорания топлива для создания тяги. При постоянной скорости истечения струи газа скорость ракеты продолжает увеличиваться — это объясняется тем, что масса самой ракеты с течением времени уменьшается, ведь расходуется топливо и окислитель.

Термодинамика описывает процессы, происходящие при сгорании топлива. В ракетном двигателе энергия топлива преобразуется в кинетическую энергию истекающих газов. Это происходит в сопле, где тепловая и потенциальная энергия продуктов сгорания преобразуется в кинетическую энергию вытекающей из сопла струи газов. В камере сгорания топливо смешивается с окислителем и воспламеняется. В результате образуются горячие газы под высоким давлением. Эти газы и выталкиваются из сопла, создавая реактивную силу. Эффективность ракетного двигателя во многом зависит от температуры и давления газов в камере сгорания. Использование более энергоемкого топлива и эффективное управление процессом сгорания позволяет увеличить тягу и, соответственно, дальность полета ракеты.

Глава 4 Параметры полета Юрия Гагарина

Первый полёт человека в космическое пространство состоялся 12 апреля 1961 года. Советский космонавт Юрий Алексеевич Гагарин стартовал на двухступенчатой ракете-носителе «Восток 8К72» с космодрома Тюра-Там (ныне полигон Байконур), сделал один виток вокруг Земли на космическом аппарате «Восток-1» (рис.4) и благополучно приземлился [2].

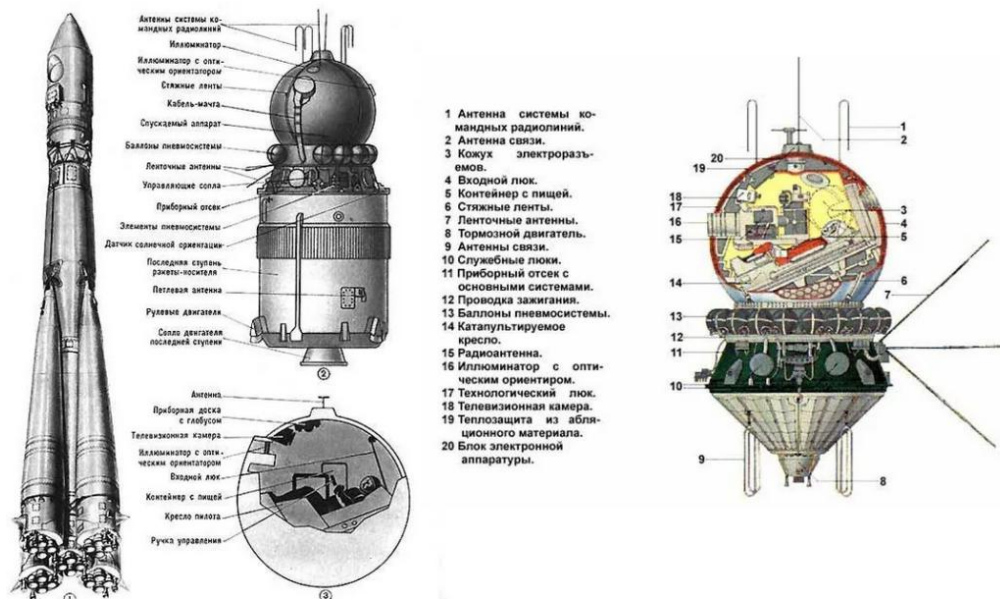


Рисунок.4 Схема ракетносителя и космического корабля Восток [7]

Корабль «Восток» весил 4730 кг, максимальный диаметр корабля -2,43 м, длина-4,4м, скорость полета- 28260 км/ч. Длительность полета – 108 минут, протяженность полета – 40868,6 км, высота перигея (ближайшая к Земле точка орбиты)- 181 км, высота апогея (наиболее удаленная к Земле точка орбиты) – 327 км, наклонение орбиты - $64^{\circ} 57'$ [4]. Хронология первого полета человека в космос приведена в таблице 2.

Таблица 2

Хронология полета Юрия Гагарина

время (часы:минуты)	параметры
09:06	Старт
09:08	Первая ступень отделена
09:18	Вторая ступень отделена, корабль выходит на орбиту
09:49	Гагарин: «Нахожусь в тени»
10:04	Гагарин: «Нахожусь в апогее»

10:09	Гагарин: «Вышел из тени Земли»
10:25	Включение тормозной двигательной установки
10:35	Капсула отделена. Вход в атмосферу
10:50	Гагарин катапультируется на высоте 7 км
10:55	Посадка Гагарина

Практическая часть

Глава 5. Моделирование космического полета Юрия Гагарина

5.1. Выбор компьютерного симулятора для моделирования

Математическое или компьютерное моделирование это мощный научный и исследовательский инструмент, позволяющий спрогнозировать работу каждого элемента управления космическим аппаратом и всей системы управления в целом, визуализировать сложные технические процессы, продемонстрировать их работу на динамических моделях и выполнить математический анализ работы технической системы с получением научно обоснованных выводов.

На просторах интернета можно найти множество программ-симуляторов, позволяющих имитировать управление каким-либо процессом, аппаратом или транспортным средством. Рассмотрим возможности четырех космических симуляторов (таб. 3): Spaceflight Simulator, Mars Horizon, Space Agency, Kerbal Space Program.

Таблица 3

Плюсы и минусы космических симуляторов

Название	Плюсы	Минусы
Spaceflight Simulator	В игре простая, но реалистичная орбитальная механика и физика полёта ракет. Мир игры представлен четырьмя планетами: Меркурием, Венерой, Землёй, Марсом, а также Солнцем и несколькими спутниками. Можно использовать ракеты игры или сделать собственную ракету. В игре есть миссии со своими сценариями и целями.	Полная версия игры стоит не очень дорого, но не всё доступно бесплатно. Плохое разрушение ракет после столкновений. Редкие обновления Отсутствие мультиплеера.
Mars Horizon	Каждую ракету можно улучшить, немного изменив один из параметров.	Невозможность переименовать название полезной нагрузки Отсутствие миссий к кометам,

	<p>Есть обязательные и дополнительные миссии, например, запустить космические телескопы, луноходы, роботов на Марс, исследовать атмосферу на Юпитере и магнитное поле Сатурна.</p> <p>Появляются случайные события, которые делают её более похожей на реальную жизнь.</p>	<p>астероидам и карликовым планетам пояса астероидов</p> <p>Однообразие мини-игр. К концу игры они начинают надоедать.</p> <p>Отсутствие развития навыков у экипажа. У каждого члена экипажа есть один постоянный навык, время выхода в отставку и зарплата.</p> <p>Схематичная графика.</p>
Space Agency	<p>Продуманный симулятор сборки, запуска и управления космическими кораблями. Режим тренировки разделён на 7 полноценных миссий и является обязательным к прохождению.</p> <p>Режим обучения, который учит простейшим и важнейшим законам физики.</p> <p>Возможность создать корабль своей мечты.</p>	<p>Простая графика.</p> <p>Слабый звук.</p> <p>Последствия малейшей ошибки, которые могут перечеркнуть двадцать минут игры.</p>
Kerbal Space Program	<p>Пространство для творчества. Под контролем игрока находится постройка ракеты, её запуск, управление, расчёт траектории.</p> <p>Реалистичность небесной механики и аэродинамики. Многие детали игры отражают сложности реальной космонавтики.</p> <p>Свобода в выборе целей. Можно самостоятельно придумывать сценарии и исследовать космос, любое место.</p> <p>Широкая поддержка модификаций. Игра постоянно улучшается и оптимизируется: изменяя</p>	<p>Некоторые задачи даже в упрощённом виде требуют знания теории.</p> <p>В игре постоянно что-то не срабатывает: детали ракеты не хотят крепиться друг к другу, после перезагрузки сохранения в ракете пропадает всё топливо.</p>

	<p>графику, физику, сложность и добавляя новые детали и целые проекты.</p> <p>Можно ускорять время.</p> <p>Есть платная и бесплатная версии.</p>	
--	--	--

Компьютерный симулятор космического моделирования Kerbal Space Program продукт компании Squad отличается подлинным реализмом, уникальностью игровой механики и физики, глубиной возможностей для творчества, увлекательностью, выразительностью графики и качественным звуком [10]. Поэтому для построения модели полета ракеты выбираем именно его.

Работая со симулятором, любой учащийся в игровой форме знакомится с основами ракетостроения и пилотирования.

Выход на орбиту условно можно разделить на три этапа:

1. Стартовый участок — отрыв и почти вертикальный подъем, для максимально быстрого прохода плотной атмосферы первых километров. Самый тяжелый этап с гравитационными и аэродинамическими потерями, так как против ракеты и атмосфера, и гравитация. Хорошо справляются с первым разгоном твердотопливные ускорители они дешевые и мощные.

2. Взлёт, подъем— длинный участок основного разгона, иногда вплоть до выхода апоцентра орбиты за пределы атмосферы. Именно тут обычно заканчивается гравитационный разворот, позволяющий минимизировать потери. Переходим к горизонтальному набору скорости. Как правило, за этот этап траектории отвечает наиболее сбалансированная ступень с каким-нибудь универсальным двигателем.

3. Скругление орбиты или доразгон — почти горизонтальный набор недостающей до орбитальной скорости. Тут крайне желателен максимально высокий удельный импульс двигателя — чтобы не тащить с собой много топлива.

В программе существует четыре способа вывести аппарат на орбиту:

1. Ручное выведение (Приложение 1). При таком способе происходит достаточная потеря топлива и появляется возможность разрушить ракету об атмосферу или потерять контроль. Из плюсов можно выделить то, что если есть возможность очень точно и аккуратно поворачивать сопла двигателей (например, джойстиком), то, натренировав руки, можно выводить ракету с меньшими затратами топлива (понижится количество потерь дельты на поворот сопел, однако выигрыш небольшой).

2. При помощи Smart A.S.S. или полетного компьютера. Этот способ выведения, всегда работает нормально и его нужно освоить в первую очередь. Ведь если автовыведение корабля начнет давать сбой, то выйти на орбиту получится только так. Плюсом этого способа является то, что изменяя способ выведения можно достигнуть меньших затрат дельты, чем в 1 и 3 способе. Вывод осуществляется посредством изменения угла наклона к горизонту и к северу. Включается сперва сам Smart A.S.S. в меню автопилота, а затем нажимаем уже в Smart A.S.S. на раздел Surface у нас появляется 3 линии (HDG - наклон относительно севера, PIT - наклон к горизонту и ROL - изменение положения вокруг продольной оси).

3. Автоматический вывод. Не гарантирует хорошую результативность по дельте и может иногда подводить и сжигать ракеты, но отлично подойдет для тех, кто давно играет, и для кого выход на орбиту-это рутина. Однако не стоит его использовать если вы не научились пользоваться 2 способом.

4. Использование kOS (скрипт, управляющий ракетой). Самый сложный из всех и самый эффективный способ. Позволяет добиться идеально круговой орбиты при минимальных топливных затратах. Для нормального запуска нужно знание математики и баллистики, ведь необходимо будет написать программу, по которой будет лететь ракета.

Kerbal Space Program позволяет моделировать, визуализировать трёхмерную виртуальную среду, отражающую реальные и моделируемые местоположение, ориентацию и состояние объектов, формировать их

трёхмерные модели, моделировать динамические схемы движения объектов относительно друг друга, а также процессы сближения и стыковки.

5.2. Моделирование полета с помощью компьютерного симулятора Kerbal Space Program

Возводить ракету легче всего сверху-вниз. Сначала нужна нагрузка, которая обязана оказаться на орбите. Вслед за тем, обтекатель и, в конце концов — ступени, в обратном порядке: разгонная-взлётная-стартовая. Необходимо учитывать, что чем труднее любая ступень, тем больше горючего и сильнее движки нужны [8].

В модели ракеты использовали продольный метод соединения ступеней, так как в ракете-носителе «Восток» первая и вторая ступени выполнены по «пакетной» схеме с продольным делением. Боковые блоки расположены симметрично вокруг центрального блока и соединены с ним двумя поясами силовых связей: верхним (силовым поясом с 4 кронштейнами) и нижним (состоящим из нескольких стержней).

Затем начались многочасовые испытания. Только с 47 раза мне удалось полностью воссоздать полет Юрия Гагарина, не потеряв ракеты и не погубив космонавта (<https://cloud.mail.ru/public/kjLi/kpKexss93>). Перепробовав все способы выведения ракеты на орбиту, я остановился на ручном, так как только при нем смог получить более правдоподобную версию полета Юрия Гагарина. Параметры ручного управления выбирались опытным путем, учитывая баллистико-навигационные условия полета ракеты.

Заключение

Цель исследования достигнута. Поставленные задачи реализованы.

Изучение теоретических аспектов исследования привело к тому, что мы смогли не только окунуться в захватывающую историю покорения космического пространства, но и обрести понимание сложных технических и физических аспектов, лежащих в основе космических полетов. Погружение в физические законы, такие как закон всемирного тяготения, законы Ньютона и принцип реактивного движения, позволило прийти к пониманию, какие колоссальные усилия требуются для преодоления земного притяжения и достижения космических скоростей. Мы также проанализировали параметры полета Юрия Гагарина, первого человека в космосе, изучив траекторию, условия, в которых находился космонавт во время исторического полета. На основе полученных знаний можно сделать следующие выводы:

- развитие ракетной техники является ключевым фактором для освоения космоса, и дальнейшие исследования в этой области необходимы для достижения новых высот в покорении космического пространства;
- изучение параметров космических полетов имеет важное значение для обеспечения безопасности космонавтов и успешного выполнения поставленных задач;
- освоение космоса — это не только научный и технологический прорыв, но и символ человеческого стремления к познанию и расширению границ возможного.

В ходе работы над практической частью был определен компьютерный симулятор для дальнейшего моделирования. Использование Kerbal Space Program позволило не только наглядно представить принципы космических полетов, но и приобрести практические навыки проектирования ракет и управления ими в виртуальной среде. Мы получили возможность экспериментировать с различными конфигурациями ракет, подбирать оптимальные параметры двигателей и систем управления, а также учитывать

влияние различных факторов, таких как атмосферное сопротивление и гравитация.

Воссоздание полета Юрия Гагарина вокруг Земли в симуляторе стало итогом практической части исследования. Мы детально проработали траекторию полета, рассчитали необходимые параметры импульса и времени работы двигателей, а также отслеживали изменение скорости и высоты ракеты в режиме реального времени. Этот опыт позволил нам глубже понять сложность и ответственность, связанные с управлением космическими аппаратами.

Чтобы продемонстрировать полет, была создана и смонтирована, с помощью видеоредактора, запись длительностью 4 минуты.

Выдвинутая в начале работы гипотеза нашла свое подтверждение. Действительно если использовать компьютерный симулятор, можно построить реалистическую модель космического полета.

Компьютерное моделирование – это не просто вспомогательный инструмент, а неотъемлемая часть современной физики, позволяющая расширить границы познания. Владение навыками компьютерного моделирования является ключевым требованием к современному физику, стремящемуся к успешной карьере в науке и технологиях.

Список использованных источников информации

1. Физика. 10 класс: учеб, для общеобразоват. учреждений / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский.-М.: Просвещение, 2007.-366 с.
2. Каманин Н.П. Скрытый космос. Т. 1 / Н.П. Каманин.— М. : Издательство «РТСофт», 2013.— 760 с - URL: <https://clck.ru/3NmAYP> (дата обращения 18.08.2025)
3. Становление и развитие отечественной космонавтики [Электронный ресурс] - URL: <https://clck.ru/3Nj9KN> (дата обращения 18.08.2025)
4. Реконструкция траектории полёта космического аппарата «Восток-1» [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/3Nj83Q> (дата обращения 18.08.2025)
5. Большая советская энциклопедия. Ракета [Электронный ресурс]: свободная энциклопедия – URL: <https://clck.ru/3NmAcU> (дата обращения 18.08.2025)
6. Как работает ракета для полета в космос? [Электронный ресурс] - URL: <https://dzen.ru/a/Z5DWDnH-rkhEU3ea> (дата обращения 18.08.2025)
7. Схема космического корабля Восток-1 [Электронный ресурс] - URL: <https://clck.ru/3DHh7a> (дата обращения 18.08.2025)
8. Теория космического полета // онлайн урок научно-исследовательского испытательного центра подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина - URL: <http://www.gctc.ru/main.php?id=295> (дата обращения 18.08.2025)
9. Wikipedia. Восток (космический корабль) [Электронный ресурс]: свободная энциклопедия – URL: <https://clck.ru/3DHiJ5> (дата обращения 18.08.2025)
10. Wikipedia. Kerbal Space Program [Электронный ресурс]: свободная энциклопедия – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Kerbal_Space_Program (дата обращения 18.08.2025)

11. Wikipedia.Ракетные двигатели [Электронный ресурс]: свободная энциклопедия – URL: <https://clck.ru/3Nj98r> (дата обращения 18.08.2025)

Некоторые параметры ручного управления в Kerbal Space Program

- **W, A, S, D, Q, E** — управление наклоном ракеты (вверх, влево, вправо, вниз) и вращением (против и по часовой стрелке соответственно);
- **T** — включить SAS (систему стабилизации);
- **F** — включить SAS (надо зажимать);
- **LShift, LCtrl** — тяга;
- **Space** — отделение/включение ступеней;
- **Caps Lock** — уменьшение импульса управления (оно делается более плавным);
- **M** — орбитальная карта;
- **C** — смена режима камеры;
- **X** — выключение двигателей;
- **G** — убрать/выдвинуть шасси;
- **Alt+L** — блокировка переключения ступеней;
- **L** — включить фонарь на шлеме Кербалнавта;
- **F2** - убрать приборную панель;
- **F5** — быстрое сохранение;
- **F9** (нажать и держать) — загрузка быстрого сохранения;
- **F3** — информация о полёте;
- **F4** — убрать маркеры других кораблей;
- **R** - включение RCS (система управления расположением корабля, очень чувствительная);
- **H, N, L, J, K, I** - управление наклоном ракеты с помощью RCS в линейном режиме (вперед, назад, вправо, влево, вверх, вниз);
- **Ctrl+Z** — отменить действие (в ангаре);
- **Ctrl+Y** — вернуть действие (в ангаре).