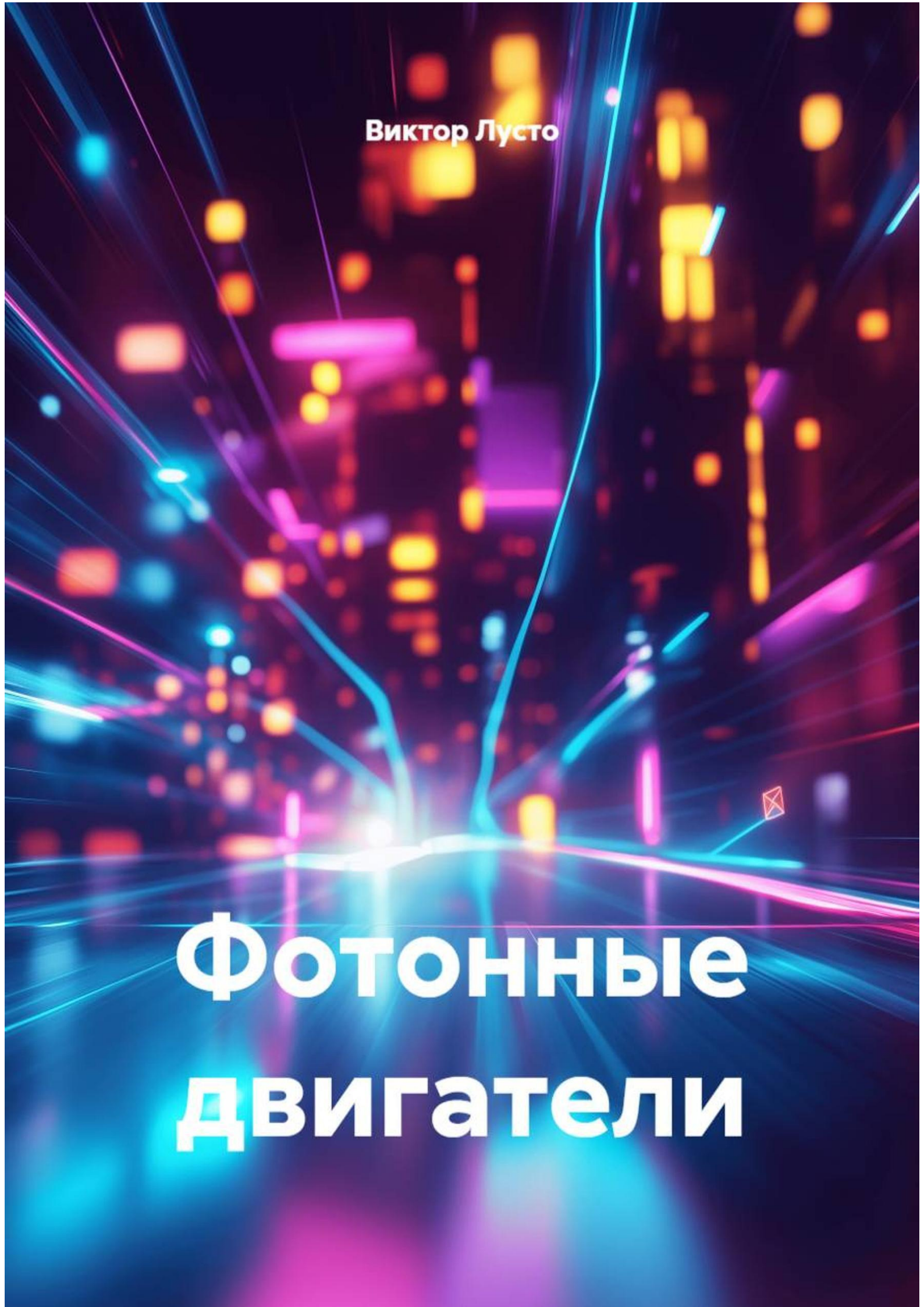




Виктор Лусто

Фотонные двигатели

Виктор Лусто

Фотонные двигатели

«Автор»

2026

Лусто В. В.

Фотонные двигатели / В. В. Лусто — «Автор», 2026

Фотонный двигатель — это гипотетический тип ракетного двигателя, который создает тягу за счет выброса направленного потока фотонов (квантов электромагнитного излучения). В отличие от традиционных химических или ионных двигателей, которые выбрасывают назад массу вещества (рабочее тело), фотонный двигатель использует в качестве «топлива» саму энергию, преобразованную в свет. В основе его работы лежит закон сохранения импульса: поскольку каждый фотон обладает собственным импульсом, излучая его в одну сторону, аппарат получает толчок в противоположную. Рассказываю о том, как России создать такой двигатель. Читайте. Это интересно!

© Лусто В. В., 2026

© Автор, 2026

Содержание

Стоимость химических ракет (текущие реалии 2025–2026 годов)	9
Конец ознакомительного фрагмента.	10

Виктор Лусто

Фотонные двигатели

Виктор Лусто

Фотонные двигатели

2026 год

Фотонный двигатель — это гипотетический тип движителя для космических аппаратов, тяга которого создается за счет истечения квантов электромагнитного излучения (фотонов). В отличие от традиционных химических или ионных двигателей, которые выбрасывают массу вещества, фотонный разгоняет корабль исключительно потоком света.

Принцип работы

В основе лежит закон сохранения импульса. Фотон обладает массой-энергией ($E = mc^2$) и, следовательно, импульсом. При излучении этого фотона в одну сторону аппарат получает реактивный импульс в противоположную.

Главная особенность такого двигателя заключается в том, что скорость истечения рабочего тела равна скорости света (300,000 км/с). Это теоретический предел скорости во Вселенной. Согласно формуле Циолковского, чем выше скорость истечения газов, тем эффективнее расходуется масса топлива. Для достижения околосветовых скоростей именно фотонная тяга является наиболее перспективной с точки зрения физики.

Основные типы концепций

Тип

Источник энергии / массы

Особенности

Фотонно-ракетный привод

Горючее на борту корабля

Энергия получается от аннигиляции материи и антиматерии или мощных ядерных реакций. Выделяющаяся энергия преобразуется в направленный луч гамма-излучения или света. Главная проблема — необходимость хранить антивещество и колоссальные затраты энергии: чтобы разогнать даже небольшой корабль до заметной доли скорости света, требуются тонны антиматерии.

Прямоточный фотонно-реактивный привод (Бассардовский двигатель)

Межзвездная среда

Корабль захватывает частицы (в основном водород) из космического пространства впереди по курсу с помощью гигантского электромагнитного «сачка», собирает их, сжимает до термоядерных температур и использует как топливо. Проблема концепции: межзвездное пространство слишком разрежено, а торможение о встречные атомы будет мешать разгону.

Внешний ускоряющий луч

Стационарный источник у Земли

Лазерный или микроволновый массив на орбите светит на парус корабля. Сам корабль не несет тяжелого реактора или горючего. Эта концепция легла в основу проектов Breakthrough Starshot (отправка микрозондов к Альфе Центавра) и исследований фонда «Сколково» совместно с МГУ по созданию лазерных систем мегаваттного класса.

Фотонные кристаллические резонаторы

Внутренние оптические колебания

Экспериментальные устройства (например, описанные в патенте EA201991162A1), где механическая сила возникает за счет избирательного установления резонансных мод между статическим и подвижным оптическими резонаторами.

Главные технические проблемы

Несмотря на идеальную эффективность в теории, создание реального фотонного двигателя упирается в несколько фундаментальных барьеров:

Источник энергии. Чтобы получить мощный поток фотонов, нужен реактор беспрецедентной удельной мощности. Современные солнечные батареи или радиоизотопные генераторы выдают в миллионы раз меньше энергии на килограмм веса, чем требуется для межзвездного полета.

Отвод тепла. КПД преобразования энергии в когерентный свет никогда не равен 100%. Огромная часть энергии будет уходить в тепло, которое в вакууме можно сбросить только через излучение. Потребуются радиаторы площадью в сотни квадратных километров.

Оптика. Создание зеркала или линзы, способной выдержать непрерывный поток мощнейшего излучения и при этом остаться идеально отражающей, — сложнейшая материаловедческая задача. При малейшем дефекте зеркало испарится.

Межзвездная пыль. На скоростях в десятки тысяч километров в секунду столкновение даже с микроскопической пылинкой высвободит энергию взрыва артиллерийского снаряда. Парус или щит аппарата должны обладать невероятной прочностью.

На сегодняшний день полноценного фотонного двигателя для разгона макроскопических объектов не существует. Однако элементы этой технологии уже применяются:

Солнечные паруса: аппараты *IKAROS* (Япония), *LightSail* (США) успешно используют давление солнечного света для маневров в Солнечной системе.

Лазерная микро-тяга: проекты вроде *Breakthrough Starshot* планируют использовать наземные лазеры мощностью в гигаватты для ускорения граммовых чипов-зондов с ультратонкими парусами до 20% скорости света.

Фотонный и химический двигатели представляют собой два противоположных полюса в ракетостроении: один — это вершина освоенных технологий, другой — теоретический предел физических возможностей.

Ниже приведено их сравнение по ключевым параметрам:

Параметр

Химический двигатель

Фотонный двигатель

Принцип работы

Сжигание горючего с окислителем. Энергия химических связей превращается в тепло, продукты горения выбрасываются через сопло.

Истечение квантов света (фотонов). Тяга создается за счет импульса самого излучения.

Скорость истечения рабочего тела

Низкая: от 2 до 5 км/с (в вакууме). Ограничена температурой распада материалов камеры сгорания.

Максимально возможная во Вселенной: ровно скорость света (300,000 км/с).

Удельный импульс

Относительно низкий: 250–460 секунд. Это главный показатель эффективности расхода массы.

Теоретически бесконечный (так как рабочее тело безмассово), но требует колоссальных затрат энергии на единицу тяги.

Тяга и ускорение

Очень высокая. Способен поднять сотни тонн груза с поверхности Земли против силы тяжести. Идеален для старта.

Крайне низкая при разумных энергозатратах. Чтобы получить тягу в 1 ньютон (вес яблока), нужно излучать около 300 мегаватт мощности. Для межпланетного перелета нужны гигаватты или тераватты.

Энергоемкость топлива

Вся энергия уже запасена в химической структуре молекул. Не требует внешних источников питания после запуска.

Требует внешнего источника чудовищной плотности: термоядерного реактора, аннигиляции материи и антиматерии или мощнейшего внешнего лазера.² источника

Массовое совершенство (отношение начальной массы к конечной)

Плохое. До 90% стартовой массы ракеты составляет топливо. Долететь даже до орбиты Юпитера на чистой химии крайне сложно из-за экспоненциального роста массы баков (формула Циолковского).

Идеальное. Поскольку фотоны не имеют массы покоя, корабль может разгоняться, пока у него есть источник энергии, не тратя массу на выброс рабочего тела. Формула Циолковского здесь переходит в релятивистскую форму.

Реализуемость

Повсеместно используется с 1920-х годов. Технология отработана до мелочей.

Чисто гипотетическая концепция. На данном этапе развития цивилизации создание такого двигателя невозможно.² источника

Ключевые различия в применении

Химические двигатели незаменимы там, где нужна огромная мощность «здесь и сейчас». Они единственные способны преодолеть гравитационный колодец Земли. Однако они совершенно неэффективны для дальних космических путешествий: чтобы разогнаться хотя бы до нескольких десятков километров в секунду, кораблю пришлось бы состоять из топлива почти целиком.

Фотонные двигатели предназначены исключительно для глубокого космоса. Их главное преимущество проявляется на больших скоростях. Согласно специальной теории относительности, чем ближе скорость корабля к скорости света, тем эффективнее фотонная тяга расходует энергию. Только такой двигатель способен в обозримые сроки (по часам экипажа) доставить корабль к другим звездным системам.

Для наглядности: если химическому двигателю потребуется десятки тысяч лет, чтобы долететь до ближайшей звезды (Альфы Центавра), то гипотетический фотонный корабль при постоянном ускорении $1g$ (ускорение свободного падения на Земле) достигнет её примерно за 3 года по бортовому времени (и за чуть более 5 лет по земному).

На практике эти технологии могут дополнять друг друга: химические ракеты выводят аппарат на орбиту, а затем раскрывается солнечный парус (простейший вариант фотонного

двигателя) или включается лазерная подсветка для дальнейшего разгона аппарата вдали от планет.

Сравнивать стоимость запуска химической ракеты и фотонного зонда напрямую сложно, так как они находятся на разных стадиях технологического развития: первые — это зрелая глобальная индустрия, а вторые пока существуют в виде лабораторных прототипов. Однако можно сопоставить текущие рыночные цены на химические пуски с оценочными затратами на реализацию концепции фотонного паруса.

Стоимость химических ракет (текущие реалии 2025–2026 годов)

Стоимость запуска складывается из производства самой ракеты-носителя, стоимости топлива, амортизации стартового комплекса и операционных расходов.

Ракета / Система

Полезная нагрузка (НОО)

Ориентировочная стоимость запуска

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.