

Технические науки

УДК 629.7.036.74

Бергулев Антон Сергеевич

*кандидат физико-математических наук,
программист*

Бергульов Антон Сергійович

*кандидат фізико-математичних наук,
програміст*

Berhulov Anton

PhD, Programmer

**МАГНИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ КОСМОСА
МАГНІТНИЙ ДВИГУН ДЛЯ КОСМОСУ
MAGNETIC MOTOR FOR SPACE**

***Аннотация.** Представлено конструктивное решение по построению космического корабля, движущегося с опорой на электромагнитные поля Солнечной системы и Галактики с ускорением. Проведен расчет необходимой силы тока по контуру и величины заряда на полезной поверхности объекта для получения ускорения в $1g$ в произвольном направлении в пространстве. Представлена модифицированная конструкция магнитного двигателя для получения ускорения $0.05g$ в произвольном направлении в открытом космосе при приемлемой силе тока.*

***Ключевые слова:** электромагнитные поля Галактики, магнитная левитация, звездолет, сила Лоренца, зависимость массы от скорости, перераспределение зарядов на поверхности.*

***Анотація.** Представлено конструктивне рішення по побудові космічного корабля, що рухається з опором на електромагнітні поля*

Сонячної системи і Галактики з прискоренням. Проведено розрахунки необхідної сили току по контуру і величини заряду на корисній поверхні об'єкту для отримання прискорення в $1g$ в довільному напрямку у просторі. Представлена модифікована конструкція магнітного двигуна для отримання прискорення $0.05g$ в довільному напрямку у відкритому космосі при прийнятній силі струму.

Ключові слова: електромагнітні поля Галактики, магнітна левітація, космічний корабель, сила Лоренца, залежність маси від швидкості, перерозподіл зарядів на поверхні.

Summary. Subject of interstellar flights remains actual taking into account limitedness of the terrestrial resources, overpopulation of the planet, and demographic, sociopolitical and ecological problems at the planet. A constructive solution is submitted of the construction of a spacecraft moving with acceleration resting upon electromagnetic fields of the Solar system and the Galaxy. Calculation of the current intensity within the circuit and charge value at the object's useful surface necessary for the achievement of acceleration equal to $1g$ at arbitrary direction in the space is conducted. A modified design of the magnetic motor for acceleration $0.05g$ in an arbitrary direction in outer space at an acceptable current strength is presented.

Key words: electromagnetic fields of the Galaxy; magnetic levitation; spacecraft; Lorentz force; dependence of mass on velocity; redistribution of charges by surface.

Цель исследования. Тема межзвездных перелетов остается актуальной с учетом ограниченности земных ресурсов, перенаселенности планеты, демографических, социополитических и экологических проблем на планете. Цель данной статьи - представить конструктивное решение по созданию космического корабля, движущегося с ускорением с опорой на

электромагнитные поля Солнечной системы и Галактики. Ранее подобные конструкции приводились в работах Лемешко А.В.[6], Гайдука А.Н.[7,8], однако не были представлены в рецензируемых научных журналах.

Метод решения. Как известно[4], Земля имеет магнитное поле с индукцией $30 \times 10^{-6} T$ (это усредненное значение, в разных местах планеты оно несколько отличается). Магнитное поле имеет также Солнце: $4000 G_s = 4000 \times 10^{-4} T = 0.4 T$, солнечная система и Галактика (усредненное значение: $3 \times 10^{-6} G_s = 3 \times 10^{-10} T$).

Возникает идея создания космолета с опорой на магнитные поля планет/звездных систем/галактики.

Пусть имеем некую дискообразную радио модель звездолета массой 0.1 кг и полезным диаметром контура 0.1 м.

Расположим проводник с током по контуру [Рис. 1]:

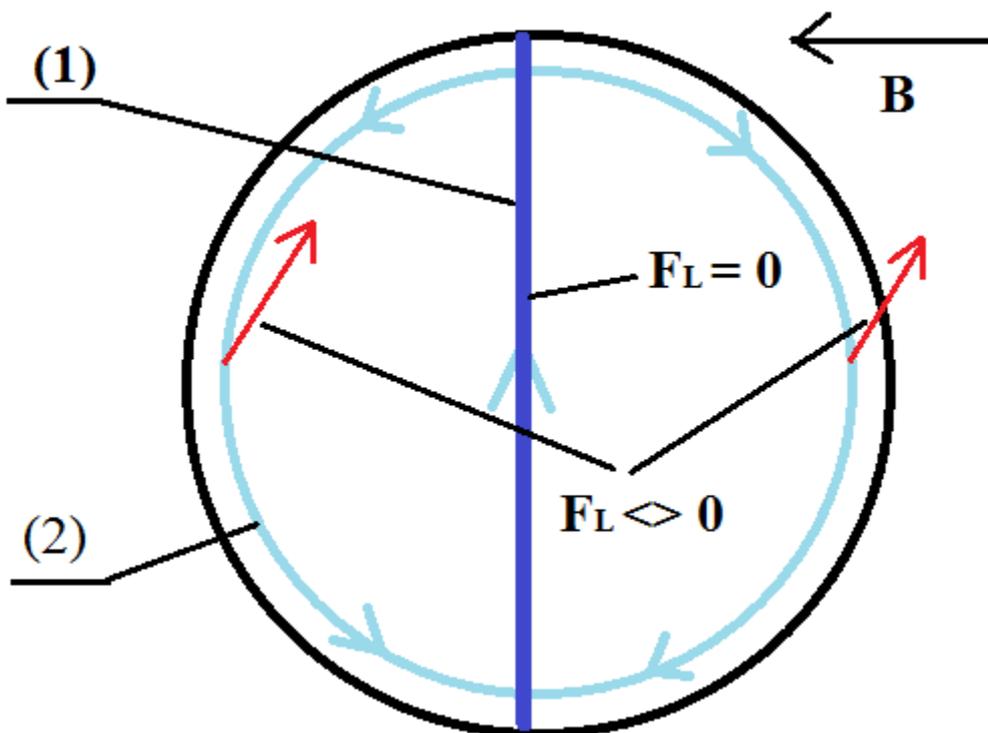


Рис. 1.

На Рис. 1:

B – вектор магнитной индукции, F_L – сила Лоренца, (1) – участок проводника с током, закрытый ферромагнетиком, (2) – проводник с током.

Таким образом, получим силу Лоренца, направленную 'вверх', что при определенной величине силы тока позволит нашему космолету левитировать в магнитном поле Земли/двигаться в космическом пространстве.

Вращая контур с Рис. 1 в плоскости, перпендикулярной вектору магнитной индукции B , получим возможность получения произвольного вектора ускорения, однако лишь в плоскости, перпендикулярной вектору магнитной индукции B . В двух остальных координатных плоскостях ускорение получить не удастся.

Рассчитаем минимально необходимую силу тока для левитации в магнитном поле Земли.

Сила Лоренца [1]: $F_L = B \times I \times L = B \times I \times \pi \times D = m \times g$ – сила Ньютона (гравитации)

$$\text{Отсюда: } I = \frac{m \times g}{B \times \pi \times D} = \frac{0.1 \times 10}{30 \times 10^{-6} \times 3.1415 \times 0.1} = 10^5 [A].$$

Для вертикального ускорения в $1g$, соответственно, должна быть сила тока $2 \times 10^5 A$.

При такой силе тока и при равномерном ускорении в $1g$ через одни сутки при нулевой начальной скорости получим скорость космолета равную:

$$V_1 = V_0 + a \times t = 0 + 10 m/s^2 \times 60 s \times 60 \times 24 = 864 [km/s].$$

Проведем те же самые расчеты для магнитного поля за пределами Солнечной системы (магнитного поля Галактики и усредненной величиной индукции $3 \times 10^{-10} T$).

Силу Ньютона (гравитации) Галактики в этом случае условно возьмем равной нулю, что в общем случае не так.

Тогда для достижения равномерного ускорения в $1g$ необходима сила тока по контуру:

$$I = \frac{10^5 \times 30 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-10}} = 10^6 \times 10^4 = 10^{10} [A] \quad \text{или } 10 \text{ миллиардов Ампер.}$$

Получить такую силу тока можно, к примеру, взяв 100 тысяч параллельных проводников по $10^5 A$. В открытом космосе возможно использовать сверхпроводники.

При нулевой начальной скорости скорость такого корабля через сутки будет все та же: $864 km/s$, а через половину земного года: $864 km/s \times 183 = 158,112 km/s$ или грубо говоря половина скорости света.

При такой скорости масса космонавта, находящегося в корабле, будет равна[3]:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Или приблизительно 1.15 земной. То есть мужчина, имеющий на Земле вес 75 кг, в корабле будет иметь вес 86 кг, что в целом приемлемо.

Таким образом, взяв себе полгода на ускорение до 0.5 световой и полгода на торможение, путь в одну сторону до Проксима Центавры будет занимать в районе 9 лет.

Нерешенной остается задача движения в любом направлении в R^3 , поскольку, как известно, сила Лоренца строго перпендикулярна линиям индукции магнитного поля.

Намагничивание оболочки корабля (создание на ее поверхности '+' и '-' потенциала) и добавление в него источников магнитных полей не решает проблему движения в произвольном направлении в R^3 в связи с нарушением 3-го закона Ньютона.

С другой стороны, создание потенциала ('+' и '-'/свободные электроны/) на поверхности корабля может позволить получить ускорение в электрическом поле Галактики. Это поле исследовано крайне слабо,

однако, по тем измерениям, которые проводились в пределах нашей Солнечной Системы, его напряженность колеблется от единиц до нескольких тысяч микровольт на метр[5]. Таким образом, конструкция на Рис. 2 позволит получить ускорение в направлении линий электрического поля в зону возрастания потенциала (свободные электроны на поверхности) или противоположную (положительный заряд на поверхности[Рис 2.]):

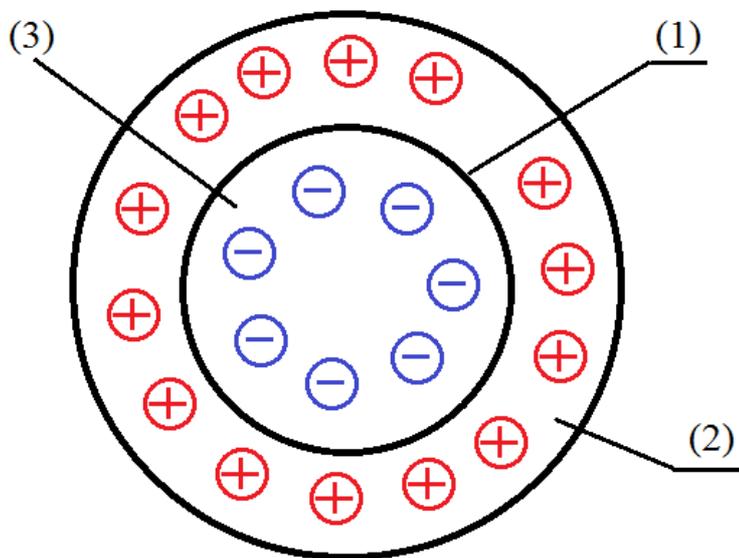


Рис. 2.

На Рис.2:

(1) - диэлектрик, (2) - положительный заряд на поверхности, взаимодействует с электрическим полем, (3) - отрицательный заряд, не взаимодействует с электрическим полем благодаря экрану из диэлектрика.

Ускорение в этом случае будет равно [2]:

$a = q \times \frac{E}{m}$, где q - суммарный заряд на поверхности, m - масса корабля, E - напряженность электрического поля (возьмем для примера равную $5 \times 10^{-6} \text{ V/m}$). Таким образом, для получения требуемого ускорения в 1g нашей тестовой модели звездолета массой 0.1кг будет

необходим суммарный заряд на поверхности: $q = m \times \frac{a}{E} = 0.1 \times \frac{10}{5 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^5$ кулон.

Совместив в единой модели конструкции с *Рис. 1* и *Рис. 2*, получим звездолет, летящий в космическом пространстве с ускорением $1g$ в произвольном направлении (за исключением тех точек пространства, в которых линии электрического поля строго перпендикулярны вектору индукции магнитного поля) в R^3 с опорой на электромагнитные поля Галактики.

Рассмотрим конструкцию с *Рис. 1*. Подобную конструкцию можно заменить на соленоид, где каждый виток спирали будет вида:

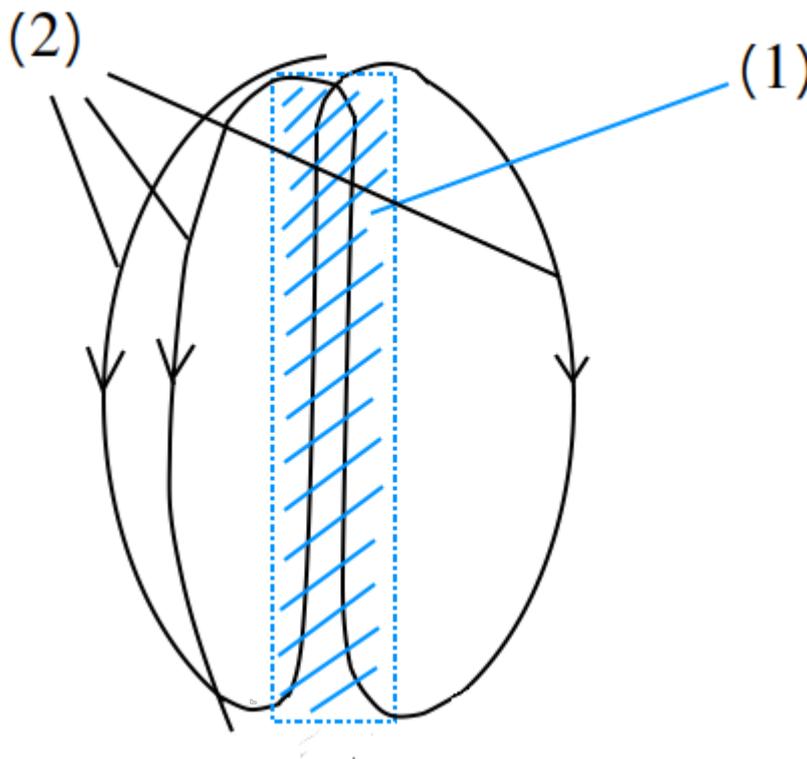


Рис. 3.

На *Рис. 3*: (1) - участок проводника с током, закрытый ферромагнетиком, (2) - проводник с током. Тогда сила Лоренца,

действующая на такой соленоид, будет считаться по формуле:
 $F'_L = B * I * \pi * D * N$, где N - число витков спирали.

Из [9] видно, что в соленоиде длиной 1 метр может уместиться 400 витков провода. Рассмотрим днище летающего аппарата диаметром 3.5 - 4 метра. В нем может уместиться 12 соленоидов диаметром 1 метр и длиной 1 метр. Тогда для обеспечения ускорения 1g в магнитосфере Земли и положив вес всего аппарата в 1000 кг необходимая сила тока в проводах должна быть:

$$I = \frac{m * g}{B * \pi * D * N * 12} = 20800 \text{ [Ампер]}$$

Данную силу тока реально получить и поддерживать в двигателе на протяжении длительного времени.

При этом масса самих проводов из той же таблицы [9] будет составлять чуть менее 490 килограмм. Значит на конструкцию аппарата и полезную нагрузку останется более 500 килограмм.

Теперь посчитаем необходимый заряд на поверхности для левитации в электрическом поле Земли (вертикальное ускорение 1g, которое будет компенсировать силу притяжения). Как известно из [10], заряд Земли равен:

$$6.6 * 10^5 \text{ Кл}$$

Тогда из закона Кулона получим необходимый заряд на поверхности:

$$q = \frac{m * g * R^2}{k * Q} = 70 \text{ Кл}$$

В этой формуле g - сила гравитации, R - радиус Земли в метрах, k - коэффициент равный: $9 * 10^9 \frac{\text{Н} * \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$, Q - заряд Земли, m - масса аппарата.

Также следует отметить, что при движении объекта с ненулевым зарядом в двигателе помимо заявленной силы Кулона будет возникать еще и сила Лоренца, действующая на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле. Поэтому при пересчете вектора скорости в нашем электромагнитном двигателе следует учесть сразу три силы: силу Лоренца

проводника с током, силу Лоренца заряженной частицы и силу Кулона.

Известно, что полет авиалайнера от Нью-Йорка до Сиднея занимает в среднем 21-22 часа. Взяв же аппарат предложенной конструкции и положив полпути на ускорение 1g и полпути на торможение, несложно посчитать, что путь между Нью-Йорком и Сиднеем займет чуть более часа при максимальной скорости посередине 17.8 км/сек.

Рассмотрим подобный корабль, но в открытом космосе. Как известно, электромагнитные поля там значительно слабее, чем на Земле. Индукция магнитного поля там составляет: $3 \cdot 10^{-10} \text{ Тл}$

Рассмотрим конструкцию корабля с Рис. 4:

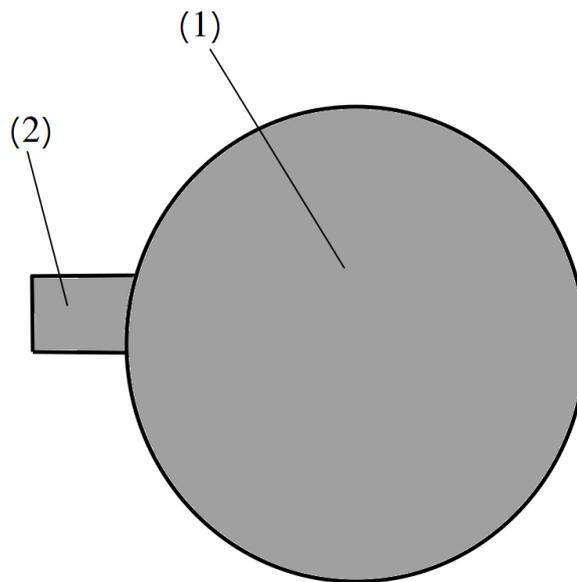


Рис. 4.

На этом рисунке (1) — отсек для двигателей, генерирующих силу Лоренца, (2) — жилой отсек. Пусть диаметр (1) составляет 30 метров, масса — 50 тонн, масса (2) вместе с полезной нагрузкой — 50 тонн. Возьмем соленоид с Рис. 3 длиной 1 метр и диаметром 1 метр. Самые легкие проводники, используемые в авиастроении имеют вес 3 кг на километр длины.

Тогда получим, что в (1) можно разместить как минимум $15*15*2*15 = 6750$ таких соленоидов по 400 витков каждый. Нижняя оценка их суммарной массы составит $6750 * 1 * 3.14 * 400 * 3 / 1000 = 25$ тонн. Остальные 25 тонн пойдут на саму конструкцию и вспомогательные элементы.

Необходимая сила тока в проводах соленоида должна быть:

$$I = \frac{m * g}{B * \pi * D * N * 6750} \text{ Ампер} = \frac{100 * 1000 * 10}{3 * 10^{-10} * 3.14 * 1 * 400 * 6750} \text{ Ампер} = 40 * 10^7 \text{ Ампер}$$

Максимальная сила тока, полученная в лаборатории в условиях сверхпроводимости: 10^7 Ампер .

Это значит, что если удастся увеличить эту цифру на полтора порядка и добиться сохранности конструкции под воздействием высоких температур на протяжении длительного времени, либо уменьшить вес двигателя на полтора порядка, можно будет создать подобный магнитный двигатель для космоса.

Либо же напротив, рассмотрим участок провода длиной 1 метр и массой 0.003 кг. Тогда при силе тока 10^7 Ампер полученное ускорение в космосе собственно проводника с током будет равно:

$$a = \frac{I * B * L}{m} \frac{m}{c^2} = \frac{10^7 * 3 * 10^{-10} * 1}{0.003} \frac{m}{c^2} = 1 \frac{m}{c^2} = 0.1 g$$

Если же добавить сюда полезную нагрузку 0.003 кг, то суммарное ускорение объекта с такими параметрами будет равно:

$$a = \frac{I * B * L}{m} \frac{m}{c^2} = \frac{10^7 * 3 * 10^{-10} * 1}{0.006} \frac{m}{c^2} = 0.5 \frac{m}{c^2} = 0.05 g$$

Это говорит о том, что при правильной конструкции корабля можно получить существенное ускорение в открытом космосе.

К примеру несложно посчитать, что при ускорении $0.05 g$ путь до Марса займет 10 дней, до Проксима Кентавры - чуть более 27 лет.

Как известно, магнитное поле есть у любой галактики. Есть оно и у Млечного Пути, и у туманности Андромеды, расстояние до которой 2.5 миллиона световых лет, а размер – 220 тысяч световых лет. Учитывая то, что, скажем, диаметр Земли – 12742 километра, а расстояние от центра планеты до границ ее магнитосферы – 70000 километров, можно сделать предположение, что магнитное поле туманности Андромеды достигает и тех окрестностей космоса, в которых находится Земля. Это значит, что вектор индукции магнитного поля открытого космоса, о котором идет речь выше, является результатом суперпозиции векторов индукции магнитных полей туманностей Андромеды и Млечного Пути. А, значит, при определенной конструкции экрана из ферромагнетика можно получить силу Лоренца отдельно по каждому из этих двух векторов.

Рассмотрим такую конструкцию:

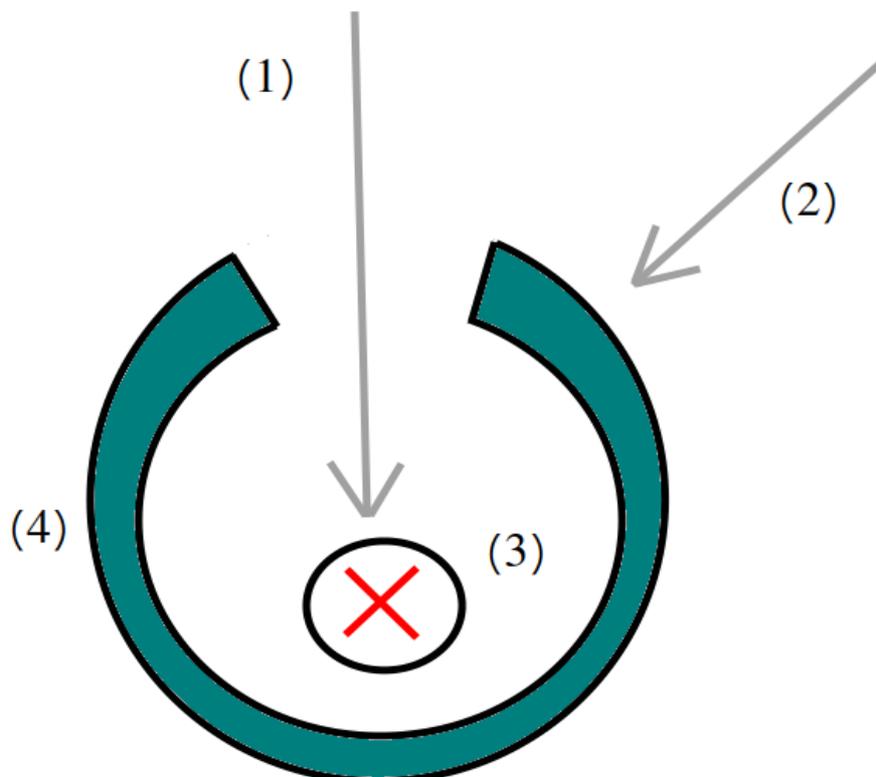


Рис. 5.

На *Рис. 5*: (1) – магнитное поле Млечного Пути с индукцией B_1 (взаимодействует с проводником с током), (2) – магнитное поле Туманности Андромеды B_2 (не взаимодействует с проводником с током), (3) – проводник с током, (4) – экран из ферромагнетика.

Тогда сила Лоренца магнитного поля (1) в данном случае не нулевая: $F_{L1} \neq 0$, а сила Лоренца магнитного поля (2) равна нулю: $F_{L2} = 0$.

Тогда очевидно можно подобрать различные положения проводников с током и отверстий ферромагнетика отдельно под B_1 и отдельно под B_2 , чтобы получить множества векторов сил Лоренца F_{L1} и F_{L2} в двух не коллинеарных плоскостях с различными по модулю значениями векторов.

Тогда множество векторных сумм векторов из множеств F_{L1} и F_{L2} будет покрывать все пространство направлений, что решит задачу получения ускорения $0.05 g$ в любом направлении в R^3 в космосе.

Выводы. В данной статье предложен способ построения космического корабля с опорой на электромагнитные поля Галактики, который по мнению автора позволит при определенной величине тока и определенной конструкции двигателя достичь скоростей, достаточных для межзвездных перелетов за приемлемое время. Особняком стоит вопрос целесообразности таких перелетов с экипажем на борту, учитывая их продолжительность и сопряженные с ней трудности.

Литература

1. Яковлев И.В. Физика. МЦНМО, 2014 г., 507 с.
2. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. М.: Мир, 1990. 350-400 с.
3. Ацюковский В.А. Критический анализ основ теории относительности. М.: Изд-во «Петит», 1996. 56 с. ил.
4. Магнитные поля в космосе. Изд.2, доп. Бочкарев Н.Г. 2011
5. Фрактальная физика: наука о мироздании / Шабетник Василий. М.

2000. 415 c.

6. URL: http://samlib.ru/l/lemeshko_a_w/aab.shtml
7. URL: http://nkau.gov.ua/gateway/news_archive.nsf/AnalitAvtorR/C20927A443D6789DC22573AE002A2228!open
8. URL: <http://base.ukrpatent.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=95429&chapter=description>
9. URL: <https://polo-elektro.com.ua/cp38951-tablitsy-vesa-provoda.html>
10. URL: http://samlib.ru/b/bergulew_a/dopolnitelxnyeraschetypokorabljunaelktromagnitnyhpoljah.shtml