

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСЖЕЛДОР)

КУРСКИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТЕХНИКУМ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»

Индивидуальный проект

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ОУД_06 Астрономия

Тема: Движение планет солнечной системы

Выполнили: студенты

группы ТПС-113 Ермаков М. А.;

Константинов И.Б.; Кибаров И.И.

Проверил: преподаватель Агеева

М.Г.

Курск 2023
Содержание

Введение					С.
3					
Раздел	I.	Характеристика	движения	планет	
С. 4-7					
Раздел	II.	Законы		Кеплера	
С. 8-11					
Заключение					С.
12					
Список		использованной		литературы	
С. 13					

Введение

Солнечная система — звёздная система в галактике Млечный Путь, включающая Солнце и естественные космические объекты, обращающиеся вокруг него: планеты, их спутники, карликовые планеты, астероиды, метеороиды, кометы и космическую пыль.

Орбита Земли делит солнечную систему на две условные области. Во внутренней находятся ближайшие к Солнцу планеты — Меркурий и Венера. Во внешней области — более удалённые от Солнца, чем Земля: Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Пространство между орбитами Марса и Юпитера, а также за Нептуном (пояс Койпера) занимают малые небесные тела: малые планеты и астероиды.

Также по пространству Солнечной системы курсируют кометы и потоки метеороидов.

Космос привлекал людей с давних времен. О явлениях, происходящих в космосе, говорилось еще в древних легендах и сказаниях, создавались приметы. Со временем и с развитием технологий космическая тема стала волновать еще больше, ведь у людей появилось больше информации о всех процессах и событиях, происходящих в космосе. Принцип движения планет солнечной системы – базисная тема, которую следует понимать каждому образованному человеку.

Целью данной работы является изучение движения планет солнечной системы.

В соответствии с целью были определены следующие **задачи**:

- 1) Проанализировать характеристику движения планет солнечной системы;
- 2) Изучить законы Кеплера.

Данная работа состоит из титульного листа, содержания, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы.

Раздел I. Характеристика движения планет

Солнечная система – это совокупность планет, вращающихся вокруг центральной звезды. Ученым удалось установить, что ей примерно 4,57 млрд лет, а появилась она за счет гравитационного сжатия газопылевого облака. В основе системы лежит яркая звезда – Солнце, которое удерживает планеты и другие объекты, заставляя их вращаться по орбите на определенном расстоянии. Оно во много раз превосходит по диаметру другие объекты, находящиеся в области его притяжения. [2]

В центре системы располагается Солнце, состоящее из гелия и водорода. Температура на его поверхности составляет примерно 6000 градусов Цельсия, а

размеры сферы во много раз больше, чем у других объектов, находящихся в области его притяжения. Звезда относится к желтым карликовым.

Еще в стародавние времена ученые начали понимать, что не Солнце вращается вокруг нашей планеты, а все происходит с точностью наоборот. Точку в этом спорном для человечества факте поставил Николай Коперник. Польский астроном создал свою гелиоцентрическую систему, в которой убедительно доказал, что Земля не является центром Вселенной, а все планеты, по его твердому убеждению, вращаются по орбитам вокруг Солнца. Работа польского ученого «О вращении небесных сфер», была издана в немецком Нюрнберге в 1543 году.

Представления о том, как расположены планеты на небосводе первым в своем трактате «Великое математическое построение по астрономии», высказал древнегреческий астроном Птолемей. Он первым предположил, что они совершают свои движения по кругу. Но Птолемей ошибочно считал, что все планеты, а также Луна и Солнце движутся вокруг Земли. До работы Коперника его трактат считался общепринятым как в арабском, так и западном мире.

После смерти Коперника его труды продолжил датчанин Тихо Браге. Астроном, являющийся весьма состоятельным человеком, оборудовал принадлежащий ему остров, внушительными бронзовыми кругами, на которые наносил результаты наблюдения за небесными телами. Результаты, полученные Браге, помогли в исследовании математику Иоганну Кеплеру. Движение планет Солнечной системы именно немец систематизировал и вывел три своих знаменитых закона.

Кеплер впервые доказал, что все 6 известных к тому времени планет двигаются вокруг Солнца не по кругу, а по эллипсам. Англичанин Исаак Ньютон, открыв закон всемирного тяготения, существенно продвинул представления человечества об эллиптических орбитах небесных тел. Его объяснения, что приливы и отливы на Земле происходят под влиянием Луны, оказались убедительными для научного мира. [3]

Вокруг Солнца движется целая семья небесных тел – планеты, астероиды, кометы, метеорные рои. Совокупность этих тел называется Солнечной системой. Науке известно 9 планет, «удаленных от Солнца в следующей последовательности: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон»

Далекие планеты Уран, Нептун и Плутон, скудно освещаемые Солнцем, доступны наблюдениям лишь в телескопе. Впрочем, планета Уран выглядит слабой звездочкой почти что шестой звездной величины и может быть замечена зорким невооруженным глазом, но отличить ее по виду от множества таких же слабых звезд нет никакой возможности. Диск Урана хорошо заметен уже в небольшой телескоп при увеличении в 100 раз, а чтобы увидеть диск Нептуна, требуется увеличение в 150 раз при телескопе с диаметром объектива не менее 80 мм, так как блеск Нептуна близок к восьмой звездной величине.

Что касается Плутона, то не следует делать попыток разыскивать его на небе. Чтобы увидеть эту планету, блеск которой равен 15-й звездной величине, необходим телескоп с диаметром объектива не менее 30 см. Все остальные, более близкие к Солнцу планеты, сравнительно обильно освещаются солнечными лучами и хорошо видны невооруженным глазом на фоне звездного неба. Поэтому уже древние народы знали пять планет – Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер и Сатурн.

Самая близкая к Солнцу планета Меркурий совершает один оборот вокруг Солнца за 8 суток и поэтому она быстро перемещается по небу: ее смещение уже заметно на протяжении одних суток. За быстрое движение планета была названа именем римского бога Меркурий, посланца-сорохода главного бога Юпитера.

Очень яркая изумительная по красоте своего блеска планета названа в честь богини красоты Венеры. Красноватого цвета планета получила название по имени римского бога войны Марса. Яркая и медленно перемещающаяся планета Юпитер получила имя главного бога римской мифологии. Планета

мертвенно-желтоватого цвета, подолгу передвигающаяся в пределах одного созвездия, была названа именем римского бога времени и земледелия Сатурна.

Планета Плутон получила свое название по имени древнеримского бога подземного царства, поскольку она очень скудно освещается Солнцем. Это название планеты предложено 11-летней девочкой, дочерью английского профессора астрономии. Яркие планеты, видимые невооруженным глазом, резко отличаются от звезд своим ровным, немерцающим светом, а Юпитер и Венера еще и большим блеском, значительно превосходящим блеск ярких звезд. Так как планеты движутся вокруг Солнца в плоскостях, наклоненных к плоскости земной орбиты под очень малыми углами, то их видимое движение происходит по зодиакальным созвездиям. [2]

Условия видимости каждой планеты меняются и периодически повторяются через промежуток времени, называемый синодическим периодом обращения планеты. По прошествии этого периода взаимное расположение планеты и Солнца, наблюдаемой с Земли, повторяется. Это станет понятным, как только мы вспомним законы движения планеты вокруг Солнца, установленные в 1608-1618 гг. выдающимся немецким астрономом Иоганном Кеплером.

Следует также учесть, что все планеты в нашей Солнечной системе движутся, не вокруг светила, а вокруг так называемого центра масс. Каждая при этом, вращаясь вокруг своей оси, слегка раскачивается (подобно юле). К тому же и сама ось может ненамного смещаться.

Раздел II. Законы Кеплера

Важную роль в формировании представлений о строении Солнечной системы сыграли также законы движения планет, которые были открыты Иоганном Кеплером (1571—1630) и стали первыми естественнонаучными законами в их современном понимании. Работы Кеплера создали возможность для обобщения знаний по механике той эпохи в виде законов динамики и

закона всемирного тяготения, сформулированных позднее Исааком Ньютоном. Многие ученые вплоть до начала XVII в. считали, что движение небесных тел должно быть равномерным и происходить по «самой совершенной» кривой— окружности. Лишь Кеплеру удалось преодолеть этот предрассудок и установить действительную форму планетных орбит, а также закономерность изменения скорости движения планет при их обращении вокруг Солнца. [1]

В своих поисках Кеплер исходил из убеждения, что «в мире правит число», высказанного еще Пифагором. Он искал соотношения между различными величинами, характеризующими движение планет, — размеры орбит, период обращения, скорость. Кеплер действовал фактически вслепую, чисто эмпирически. Он пытался сопоставить характеристики движения планет с закономерностями музыкальной гаммы, длиной сторон описанных и вписанных в орбиты планет многоугольников и т. д.

Кеплеру необходимо было построить орбиты планет, перейти от экваториальной системы координат, указывающих положение планеты на небесной сфере, к системе координат, указывающих ее положение в плоскости орбиты. Он воспользовался при этом собственными наблюдениями планеты Марс, а также многолетними определениями координат и конфигураций этой планеты, проведенными его учителем Тихо Браге. [1]

Орбиту Земли Кеплер считал (в первом приближении) окружностью, что не противоречило наблюдениям. Для того чтобы построить орбиту Марса, он применил способ, который показан на рисунке. (Приложение 1)

Пусть нам известно угловое расстояние Марса от точки весеннего равноденствия во время одного из противостояний планеты — его прямое восхождение, которое выражается углом $\gamma_{T_1M_1}$, где T_1 — положение Земли на орбите в этот момент, а M_1 — положение Марса.

Очевидно, что спустя 687 суток (таков звездный период обращения Марса) планета придет в ту же точку своей орбиты. Если определить прямое восхождение Марса на эту дату, то, как видно из рисунка, можно указать

положение планеты в пространстве, точнее, в плоскости ее орбиты. Земля в этот момент находится в точке T2, и, следовательно, угол $\gamma T2M1$ есть не что иное, как прямое восхождение Марса. Повторив подобные операции для нескольких других противостояний Марса, Кеплер получил еще целый ряд точек и, проведя по ним плавную кривую, построил орбиту этой планеты. Изучив расположение полученных точек, он обнаружил, что скорость движения планеты по орбите меняется, но при этом **радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади.** [1]

Впоследствии эта закономерность получила название второго закона Кеплера.

Этот закон, который часто называют законом площадей, иллюстрируется рисунком. (Приложение 2) Радиусом-вектором называют в данном случае переменный по своей величине отрезок, соединяющий Солнце и ту точку орбиты, в которой находится планета. AA1, BB1, CC1— дуги, которые проходит планета за равные промежутки времени. Площади заштрихованных фигур равны между собой.

Согласно закону сохранения энергии, полная механическая энергия замкнутой системы тел, между которыми действуют силы тяготения, остается неизменной при любых движениях тел этой системы. Поэтому сумма кинетической и потенциальной энергий планеты, которая движется вокруг Солнца, неизменна во всех точках орбиты и равна полной энергии. По мере приближения планеты к Солнцу возрастает ее скорость— увеличивается кинетическая энергия, но вследствие уменьшения расстояния до Солнца уменьшается энергия потенциальная.

Установив закономерность изменения скорости движения планет, Кеплер задался целью определить, по какой кривой происходит их обращение вокруг Солнца. Он был поставлен перед необходимостью сделать выбор одного из двух возможных решений: 1) считать, что орбита Марса представляет собой окружность, и допустить, что на некоторых участках орбиты вычисленные координаты планеты расходятся с наблюдениями (из-за ошибок наблюдений) на 8'; 2) считать, что наблюдения таких ошибок не содержат, а орбита не

является окружностью. Будучи уверенным в точности наблюдений Тихо Браге, Кеплер выбрал второе решение и установил, что наилучшим образом положения Марса на орбите совпадают с кривой, которая называется эллипсом, при этом Солнце не располагается в центре эллипса. В результате был сформулирован закон, который называется первым законом Кеплера. **Каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.**

Как известно, эллипсом называется кривая, у которой сумма расстояний от любой точки P до его фокусов есть величина постоянная. На рисунке (Приложение 3) обозначены: O — центр эллипса; S и S1 — фокусы эллипса; АВ — его большая ось. Половина этой величины (a), которую обычно называют большой полуосью, характеризует размер орбиты планеты. [1]

Ближайшая к Солнцу точка А называется перигелий, а наиболее удаленная от него точка В — афелий. Отличие эллипса от окружности характеризуется величиной его эксцентриситета: $e = OS/OA$. В том случае, когда эксцентриситет равен 0, фокусы и центр сливаются в одну точку — эллипс превращается в окружность.

Примечательно, что книга, в которой в 1609 г. Кеплер опубликовал первые два открытых им закона, называлась «Новая астрономия, или Физика небес, изложенная в исследованиях движения планеты Марс...». [1]

Оба этих закона, опубликованные в 1609 г., раскрывают характер движения каждой планеты в отдельности, что не удовлетворило Кеплера. Он продолжил поиски «гармонии» в движении всех планет, и спустя 10 лет ему удалось сформулировать третий закон Кеплера. Квадраты звездных периодов обращения планет относятся между собой, как кубы больших полуосей их орбит.

Формула, выражающая третий закон Кеплера:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где T_1 и T_2 – периоды обращения двух планет; a_1 и a_2 – большие полуоси их орбит.

Вот, что писал Кеплер после открытия этого закона: «То, что 16 лет тому назад я решил искать, <...> наконец найдено, и это открытие превзошло все мои самые смелые ожидания...» [1]

Действительно, третий закон заслуживает самой высокой оценки. Ведь он позволяет вычислить относительные расстояния планет от Солнца, используя при этом уже известные периоды их обращения вокруг Солнца. Не нужно определять расстояние от Солнца каждой из них, достаточно измерить расстояние от Солнца хотя бы одной планеты. Величина большой полуоси земной орбиты — астрономическая единица (а. е.) — стала основой для вычисления всех остальных расстояний в Солнечной системе.

Заключение

Таким образом, вокруг Солнца вращается 9 больших планет: Меркурий, Венера, Земля (с Луной), Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон. Условия видимости планет с Земли различны для Венеры и Меркурия, чьи орбиты лежат внутри земной орбиты, и для остальных планет. Некоторые

характерные взаимные расположения планет Земли и Солнца называют конфигурациями планет. Внутренняя планета может оказаться между Землей и Солнцем или за Солнцем. В таких положениях планета невидима, так как теряется в лучах Солнца. Эти положения называются соединениями планеты с Солнцем. В нижнем соединении планета ближе всего к Земле, а в верхнем соединении она от нас дальше всего.

По ходу работы, были выполнены поставленные задачи и достигнута основная цель реферата - изучение движения планет солнечной системы.

Список использованной литературы и источников

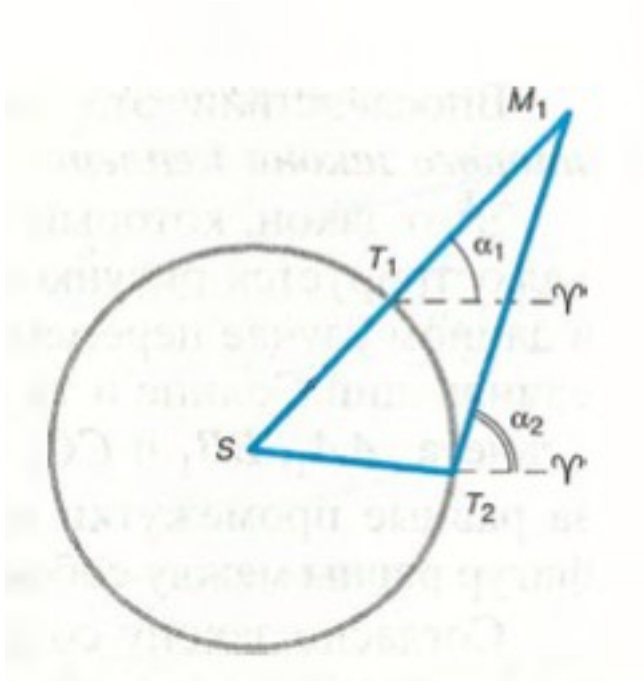
1. Воронцов-Вельяминов Б. А. класс», М. Дрофа, 2013. Е.К. Страут Методическое пособие к учебнику «Астрономия. 11 класс» авторов Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута, М. Дрофа, 2013. – 220 с.
2. И. А. Климишин. «Астрономия наших дней» - М.: «Наука».,1976. - 453 с.

3. Движение планет вокруг Солнца // SPACEGID URL:
[https://spacegid.com/dvizhenie-planet-vokrug-solntsa.html?
ysclid=lf8ct4ccf98271011](https://spacegid.com/dvizhenie-planet-vokrug-solntsa.html?ysclid=lf8ct4ccf98271011) (дата обращения: 14.03.2023)

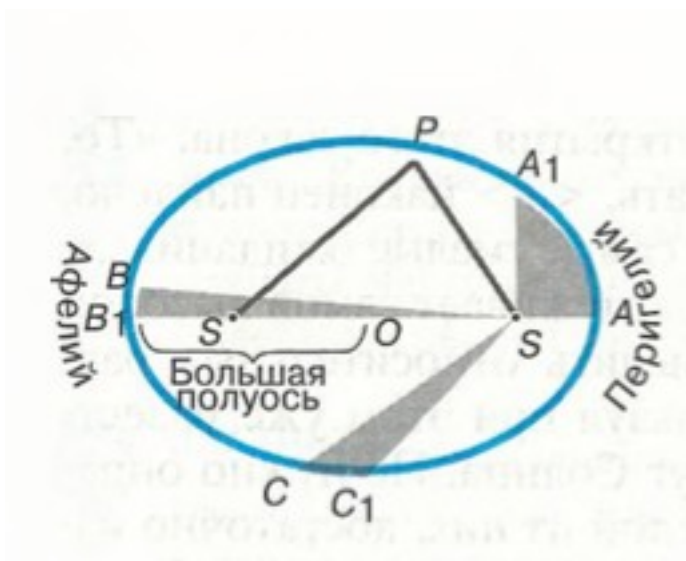
Приложения

Приложение 1

Построение орбиты Марса Кеплером



Приложение 2
Второй закон Кеплера



Приложение 3
Свойства эллипса

