ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

**ДВИЖЕНИЕ И ФАЗЫ ЛУНЫ**

1. ***Цель работы***

Изучение смены лунных фаз и условий видимости Луны.

1. ***Краткие теоретические сведения***

Луна обращается вокруг Земли по эллиптической орбите в направлении с запада на восток. Плоскость лунной орбиты наклонена к плоскости земной орбиты (к плоскости эклиптики) под углом i=5009̍ (наклонение лунной орбиты) и пересекает небесную сферу по большому кругу, называемому лунным путем (рис.1), по которому с Земли видно перемещение Луны на фоне звезд.



 Среднее суточное движения Луны nЛ вычисляется по формуле

 (1)

где Т - звездный или сидерический месяц.

Лунный путь пересекается с эклиптикой под тем же углом i=5009̍ в двух диаметрально противоположных точках, называемых лунными узлами и обозначаемых знаками Ω (восходящий узел) и ℧ (нисходящий узел). Положение лунных узлов определяется их геоцентрической долготой λΩ и λ℧, отсчитываемой от точки весеннего равноденствия ϒ по эклиптике против часовой стрелки. Вследствие возмущающего действия, главным образом со стороны Солнца, элементы лунной орбиты подвержены непрерывным изменениям. Так, величина эксцентриситета лунной орбиты периодически колеблется в некоторых, сравнительно узких пределах, и его значение может быть найдено по видимым угловым размерам лунного диска, подобно тому, как определяется эксцентриситет земной орбиты.

Линия апсид лунной орбиты поворачивается в направлении против часовой стрелки и, следовательно, перигей и апогей орбиты непрерывно смещаются в восточном направлении, в сторону движения Луны по орбите ($\ll наступление\gg $перигея и апогея). Лунные узлы, наоборот, все время перемещаются по эклиптике с востока к западу ($\ll отступление\gg $лунных узлов), навстречу движению Луны, проходя последовательно все точки эклиптики. Движение лунных узлов оказывает существенное влияние на условия видимости Луны, так как положение суточного пути Луны над горизонтом зависит от ее склонения, пределы месячного изменения которого периодически меняются в зависимости от положения лунных узлов на эклиптике.

Смена лунных фаз, движение лунных узлов и его влияние на условия видимости Луны могут быть наглядно изучены на сравнительно простом чертеже. На листе миллиметровой бумаги по экваториальным координатам (α и β) Солнца и Луны строится эклиптика и два положения лунного пути в различные месяцы года, лучше с интервалом в 6 месяцев. Для построения чертежа рекомендуются масштабы: по α-1 мм=10 (или 1 мм=10,5) и по δ-2 мм=10 (или 1,5 мм=10).

Измерив на чертеже расстояние лунных узлов от точки весеннего равноденствия ϒ, получим их геоцентрическую долготу λ1 и λ2 в определенные дни года, разделенные интервалом времени ∆*t* суток, откуда нетрудно найти величину и направление смещения лунных узлов за сутки ($ω\_{0}$), за звездный месяц ($ω$) и за год Ω) и вычислить период обращения лунных узлов по эклиптике

  (2)

Фазой Ф Луны называется отношение ширины b лунного серпа к диаметру d лунного диска, т.е.

  (3)

Лунная фаза вычисляется по положению Луны относительно Солнца и Земли. Пусть (рис. 54) *Е*-центр Земли, *L* - центр Луны и $γ$- угол между направлениями с Земли на Солнце и на Луну (угловое удаление Луны от Солнца), отсчитываемый в сторону движения Луны; *АВ* - лунный терминатор, *CD*=d – диаметр лунного диска, перпендикулярный к лучу зрения земного наблюдения. При некотором значении $γ$ с Земли видна освещенная часть *BLD* лунного диска, имеющая вид серпа, концы рогов которого L1 и L2  проектируются на чертеже в точку L; проекция точки *B*  на диаметре *CD* определяет положение внутренней средней точки *В̍* лунного серпа , ширина которого b= B̍D. Так как *CD* $⟘$*EL* и *АВ* перпендикулярно к направлению на Солнце, то $∠$BLD=$γ$ и



где r=LB=LD - есть радиус лунного диска. Тогда



и лунная фаза



  (4)

Очевидно, что приближенное значение ϒ может быть найдено по продолжительности синодического месяца *S* и количеству дней *t*, протекших со дня новолуния:

  (5)

**Задание**

1\*. На листе миллиметровой бумаги изобразить прямой линией небесный экватор и по экваториальным координатам Солнца на 22 число каждого месяца построить положение эклиптики и обозначить ее основные точки.

2\*. По экваториальным координатам Луны,взятым через интервалы в трое суток,построить на том же чертеже положения лунного пути для двух месяцев,в которых не имеется затмений и отстоящих друг от друга на полгода.На обоих положениях лунного пути обозначить лунные узлы.

3\*. Выписать даты основных лунных фаз в выбранных месяцах и показать на чертеже положения Солнца ʘ и Луны в эти дни, обозначив лунные фазы знаками: новолуние-$ ⧓$, первая четверть - $⧑$, полнолуние-О, последняя четверть-$ ⧒$.

 4. Скопировать с подвижной карты звездного неба на кальку небесный экватор, эклиптику, границы и названия зодиакальных созвездий и нанести на кальку положения Солнца и Луны в те же дни.

5\*. По измерениям на чертеже вычислить величину суточного смещения Луны относительно звезд и Солнца, указав направление этого смещения.

6 . По чертежу и по скопированной кальке определить положение Луны относительно Солнца в дни основных лунных фаз, вычислить фазы Луны через три дня и через десять дней после новолуния, и сформулировать вывод о зависимости лунных фаз от положения Луны относительно Земли и Солнца, изобразив эту зависимость на графике.

7\*. По значениям видимого радиуса Луны вычислить эксцентриситет лунной орбиты в: 1) январе; 2)феврале; 3)марте; 4)апреле; 5)мае; 6)июне; 7)июле; 8)августе.

8\*. Для того же месяца года вычислить перигейное и апогейное расстояние Луны, установить дни прохождения Луной перигея и апогея своей орбиты и оценить приближенное значение экваториальных координат этих точек.

9\*. Определить суточное изменение прямого восхождения Луны вблизи перигея и апогея.

10\*. По общим результатам пунктов 7-9 сформулировать вывод об особенностях лунной орбиты.

11. По подвижной карте звездного неба или по Астрономическому календарю-ежегоднику определить моменты восхода и захода Солнца и Луны в дни основных лунных фаз одного из месяцев года и сформулировать вывод об изменении интервалов времени между моментами восхода (захода) обоих светил и последовательности их восхода (захода) при различных лунных фазах.

12. Вычислить среднее значение ежедневного запаздывания восхода и захода Луны и сформулировать вывод о его причине.

13. По данным Астрономического календаря-ежегодника определить период смены лунных фаз и сравнить его с продолжительностью сидерического месяца.

14. Вычислить продолжительность синодического месяца при условии обращения Луны вокруг Земли с тем же периодом, но в обратном направлении.

15. Из анализа результатов пунктов 12-14 сформулировать выводы о причине большей продолжительности синодического месяца по сравнению со звездным месяцем и о причине наступления одинаковых лунных фаз в различных созвездиях.

16\*. Определить продолжительность звездных и солнечных суток на Луне.

17\*. Измерить долготу лунных узлов при двух положениях лунного пути, определить величину и направление их смещения за сутки, звездный месяц и за год и вычислить период обращения лунных узлов по эклиптике.

18\*. Схематически начертить два положения эклиптики и лунного пути относительно небесного экватора при совпадении лунных узлов с точками равноденствий, определить пределы изменения склонения Луны в течение месяца при этих положениях лунного пути и вычислить пределы изменения высоты Луны в верхней кульминации для обоих случаев в городе: 1) Целинограде; 2) Новгороде; 3) Ленинграде; 4) Ялте; 5) Баку; 6) Москве; 7) Волгограде; 8) Енисейске.

19\*. Из анализа результатов пункта 18 сформулировать вывод о влиянии движения лунных узлов на условия видимости Луны.

20\*. Вычислить для того же города высоту Солнца и Луны в моменты их верхней и нежней кульминации в дни новолуний и полнолуний в марте, июне, сентябре и декабре. Обнаружить и обьяснить закономерность в изменении высоты обоих светил за полгода.

Отчет представить по самостоятельно разработанной форме.

1. ***Порядок выполнения работы***
2. По движению Луны вокруг Земли определить массу Земли в системе СГС.
3. Вычислить круговую, параболическую и действительную скорость на среднем, перигельном и афелийном расстояниях малой планеты.

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант |  Малая планета |
| 1 | Психея |
| 2 | Андромаха |
| 3 | Эскулапия |
| 4 | Урания |
| 5 | Галатея |
| 6 | Глазенапия |
| 7 | Полигимния |
| 8 | Фотографика |

1. Из сопоставления вычисленных в пункте 2 скоростей сформулировать вывод о признаках, характерных для движения тел по эллиптической орбите.

4\*. Определить в массах Земли массу Солнца и планеты: 1)Марс(по движению Фобоса);

2)Юпитер (по движению Ио); 3)Сатурна (по движению Титана); 4)Урана (по движению Ариэля); 5)Нептуна (по движению Тритона); 6)Марса (по движению Деймоса); 7)Юпитера (по движению Европы); 8)Сатурна (по движению Япета).

5\*. Определить ускорение силы тяжести на поверхности Солнца, Луны и той же планеты.

6\*. Вычислить свой вес на поверхности тех же небесных тел.

7\*. Вычислить вес космического корабля- спутника «Восток» на поверхности Луны и той же планеты (вес этого корабля на Земле равен 4,7 mс ).

8. Определить ускорение силы тяжести на расстояниях, равных одному, четырем и девяти радиусам от поверхности одного из тех же небесных тел.

9\*. Вычислить гравитационное ускорение Земли и той же планеты в поле тяготения Солнца.

10\*. Из анализа результатов пунктов 5 – 9 сформулировать вывод о причинах различия гравитационного ускорения в поле тяготения разных тел и графически изобразить зависимость гравитационного ускорения от соответствующих аргументов.

11. Вычислить ускорение силы тяжести на поверхности Солнца, Луны и той же планеты при условии увеличения их диаметров вдвое и при сохранении их средней плотности неизменной.

12. Определить гипотетическую массу Земли, при которой Луна обращалась бы вокруг нее с современным периодом, но на вдвое большем расстоянии, и сравнить гравитационное ускорение Луны в этом случае с действительным его значением.

13.Сычислить гипотетическую массу Солнца, при которой та же планета, сохраняя свою орбитальную скорость , перестала бы быть его спутником.

Отчет о работе №3

Дата выполнения работы:

1. При решении на логарифмической линейке (или арифмометре).

Луна Формула

ɑ= π=

Τ= π²=

ɑ³= 4π²=

Τ₂= f=

$\frac{ɑ³}{Τ₂}$= $\frac{4π²}{f}$= Земля М=

При решении с таблицами логарифмов

Луна Формула

ɑ= f= 2lgπ=

Τ= π= lg4=

lgT= lgπ = + lgɑ=

lgɑ= + lgf = lgB=

2lgT= - lgA=

 lgА= lgM= Земля М=

2 и 3. Малая планета

ɑ= е= 1 - е= 1 - ɑ=

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r | $$\sqrt{r}$$ | $$ϑₐ$$ | $$υ\_{n}$$ | $$ϑ$$ |  | Соотношение |
| ɑ=q=Q= |  |  |  |  | $$\frac{Q}{q}=$$$$\sqrt{\frac{Q}{q}}=$$ | $$ϑ$$ <$ ϑ$ < <$ ϑ$ <  |

Вывод:

4.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Земля | Луна | Планета | Спутник | Солнце |
|  ɑ Τ$$(\frac{Τ₂}{Τ₁})$$$$(\frac{Τ₂}{Τ₁})^{2}$$$$(\frac{ɑ₁}{ɑ₂})$$$$(\frac{ɑ₁}{ɑ₂})^{2}$$ |  |  |  |  |  |

5 -7.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Земля | Солнце | Луна | Планета |
| MRggP(Восток) |  |  |  |  |

8.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| r | R | 2R | 5R | 10R |
| $$r^{2}$$$$g^{2}$$ |  |  |  |  |

9.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Земля | Планета |
| ɑ$$\frac{R}{ɑ}$$$$(\frac{R}{ɑ})^{2}$$$$g\_{ᵣ}$$ |  |  |

Солнце R=

 g=

10. Вывод: График прилагается.

11.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Солнце | Луна | Планета |
| g$$\frac{R^{´}}{R}$$$$g^{´}$$ |  |  |  |

12.

Условие Решение

13.

Условие Ре

***Отчет по работе***

 Отчет по практической работе должен быть представлен в виде реферата с подробным описанием использованных формул, чертежей и расчетами выполненных заданий.

Необходимые для заполнения таблицы представлены ниже.