

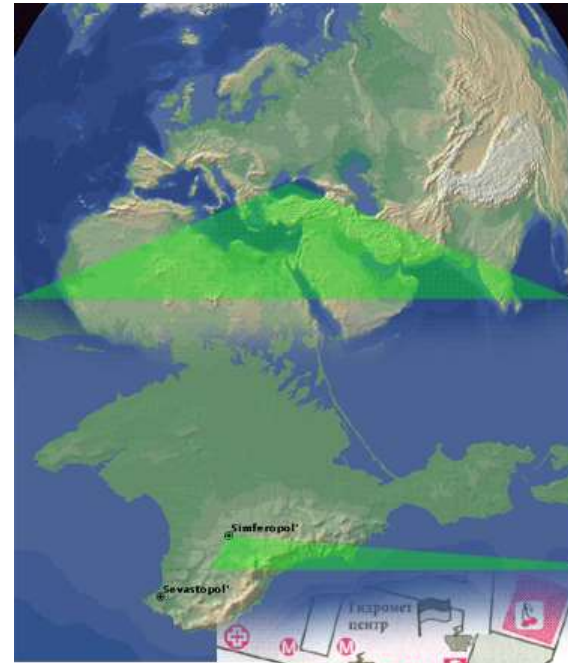
**Республиканское внешкольное учебное заведение  
Малая академия наук учащейся молодежи АР Крым  
«Искатель»**

**Лавут Е.С.**

**Методическое пособие для преподавателей астрономии  
в школах и внешкольных учебных заведениях.**

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО АСТРОНОМИИ**

**Симферополь  
2006**



**Юношеская Астрономическая Обсерватория  
При Малой академии наук «Искатель» предлагает  
лекционные и практические занятия по астрономии для  
учащихся 1-11 классов по следующим разделам:**

**1. Для 1-4 классов:**

**«Земля – наш дом во Вселенной».**

**«Путешествие по Солнечной системе».**

**«Моя Вселенная».**

**2. Для 5-8 классов:**

**«Земля и ее спутник Луна».**

**«Солнечная система».**

**«Звездное небо».**

**3. Для 9-11 классов:**

**«Небесная сфера. Ориентирование на звездном небе».**

**«Физика планет».**

**«Среди звезд и галактик».**

**«Наблюдаемая Вселенная».**

**В программу занятий входит:**

**- показ слайдов и фотографий;**

**- тематические видеofilмы;**

**- дискуссии и практические задания**

**(для старших школьников);**

**- интерактивные и подвижные игры**

**(для младших школьников);**

**- демонстрация интересных объектов звездного неба и  
солнечных пятен в телескопы.**

**Обращаться по адресу:**

**г. Симферополь, Детский парк (за Дворцом Пионеров)**

**Юношеская астрономическая обсерватория.**

**Телефон для справок: 8-0652-25-25-58.**

## **Введение.**

В настоящее время школьные и внешкольные учебные заведения испытывают дефицит в наглядных пособиях и приборах для практических занятий. Однако учебный процесс не будет полным, без приобретения учащимися практических навыков. Автор постарался восполнить этот пробел.

Данное методическое пособие включает в себя те практические работы, которые не требуют специального оборудования для наблюдений. Они рассчитаны на работу с звездной картой, астрономическим календарем и каталогом звездного неба. Перед проведением практической работы желательно провести лекционное занятие с демонстрационным оборудованием: теллурий, армиллярная сфера, модели тел солнечной системы, фотографии и слайды объектов звездного неба.

В зависимости от выделенного на занятие времени практическую работу можно разделить на несколько этапов или сократить по желанию преподавателя.

Во второй части пособия будут представлены практические работы наблюдательного характера, требующие минимального оснащения оборудованием: бинокль, школьный телескоп, фотоаппарат «ЗЕНИТ», «Ленинград», «Киев».

Дополнительные творческие задания к данным практическим работам могут стать основой исследовательских работ учащихся и быть представленными к защите на конкурсах Малой академии наук в секции астрономии.

**Тема: Вращение небесной сферы. Ориентирование на звездном небе.**

**Цель работы:** Изучить карту звездного неба. Усвоить и закрепить практические навыки работы с подвижной картой звездного неба.

**Пособия и оборудование:** Армилярная сфера, каталог звездного неба, подвижная карта звездного неба.

### Описание и ознакомление с подвижной картой звездного неба.

Подвижная карта звездного неба служит пособием для общей ориентировки на звездном небе в любой момент времени.

Пособие состоит из двух частей: вращающейся около полюса мира звездной карты и, подвижно расположенного на ней круга горизонта (накладного круга). Вокруг звездной карты нанесен круг календарных дат, сопоставимых с проекцией точки весеннего равноденствия на этот круг (22 марта). На карте отмечены экваториальные координаты:  $\alpha$  – прямое восхождение (лучевая симметрия линий от центра карты, каждые  $30^\circ$  т.е. каждые 2 часа от точки весеннего равноденствия),  $\delta$  – склонение (концентрические окружности, соответствующие  $+60^\circ$ ,  $+30^\circ$ ,  $0^\circ$  – небесный экватор,  $-30^\circ$ ). Звезды, имеющие склонение меньше  $-45^\circ$ , не отмечены, т.к. в средних широтах не видны.

В накладном круге необходимо вырезать окно, являющееся непосредственно линией горизонта по линии, обозначенной соответствующей широте места. На линии горизонта отмечены точки севера, юга, востока и запада. Удобно вырезанный круг с окном заламинировать. Сориентированный по центру накладной круг закрепить самодельной кнопкой: проделать отверстия в центре кругов, соединить их, вставив отрезок пустого стержня от шариковой ручки и затем запаять оба конца отрезка.

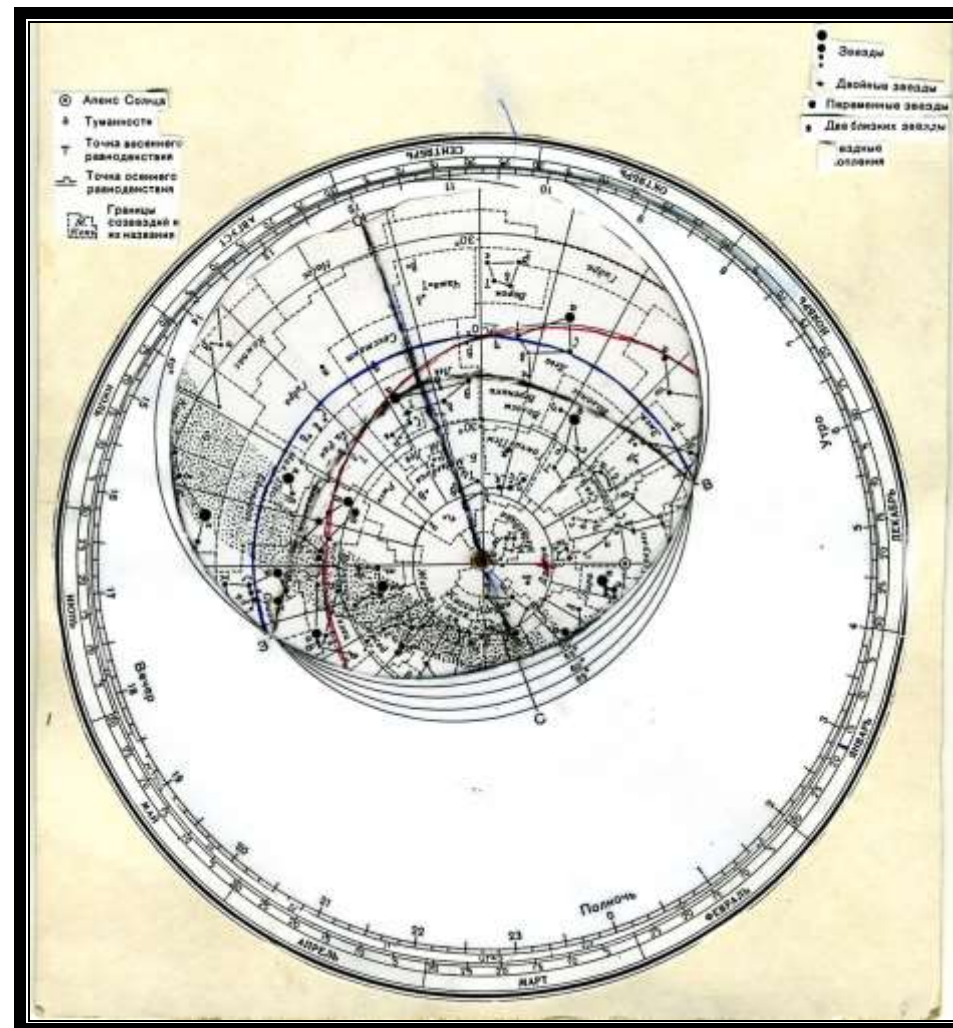
На прозрачном окне, соединив точки севера и юга, получим проекцию небесного меридиана на плоскость горизонта (т.е. линию кульминации светил). Примерно разделив эту линию пополам, отметить точку зенита (Z). Учитывая гномоническую проекцию, сделать CZ  $\sphericalangle$  ZЮ на 5 – 6 мм.

Для лучшего понимания линий и точек на подвижной карте, необходимо продемонстрировать их на армилярной сфере.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Практическая работа №1.....	4
Практическая работа №2.....	8
Практическая работа №3.....	15
Практическая работа №4.....	22
Диаграмма видимости небесных тел в2006 году.....	27



### Ход работы

Подвижная карта звездного неба позволяет решить ряд практических задач по астрономии.

1. Описать вид звездного неба в заданное время и дату.

Для этого сопоставить дату на внешнем круге карты с заданным временем на накладном круге. Рассматривая участок звездного неба в окне накладного круга, заполнить таблицу.

Положение относительно горизонта	созвездия
Восходящие	
Заходящие	
В верхней кульминации	
В нижней кульминации	
Вблизи зенита	
эклиптикальные	

2. Найти моменты восхода и захода кульминации на заданную дату объектов, отождествив их по экваториальным координатам.

Преподаватель, имеющий каталог звездного неба, может задать объекты по своему выбору. Даты следует выбирать с разрывом 3 – 6 месяцев.

Экваториальные координаты		объект	Дата	Восход	Кульминация	Заход
$\alpha$	$\delta$					

Для того чтобы определить момент восхода светила, необходимо повернуть накладной круг таким образом, чтобы объект находился на линии горизонта с восточной стороны и в таком положении определить момент времени, соответствующий заданной дате. Аналогично определяются моменты заход светил (установить за западную сторону горизонта) и кульминации (на линию север – юг).

ДИАГРАММА ВИДИМОСТИ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ В 2006 ГОДУ

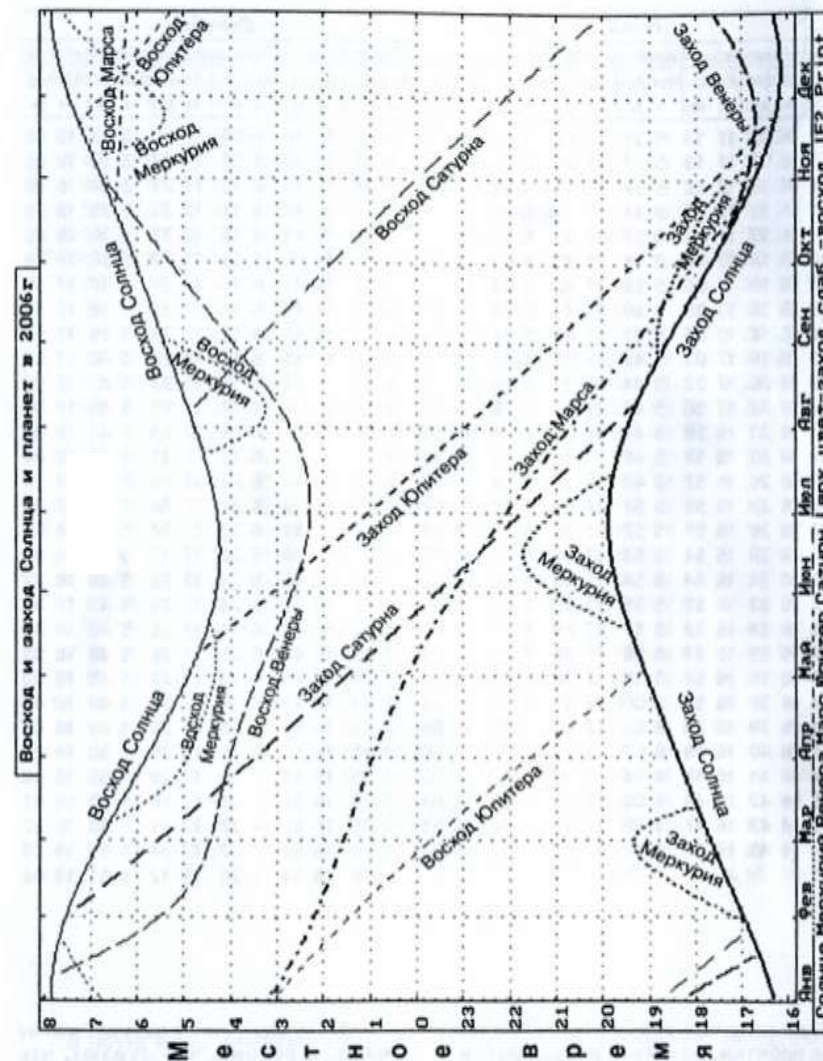


График восхода и захода Солнца и планет в 2006 году. Линии восхода и захода Солнца даны для Одессы ( $\Phi=46,5^\circ$ ).

### Волопас

обозначение	$\alpha$	$\delta$	$\pi$	R	m	M	Sp
$\alpha$	14 11	19	90		0	-0,1	K2
$\varepsilon$	14 40	27	13		2,3	-1,6	K0
$\eta$	13 50	18	102		2,6	2,8	G0
$\gamma$	14 28	38	16		3	0,6	A7
$\delta$	15 11	33	28		3,5	0,8	G8
$\beta$	14 58	40	22		3,5	0,5	G8
$\rho$	14 27	30	25		3,6	0,6	K3
$\zeta$	14 36	14	7		3,7	-0,4	A2
$\theta$	14 21	52	67		4	3,2	F7
$\lambda$	13 44	16	10		4	-0,1	K5
$\nu$	14 12	46	43		4,1	1,8	A0
m	15 20	37	30		4,3	2,1	F0
$\delta$	15 30	30	63		4,4	3,4	F2
$\zeta$	13 42	17	56		4,5	3,6	F7

### Скорпион

обозначение	$\alpha$	$\delta$	$\pi$	R	m	M	Sp
$\alpha$	16 23	-26	19		0,9	-5	M1+134
$\lambda$	17 26	-37	12		1,6	-3	B1
$\theta$	17 30	-42	20		1,8	-3,4	F0
$\varepsilon$	16 43	-34	49		2,3	0,7	K2
$\delta$	15 54	-22	11		2,3	-4,9	B0
$\kappa$	17 35	-38	9		2,4	-2,7	B2
$\beta$	15 59	-19	4		2,6	-3,4	B0
$\nu$	17 24	-37	10		2,7	-2,2	B3
$\zeta$	16 29	-28	14		2,8	-4,3	B1
$\delta$	16 15	-25	9		2,9	-4,3	F2
$\pi$	15 52	-25	5		2,9	-3,2	B1
$\iota_1$	17 40	-40	13		3	-7	K1
$\mu_1$	16 45	-37	11		3	-3	F0
$\Gamma$	17 43	-37	32		3,2	0,4	B2
$\eta$	17 05	-43	63		3,3	2,5	K4
$\mu_2$	16 45	-37	4		3,5	-3,2	B2
$\zeta$	16 47	-42	21		3,6	-3,6	B1
$\rho$	15 50	-28	5		3,8	-2,4	B2

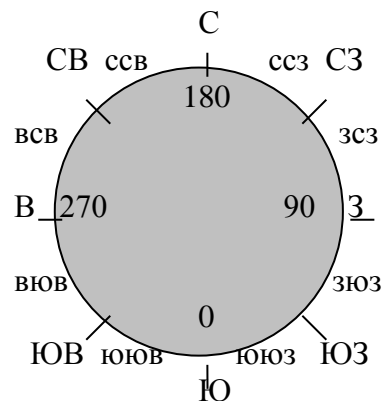
Сделать выводы об условиях видимости объектов в заданное время. Например, в светлое время суток (за 1 – 2 часа до восхода Солнца и 1- 2 часа после захода Солнца) объект не будет виден.

3. Определить примерные горизонтальные координаты светил по заданному времени и экваториальным координатам.

Экваториальные координаты		Дата	Горизонтальные координаты	
$\alpha$	$\delta$		h	A

Высоту светила **h** можно определить следующим образом. Провести линию от зенита через объект, поделив ее на 9 частей, определить масштаб измерений (по  $10^0$ ). Измерить расстояние от горизонта до объекта и перевести в градусную меру.

Азимут светила (**A**) можно определять в градусной мере или же в упрощенной форме – буквами, обозначающие стороны горизонта. Азимут отсчитывается от точки юга в сторону запада.

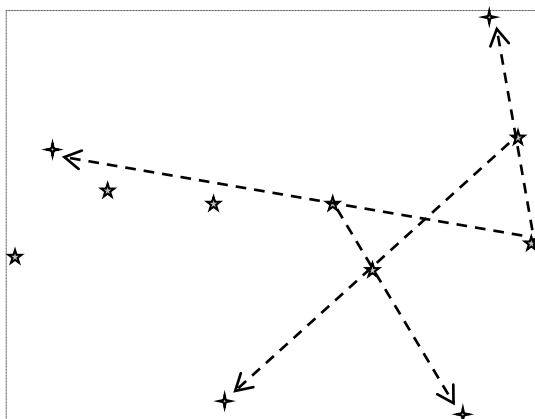


4. Из анализа результатов сформулировать выводы:

А) О изменении моментов восхода и захода звезд на протяжении года, указав направление и величину этого изменения.

Б) О условиях видимости различных созвездий в данном месте по высоте светил в кульминациях.

В) Начертить схему ориентировки на звездном небе по ярким звездам, взяв за основу ковш Большой Медведицы или созвездие Ориона. Отметить их собственные имена.



## Практическая работа № 2

Тема: Движение планет по небесной сфере.

**Цель:** Научится определять положение и перемещение планет на звездной карте. Выявлять условия видимости планет в соответствии с их положением относительно Солнца.

**Оборудование:** подвижная карта звездного неба, астрономический календарь, планетурий (прибор для демонстрации видимого и истинного движения планет).

## Предлагаемые варианты таблиц созвездий для выполнения данной практической работы.

### Большой Пес

обозначение	$\alpha$	$\delta$	$\pi$	R	m	M	Sp
$\alpha$	06 40	-16	375		-1,5	1,5	A1
$\varepsilon$	06 54	-28	1		1,5	-4,4	B2
$\delta$	07 04	-26	3		1,5	-5,9	F8
$\beta$	06 18	-17	14		1,9	-4,5	B1
$\eta$	07 20	-29	12		2,4	6	B5
$\omicron$	06 58	-23	7		3	-7	B3
$\iota$	06 16	-30	13		3	-1,3	B2
$\sigma$	06 57	-27	17		3,4	-1,1	M0
$\omega$	07 10	-26	8		3,8	-1,6	B3
$\nu$	06 32	-19	52		3,9	2,1	K1
$\rho$	06 50	-24	2		3,9	-5,2	K3
$\chi$	06 46	-32	6		3,9	-2,3	B2
$\theta$	06 49	-11	21		4	0,9	K4
$\gamma$	06 59	-15	10		4,1	-0,9	B8

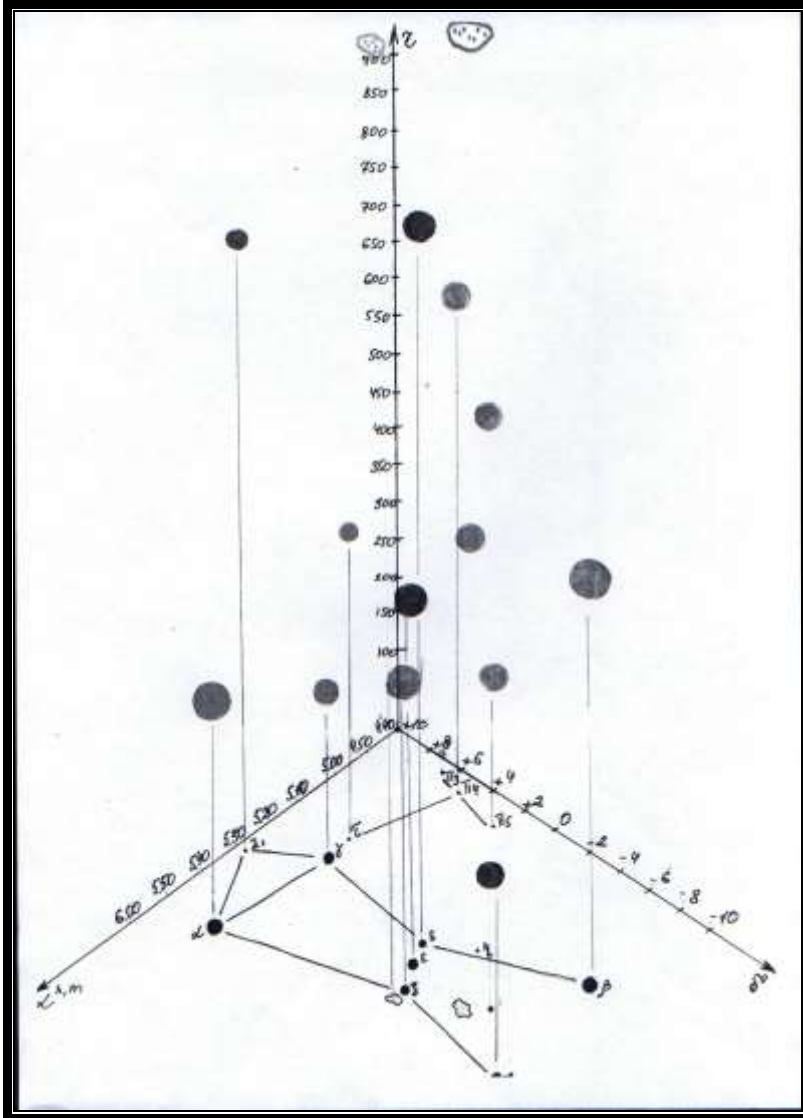
### Возничий

обозначение	$\alpha$	$\delta$	$\pi$	R	m	M	Sp
$\alpha$	05 09	45	73		0	-0,6	G8
$\beta$	05 52	44	37		1,9	0	A2
$\theta$	05 52	37	18		2,6	0	B9
$\iota$	04 50	33	15		2,7	-1,3	K3
$\varepsilon$	04 54	43	4		3	-6	F0
$\eta$	04 59	41	13		3,2	-1,1	B3
$\delta$	05 51	54	20		3,7	0,6	K0
$\xi$	04 55	40	2		3,7	-3	K5
$\nu$	05 44	39	17		3,9	-0,2	K0
$\pi$	05 52	45	3		4,2	-3	M3
$\kappa$	06 09	29	16		4,3	0,7	G8
$\zeta$	05 52	39	4		4,5	-0,1	G8



5. Найти на полученной пространственной карте:

- самую яркую звезду;
- самую слабую звезду;
- самую близкую звезду;
- самую далекую звезду;
- самую горячую звезду;
- самую холодную звезду.



### Методические указания.

Вопросы динамики планет, Солнца и Луны изначально закладывали фундамент научного мировоззрения человечества. Поэтому важно понимать различия между видимым перемещением и истинным движением небесных тел. Удобно выявлять закономерности движения небесных тел на движениях планет близких к Земле, т.е. Марса и Венеры. Однако преподаватель может предложить учащимся и другие варианты. Видимое перемещение планет среди звезд является проекцией истинного движения планет на небесную сферу. Кроме того, из-за взаиморасположения Земли, Солнца и планеты, выявляются разные условия для наблюдения этой планеты. Особые взаиморасположения планеты, Земли и Солнца называется *конфигурациями*. По отмеченной траектории движения планеты на звездной карте несложно определить точки конфигураций. С помощью подвижной карты звездного неба наглядно выявляются условия для наблюдений в этих точках (моменты восхода, захода, кульминации, азимуты восхода и захода, высота над горизонтом в кульминации).

Желательно перед практической работой продемонстрировать истинное и видимое движение планет с помощью планетурия.



### Ход работы

1. Выписать из астрономического календаря координаты Марса и Венеры ( $\alpha$  и  $\delta$ ), и их угловые диаметры ( $d''$ ) через каждые 16 дней и занести в таблицу.

2. Составить таблицу для звезд и объектов до  $4,5^m$ , используя данные из каталога Михайлова или Астрономического календаря (постоянная часть), где  $\alpha$  и  $\delta$  – экваториальные координаты,  $\pi$  – параллакс в секундах дуги,  $m$  – видимая звездная величина,  $Sp$  – спектральный класс.

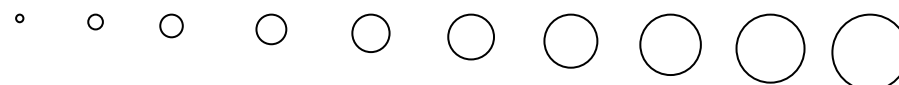
Пример таблицы для созвездия Орион.

№ п.	Объект	$\alpha$	$\delta, \circ'$	$m$	$Sp$	$\pi$	$r$ св.г.	$M$
1	$\beta$	5h 10m	-8,19	0,15	v8	0,006	543	-8,2
2	$\alpha$	50m	7,23	0,73	m2	0,011	296	-8,5
3	$\gamma$	20m	6 16	1,64	v2	0,014	232	-3,4
4	$\epsilon$	31m	-1,16	1,7	vo	0,007	465	-7
5	$\zeta$	36m	-2	1,8	o9	0,008	407	-6,4
6	$\kappa$	43m	-9,42	2	vo	0,006	543	-6,7
7	$\delta$	26m	-0,22	2,2	o9	0,003	947	-6
8	$\iota$	30m	-5,59	2,7	o9	0,021	155	-5,7
9	$\pi 3$	4h 44m	6 47	3,2	F6	0,128	25	3,8
10	$\eta$	5h 19m	-2,29	3,3	B1	0,006	543	-4,9
11	$\lambda 1$	5h 30m	9 52	3,4	O8	0,004	815	-4,9
12	$\tau$	5h 12m	-6,57	3,6	B8	0,008	407	-1,8
13	$\pi 4$	4h 46m	5 26	3,7	B2	0,005	652	-4,5
14	$\pi 5$	4h 49m	2 17	3,7	B2	0,006	543	-6,7
15	$m 42$	5h 33m	-5,25	5	O7-B8	0,003	947	

3. Вычислить из данной таблицы

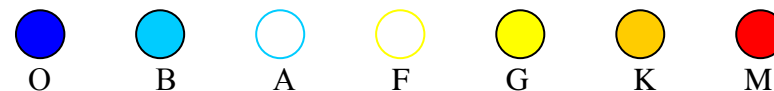
$M$  – абсолютную звездную величину, по формуле:  $M = m + 5 + 5 \lg r$  и  $r$  св.г. – расстояние до звезды в световых годах, по формуле:  $r_{\text{св.г.}} = 3,26/p$ . Записать полученные результаты в таблицу.

4. Построить карту созвездия в трехмерной системе координат ( $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $r$ ). Для обозначения звездных величин использовать окружности разного диаметра в миллиметрах:



$4^m - 3^m \quad 3^m - 2^m \quad 2^m - 1^m \quad 1^m - 0^m \quad 0^m - -1^m \quad -1^m - -2^m \quad -2^m - -3^m \quad -3^m - -4^m \quad -4^m - -5^m \quad -5^m - -6^m \quad -6^m - -7^m \quad -7^m - -8^m$

Для обозначения цвета спектрального класса:



**Практическая работа № 4**  
**«Пространственная карта созвездия».**

**Цель:** Изобразить пространственное расположение звезд какого либо созвездия, обозначая соответственно их абсолютной звездной величине и спектральному классу.

**Оборудование:** Карта звездного неба, атлас Михайлова, Астрономический календарь постоянная часть.

**Методические указания.**

Конфигурация созвездий получается в результате проекции звезд на небесную сферу. В космическом пространстве звезды расположены на расстояниях отличных от привычного вида созвездия. Чтобы представить себе настоящую картину расположения звезд созвездия в пространстве, необходимо знать расстояние до них. Это расстояние можно вычислить из значения параллакса, который дается в звездных каталогах.

Истинная яркость звезды также зависит от расстояния до нее и видимой звездной величины. Спектральный класс звезды указывает на ее температуру. Таким образом, используя данные параметры (**r**, **M**, **Sp**) можно получить истинную картину созвездия.

На первом этапе работы необходимо построить карту созвездия в экваториальных координатах ( **$\alpha$** ,  **$\delta$** ) и с видимой звездной величиной (**m**). На листе формата А4 построить три оси под углом 60°. Две нижние из них – это оси  **$\alpha$**  и  **$\delta$** , а третья –  **$\Gamma$**  – расстояние в световых годах. На плоскости  **$\alpha$**  и  **$\delta$**  строится двухмерная карта созвездия, в черно-белом варианте обозначений **m**.

На втором этапе каждую звезду «поднимают» параллельно оси  **$\Gamma$**  на расстояние  **$\Gamma$**  и строят в цветных обозначениях **M**.

**Ход работы.**

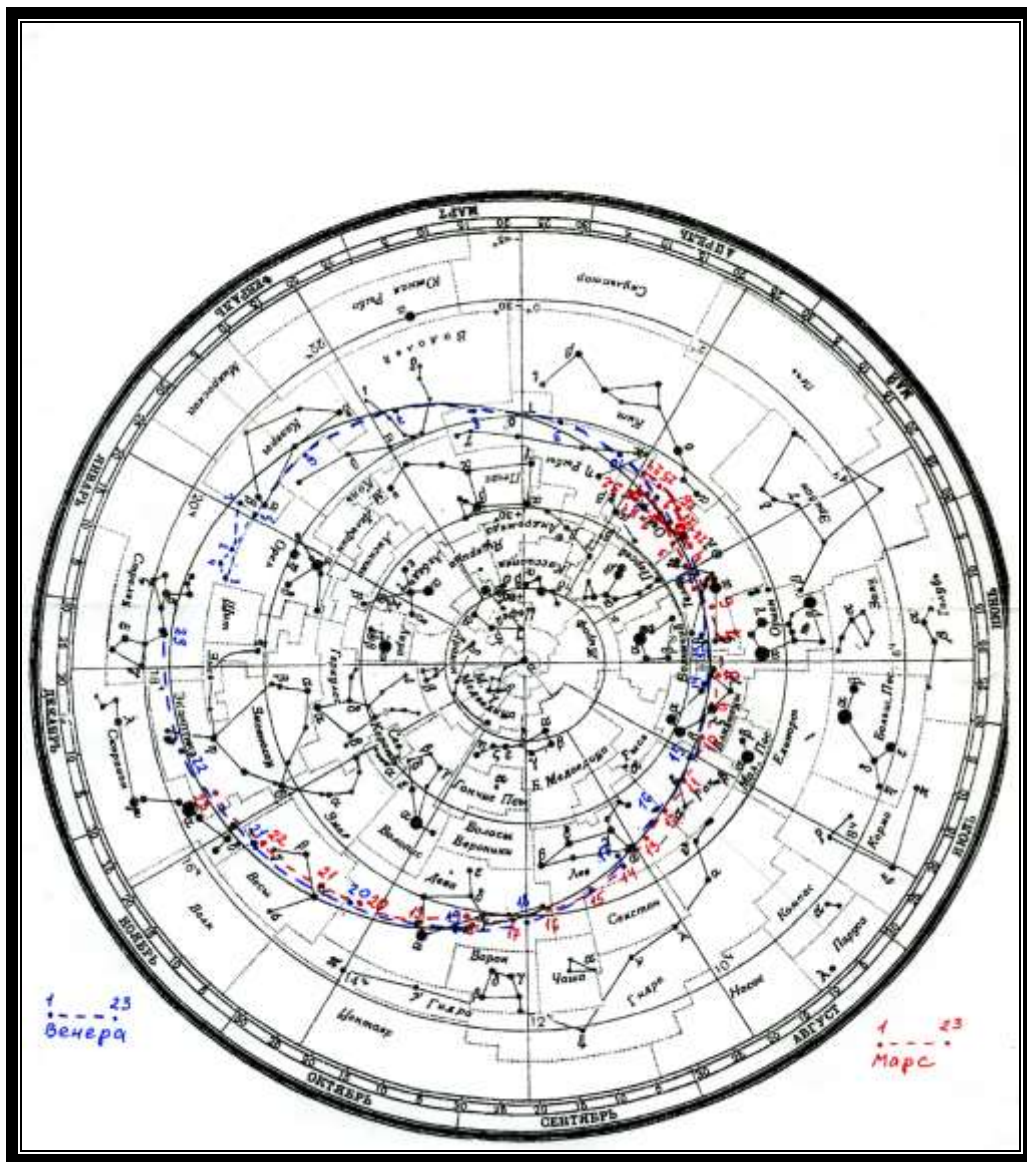
1. Выбрать созвездие по карте звездного неба в пределах по  $\delta$  - (+40° - -40°).

№ на карте	Дата на 2006	ВЕНЕРА						МАРС							
		h	$\alpha$	m	$\delta$ ° ' "	d "	r	$\omega$	h	$\alpha$	m	$\delta$ ° ' "	d "	r	$\omega$
1	1 янв	20 07	-17,49	58				02 32	16 37	12,1					
2	17 янв	19 30	-15,40	62				02 52	18 16	10,2					
3	2 фев	19 06	-15,26	52				03 18	20 07	8,7					
4	18 фев	19 22	-16,08	40				03 49	21 55	7,6					
5	6 мар	20 07	-16,07	31				04 24	23 26	6,7					
6	22 мар	21 06	-14,21	25				05 02	24 31	6					
7	7 апр	22 11	-10,39	21				05 42	25 03	5,5					
8	23 апр	23 18	-5,19	18				06 22	24 57	5,1					
9	9 май	00 25	1,02	16				07 04	24 10	4,7					
10	25 май	01 34	7,43	14				07 45	22 43	4,4					
11	10 июн	02 46	13,59	13				08 25	20 38	4,2					
12	26 июн	04 02	19,02	12				09 05	17 59	4					
13	12 июл	05 23	22,08	11,6				09 44	14 51	3,9					
14	28 июл	06 46	22,41	11				10 22	11 18	3,8					
15	13 авг	08 09	20,29	10,5				10 59	7 27	3,7					
16	29 авг	09 30	15,47	10,2				11 37	3 22	3,6					
17	14 сен	10 46	9,12	10				12 14	-0,5	3,6					
18	30 сен	12 00	1,31	9,8				12 53	-5,03	3,6					
19	16 окт	13 13	-6,27	9,7				13 32	-19,11	3,6					
20	1 ноя	14 29	-13,52	9,7				14 13	-13,06	3,6					
21	17 ноя	15 49	-19,48	9,8				14 56	-16,38	3,7					
22	3 дек	17 14	-23,25	9,9				15 41	-19,39	3,7					
23	19 дек	18 42	-24,03	10,1				16 29	-21,58	3,8					

В связи с тем, что синодический период Марса больше года, предлагается дополнить данные Марса с августа 2005 года.

№ на карте	дата на 2005	h	$\alpha$	m	$\delta$ ° ' "	d "	r	$\omega$
24	1 авг	02 04	9 37	11				
25	17 авг	02 36	12 20	13				
26	2 сен	03 03	14 25	14				
27	18 сен	03 21	15 49	16				
28	4 окт	03 26	16 32	18				
29	20 окт	03 16	16 35	20				
30	6 ноя	02 53	15 57	20				
31	24 ноя	02 30	15 14	18				
32	10 дек	02 22	15 15	15				

2. Отметить точки расположения планет на звездной карте. Соединить, получив траекторию планет.



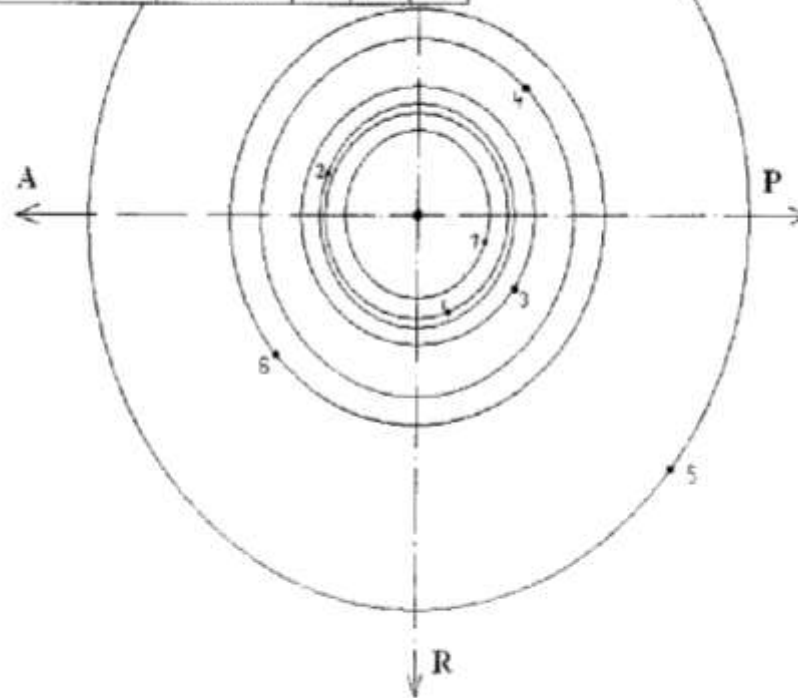
3. Для больших спутников планет.

Сравнительная схема орбит больших спутников

Масштаб: 1см - 200 тыс. км

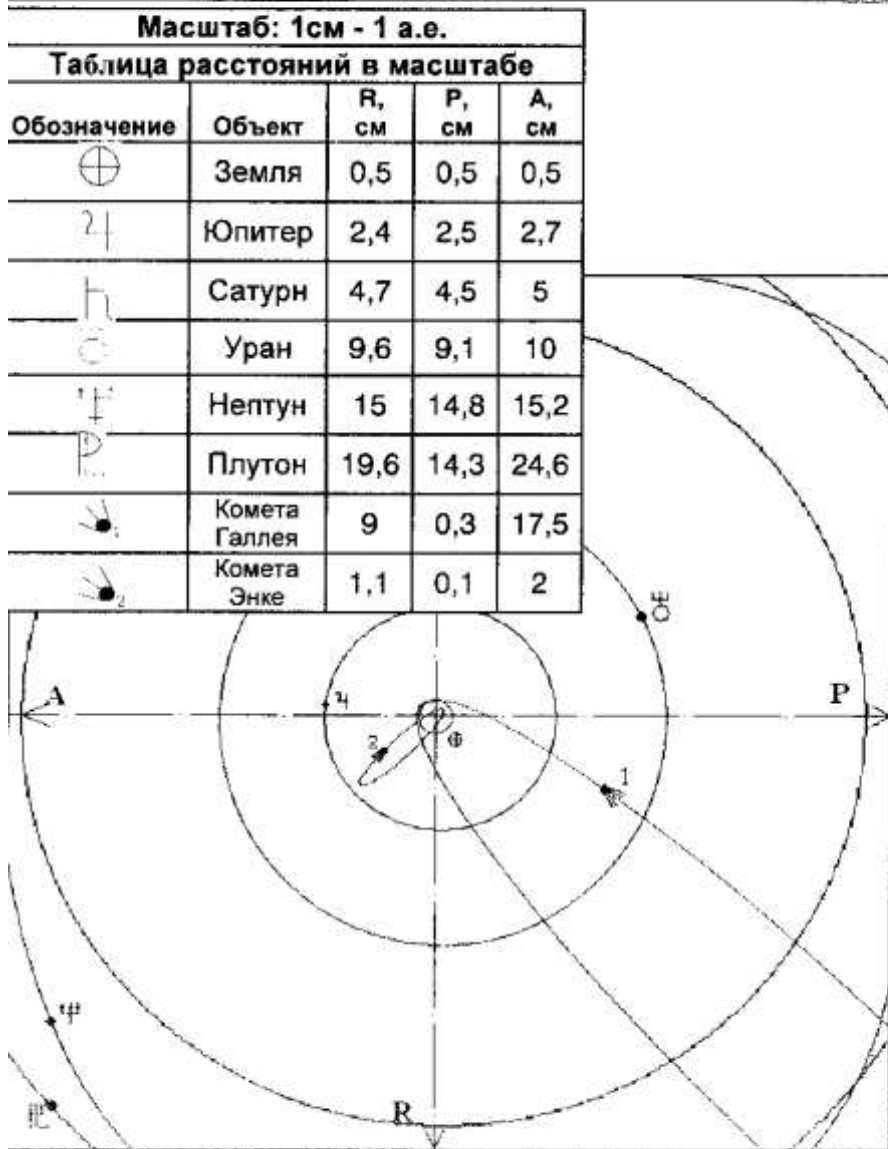
Таблица расстояний в масштабе

Обозначение	Объект	R, см	P, см	A, см
1	Луна	1,9	1,8	2
2	Ио	2,1	2,1	2,1
3	Европа	3,3	3,3	3,3
4	Ганимед	5,3	5,3	5,3
5	Каллисто	9,4	9,4	9,4
6	Титан	6,1	5,9	6,3
7	Тритон	1,7	1,7	1,7



2. Для планет – гигантов, Земли, Плутона и комет;

**Сравнительная схема орбит планет гигантов, Плутона и комет**



3. Определить угловые скорости перемещения планет в течении суток на разных участках по формулам:

$$\omega_\alpha = \frac{\Delta\alpha}{N}$$

$$\omega_\delta = \frac{\Delta\delta}{N}$$

$$\omega = \sqrt{\omega_\alpha^2 + \omega_\delta^2}, \text{ где}$$

$\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ ,  $\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1$ ,  $N$  – количество дней между положениями 1 и 2.



4. Занести полученные результаты в таблицу, построить график зависимости  $\omega$  от ( $N$ ), выявить на графике максимальную и минимальную угловую скорость. Делать отдельно графики для каждой планеты.

5. Зная угловой и линейный диаметр планеты, вычислить расстояние до нее по формуле:

$$r = \frac{D}{\sin d}, \text{ где } D \text{ – линейный диаметр (км), а } d \text{ – угловой диаметр (в угловых секундах), } r \text{ – расстояние до планеты в км в точках вычисления их угловой скорости.}$$

Начертить на графике  $\omega(N)$  дополнительную ось  $\Gamma$  и построить график зависимости  $r(N)$ . Сделать выводы о зависимости  $r(\omega)$ . Выявить максимальное и минимальное расстояние из графика.

6. Выделить на траектории планеты петлеобразные участки и сделать вывод об особенностях расположения планет по отношению к Земле в этот промежуток времени, отдельно для внутренней и внешней планеты.

7. Найти траектории движения точки конфигураций для обеих планет.

8. Для этих точек описать условия видимости планет помощью подвижной карты, определить моменты восхода, захода и кульминации этих положений для планет, а так же азимуты восхода, захода и высоту в кульминации. Результаты занести в таблицу. В последней колонке выберите наиболее удобное время для наблюдений планеты в каждой точке.

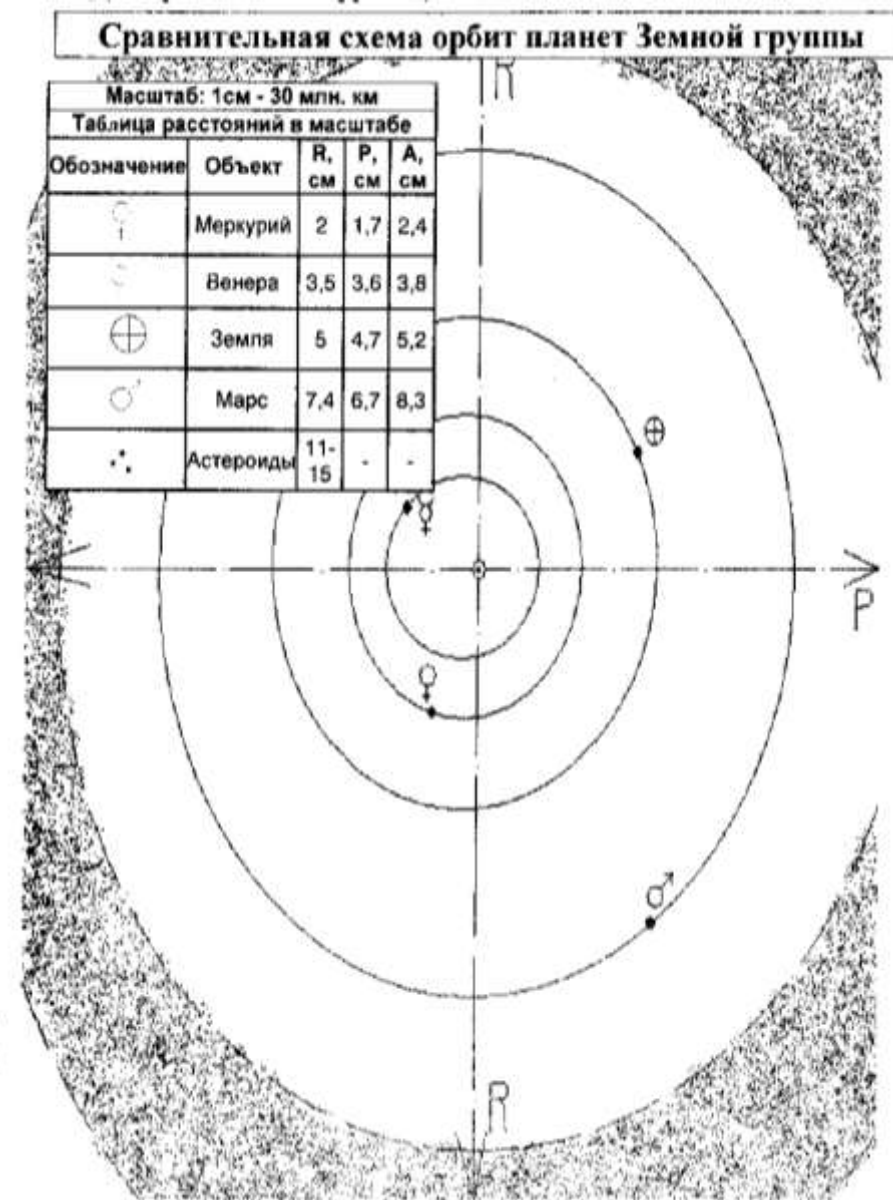
9. Найдите дату максимального сближения планет.

планета	конфигурация	Дата	Экв. Координаты		Восход		Заход		Кульминация		рекомендации к времени наблюдений
			$\alpha$	$\delta$	момент	азимут	момент	азимут	момент	высота	
ВЕНЕРА	восточная элонгация	3.11.06	17 45	-26							
	нижнее соединение	14.1.06	19 45	-16							
	западная элонгация	26.3.06	21 15	-13							
	верхнее соединение	27.10.06	14 00	-11							
МАРС	западная квадратура	13.7.06	1 18	5							
	противостояние	7.11.06	2 50	16							
	восточная квадратура	19.2.06	3 50	22							
	Соединение	23.10.06	13 15	-8							

## Часть 2

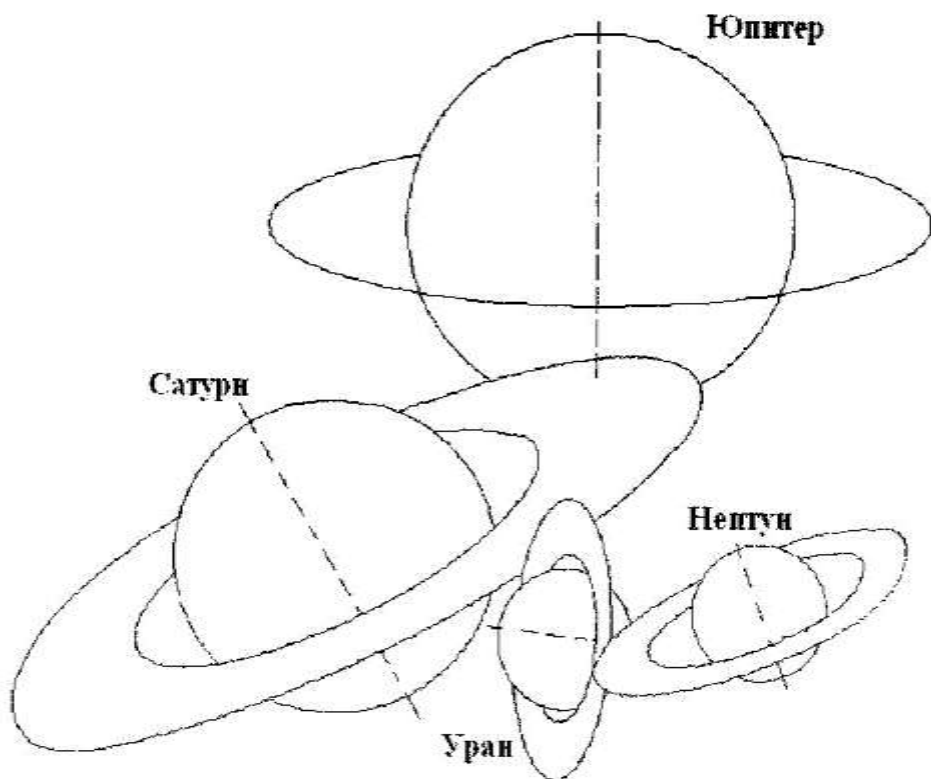
### Общие схемы орбит Солнечной системы

#### 1. Для орбит земной группы;



## 2. Сравнительные размеры планет – гигантов и их колец.

Сравнительные размеры планет - гигантов, их колец и наклоны осей вращения.			
Масштаб: 1см - 15000 км			
Таблица линейных размеров в масштабе			
Обозначение	R планеты, см	R кольца, см	
		внешний	внутренний
Юпитер	4,8	8,2	8,2
Сатурн	4	9,1	5,1
Уран	1,7	3,3	2
Нептун	1,6	4,1	2,8



## Практическая работа № 3

**Тема:** Сравнительные характеристики тел Солнечной системы

**Цель работы:** Обобщить знания о физических характеристиках и движении тел Солнечной системы. Методом сравнения выявить общие и отличительные параметры этих тел.

**Пособия и оборудование:** фотографии Солнца, планет и их крупных спутников, циркуль, транспортир, линейка, калькулятор.

**Методические указания к работе.**

Данная практическая работа поможет учащимся систематизировать знания о телах Солнечной системы, выявить их различия и общие особенности в физических характеристиках и движении тел.

Первая часть практической работы посвящена физическим характеристикам тел Солнечной системы: диаметры, наклон оси вращения, наличие и геометрические характеристики колец, внешний вид поверхности. Для сравнительного анализа диаметров тел предлагается перевести линейные диаметры в относительные размеры с Землей  $D_{км}/D_z$ . Далее выбрать удобный масштаб для нанесения окружностей на сравнительный рисунок. Следует отдельно выполнять рисунки для планет Земной группы и крупных спутников, и для планет гигантов с их кольцами. С помощью транспортира отмечается угол наклона оси вращения планеты от перпендикуляра по часовой стрелке, полученную ось обозначают пунктиром. Каждое тело разукрашивается в соответствии с его внешним видом по предложенным преподавателем фотографиям. Чтобы нарисовать кольца планеты, необходимо провести перпендикуляр к оси вращения (экваториальная плоскость). На нем отметить внутренний и внешний радиус колец с обеих сторон. Провести концентрические эллипсы через эти точки. Видимая толщина колец более тонкая за планетой и более широкая перед ней.

Вторая часть практической работы посвящена элементам орбиты тел Солнечной системы. Она включает в себя закрепление следующих понятий: большая полуось орбиты, эксцентриситет, афелий и перигелий. Используя значения этих элементов, строятся сравнительные схемы орбит, отдельно для Земной группы планет, для планет гигантов и больших спутников планет с гипотетической планетой в центре. Для сравнительной схемы орбит тел, рекомендуется сначала перевести данные таблицы в километрах в астрономические единицы, а затем выбрать удобный масштаб для рисунков

На схеме отметить вертикальную и горизонтальную оси. На вертикальной оси отметить большие полуоси (вверх и вниз), на горизонтальной оси отметить перигейное расстояние справа, а афелийное расстояние слева, через полученные точки провести орбиту.

Общая таблица с данными параметрами, вычисление дополнительных параметров.

№ п.	Небесное тело	D <sub>км</sub>	D <sub>км</sub> /D <sub>з</sub>	ε°	R, млн.км	R, а.е.	e	P, а.е.	A, а.е.
1	Меркурий	4880	0,38	2	57,9	0,39	0,21	0,31	0,47
2	Венера	12100	0,94	2,7	108	0,72	0,01	0,71	0,73
3	Земля	12756	1	23,5	149,6	1	0,02	0,98	1,02
4	Марс	6794	0,53	25,2	228	1,52	0,09	1,38	1,66
5	Юпитер	113200	11,23	3,1	778,4	5,2	0,05	4,94	5,46
6	Сатурн	120000	9,4	26,7	1424,6	9,52	0,05	9	10
7	Уран	51800	4,06	97,9	2867	19,16	0,05	18,2	20,12
8	Нептун	49500	3,88	29,6	4486	29,99	0,01	29,7	30,3
9	Плутон	2600	0,2	57,5	5890	39,37	0,25	29,5	49,21
10	Астероиды	1003-1	0,08		330-540	2,2-3,6	~0,3		
11	Луна	3476	0,27	18,3-28	0,384	0,00256	0,05	0,364	0,403
12	Ио	3630	0,28	0,04	0,421	0,0028	0	0,421	0,421
13	Европа	3138	0,25	0,47	0,64	0,00446	0	0,67	0,67
14	Ганимед	5260	0,41	0,19	1,07	0,0071	0	1,07	1,07
15	Каллисто	4880	0,38	0,28	1,883	0,0125	0	1,883	1,883
16	Титан	5150	0,4	0,35	1,221	0,0081	0,03	1,184	1,257
17	Тритон	2700	0,21	157	0,351	0,0023	0	0,351	0,351
18	Комета Галлея	16*8	0,001		18,13	27	0,96	0,58	35,31
19	Комета Энке	3,5	0,0005		2,22		0,84	0,34	4,1

### 1. Таблица.

Задаются следующие параметры:

D<sub>км</sub> – диаметр тела в километрах;

ε° - наклон оси вращения тела;

R – большая полуось орбиты;

e – эксцентриситет орбиты;

Вычисляются следующие параметры:

D/D<sub>з</sub> – диаметр тела по отношению к диаметру Земли;

R<sub>а.е.</sub> - большая полуось орбиты в астрономических единицах;

R<sub>а.е.</sub> = R/149600000

P<sub>а.е.</sub> – перигелий орбиты в астрономических единицах;

P<sub>а.е.</sub> = R<sub>а.е.</sub> (1-e).

A<sub>а.е.</sub> – афелий орбиты в астрономических единицах;

A<sub>а.е.</sub> = R<sub>а.е.</sub> (1+e).

## Часть 1

### Сравнительные размеры планет

#### 1. Сравнительные размеры планет земной группы.

Сравнительные размеры планет земной группы и наклоны осей вращения.  
Масштаб: 1мм - 255 км  
Таблица линейных размеров в масштабе

Обозначение	R, мм	Обозначение	R, мм
Земля	25	Европа	6,2
Венера	23	Ганимед	10
Марс	13	Каллисто	10
Меркурий	10	Титан	10
Луна	7	Тритон	5
Ио	7		

