

❖ Белорусские астрономические олимпиады ❖

**Задания для заключительного этапа
XIX Республиканской олимпиады по астрономии**

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

27 марта 2013 года



ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

На рисунке приведен вид звездного неба в некоторой точке Земли в минувшую полночь по всемирному времени. Ломаными линиями соединены основные звезды отдельных созвездий.

- (a) В южном или северном полушарии Земли находится наблюдатель?
- (b) Определите географические координаты места наблюдения.
- (c) Обозначьте на рисунке десять полностью видимых созвездий.
- (d) Обозначьте на рисунке пятнадцать видимых ярких звезд их именами собственными.
- (e) Обозначьте видимые над горизонтом «планеты».

ПРАКТИЧЕСКАЯ КОСМОЛОГИЯ

Вам дана таблица с результатами наблюдений 200 галактик. В колонках приведены следующие данные: Name — название, Type — тип по расширенной классификации Хаббла, Distance — расстояние в Мпк, Redshift — относительное смещение линий в спектре (z), V — видимая звездная величина в зеленых лучах, Surf. Bright. — поверхностная яркость в зеленых лучах (в звездных величинах на квадратную угловую секунду).

Скорость света $c = 3.00 \times 10^5$ км/с.

- (a) Выберите из таблицы 20 галактик и постройте для них график зависимости величины cz от расстояния D , который Вы будете использовать в дальнейшем для определения постоянной Хаббла.
- (b) С помощью построенной зависимости определите постоянную Хаббла. Вы можете сделать это статистическими методами или графически. За первый способ Вы получите больше баллов.
- (c) Определите стандартную ошибку Вашей оценки постоянной Хаббла. По таблице распределения Стьюдента, найдите коэффициент для доверительной вероятности 90%. Запишите ответ в виде $H \pm \Delta H$, где ΔH — половина доверительного интервала, соответствующего данной вероятности.
- (d) Современное значение постоянной Хаббла, полученное по результатам проекта WMAP в 2012 году, $H_0 = 69.3 \pm 0.8$ $\text{км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$. На сколько миллиардов/миллионов лет Ваша оценка уменьшает/увеличивает возраст Вселенной?
- (e) Представим, что Ваше значение H не менее важно, чем H_0 . Рассчитайте среднее взвешенное значение постоянной Хаббла и его стандартную ошибку.
- (f) Определите доли (в процентах) эллиптических, спиральных и спиральных галактик с перемычками в выборке. Линзовидные галактики тоже считайте спиральными.
- (g) Рассчитайте угловые площади (в квадратных угловых секундах) галактик M31 и Малого Магеланова Облака, а также радиус (в кпк) галактики NGC4697.
- (h) Выведите теоретически модель распределения эллиптических галактик по наблюдаемым типам (E0...E7), считая, что физические типы (E0...E7) — равновероятны. Постройте гистограмму распределения эллиптических галактик из выборки по наблюдаемым типам.

Приложения

Классификация эллиптических галактик

Галактики типов E_n ($n = 0 \dots 7$):

$$n = 10 \times \left(1 - \frac{b}{a}\right),$$

a и b соответственно — большая и малая видимые полуоси.

Проекция эллипсоида вращения

Ортогональной проекцией эллипсоида вращения (с полуосями a, a, b) на плоскость является эллипс с полуосами:

$$a \text{ и } \sqrt{a^2 \sin^2(\alpha) + b^2 \cos^2(\alpha)},$$

α — угол между полуосью b и картинной плоскостью.

Стандартная ошибка коэффициента линейной регрессии

Уравнение линейной регрессии:

$$y = \alpha + \beta x.$$

Стандартная ошибка коэффициента β :

$$s_\beta = \sqrt{\frac{\frac{1}{f} \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}},$$
$$\epsilon_i^2 = (y_i - \alpha - \beta x_i)^2,$$

f — число степеней свободы.