

# ★ 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  $\Delta H$  — половина доверительного интервала, соответствующего данной вероятности.
- (d) Современное значение постоянной Хаббла, полученное по результатам проекта WMAP в 2012 году,  $H_0 = 69.3 \pm 0.8$  км · с<sup>-1</sup> · Мпк<sup>-1</sup>. 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  $En$  ( $n = 0 \dots 7$ ):

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

$a$  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 полуосями:

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

$\alpha$  — угол между полуосью  $b$  и картинной плоскостью.

### Стандартная ошибка коэффициента линейной регрессии

Уравнение линейной регрессии:

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

Стандартная ошибка коэффициента  $\beta$ :

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

$f$  — число степеней свободы.