

УДК 372.853

А.И. СЕРЫЙ

РАЗЛИЧНЫЕ ФОРМУЛЫ НА НАХОЖДЕНИЕ СКОРОСТЕЙ И РАССТОЯНИЙ В ЗАДАЧАХ ПО АСТРОНОМИИ

Следует отметить, что иногда участники астрономических олимпиад различных уровней применяют формулы на нахождение расстояний и скоростей по отношению к тем объектам, для которых эти формулы не предназначены (например, используют формулу Хаббла не для галактик, а для звёзд, находящихся в нашей Галактике). В связи с этим представляется важным осуществить систематизацию соответствующих формул. В качестве примера источника информации можно использовать пособие [1]. Ниже в таблице 1 приводится систематизация формул для скоростей.

Таблица 1 – Основные формулы на нахождение скоростей объектов некоторых типов

Типы объектов	Характер формул	Вид формул
ИСЗ	преимущественно теоретический	$v = \sqrt{G(M_{\oplus} + m_{ИСЗ}) \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a_{ИСЗ}} \right)}$
Планеты, кометы		$v = \sqrt{G(M_{Sun} + m) \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$
Звезды в нашей Галактике	преимущественно экспериментальный	$v = \sqrt{v_{\tau}^2 + v_r^2}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> $v_{\tau} = 4.74 \frac{\mu''}{\pi''}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> $v_r = cz$ </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> $\mu = \sqrt{\mu_{\delta}^2 + (15\mu_{\alpha} \cos \delta)^2}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> $z = \frac{\Delta\lambda_0}{\lambda_0}$ </div> </div>
Галактики и квазары		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> $v_r = c \frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^2 + 1}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> $z = \frac{\Delta\lambda_0}{\lambda_0}$ </div> </div>

Отметим, что к звездам, находящимся в нашей Галактике, можно применять нерелятивистскую формулу, выражающую связь между радиальной

скоростью и красным смещением; для других галактик и квазаров более подходящей является релятивистская формула.

Далее в таблице 2 приводится систематизация формул для нахождения расстояний.

Таблица 2 – Основные формулы нахождение расстояний до объектов некоторых типов

Типы объектов	Основные теоретические соотношения для расстояний, учитывающие эллиптичность орбит	Формулы для экспериментального определения расстояний до объектов
ИСЗ	$q = a(1 - e) = R_3 + h_{II} = r_{\min},$ $Q = a(1 + e) = R_3 + h_A = r_{\max}$	1) по горизонтальному параллаксу p с использованием значения радиуса Земли R_3 : $r = R_3 / \sin p$; 2) по радиолокационным измерениям: $r = ct/2$
Планеты, кометы	$r = a(1 - e \cos E),$ $M = E - e \sin E,$ $\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \operatorname{tg} \frac{E}{2}$	
Звезды в нашей Галактике	не находят широкого применения (т.к. вопрос об эллиптичности орбиты по отношению к Солнечной системе или к центру Галактики лишен практического смысла), т.е. есть только закономерности, основанные на экспериментальных данных	1) по годовому параллаксу π с использованием значения большой полуоси орбиты Земли a : $r = a / \sin \pi$; 2) фотометрическим методом через звездные величины – видимую m и абсолютную M : $\lg r = 0.2(m - M) + 1$
Галактики и квазары		1) по годовому параллаксу π с использованием значения большой полуоси орбиты Земли a : $r = a / \sin \pi$; 2) фотометрическим методом через звездные величины – видимую m и абсолютную M : $\lg r = 0.2(m - M) + 1$; 3) из закона Хаббла $v_r = Hr$, откуда следует, что $r = v_r / H$; значение v_r находится по формуле из таблицы 1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк – М. : Новое знание, 2004. – 224 с.: ил.