

УДК 524.3

А. И. СЕРЫЙ**О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ ВОЗРАСТА НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД**

Возраст T нейтронных звезд, для которых характерны интенсивные магнитные поля, может быть оценен разными методами. В связи с этим представляет интерес сравнение этих методов, представленное в таблицах 1, 2, составленных на основе сведений из [1, с. 178–189; 2, с. 250; 3].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика основных методов оценки T (на чем основаны методы, что должно быть предварительно известно)

Метод	На чем основан	Что должно быть предварительно известно
1. По периоду и его производной по времени	На модельной зависимости между периодом излучения P , производной периода \dot{P} и возрастом	Величины P и \dot{P} находятся из наблюдений
2. По затуханию магнитного поля	На модельной зависимости между затуханием индукцией магнитного поля B и возрастом	Ослабление магнитного поля с течением времени и некоторые другие параметры
3. По возрасту остатка сверхновой	На предположении о равенстве возраста остатка сверхновой (т. е. туманности) и нейтронной звезды, а также на моделях эволюции сверхновых	По некоторым наблюдаемым параметрам остатка сверхновой
4. По температуре	Из известной по наблюдениям характерной зависимости между возрастом и температурой в определенном интервале возрастов	Температура (по характеристикам излучения, т. е. по светимости и др.)
5.1. Кинематический в остатках сверхновых	На предположении о том, что если положение нейтронной звезды не совпадает с положением центра туманности, то возраст равен времени движения от места взрыва	Скорость движения нейтронной звезды (по собственному движению и по расстоянию до звезды) и ее расстояние от центра туманности (т. е. от места взрыва сверхновой)
5.2. Кинематический в Галактике	На предположении о том, что если положение нейтронной звезды не совпадает с положением плоскости Галактики, то возраст равен времени движения от этой плоскости	Скорость движения нейтронной звезды (по собственному движению и по расстоянию до звезды) и ее расстояние от плоскости Галактики

Таблица 2 – Сравнительная характеристика основных методов оценки возраста нейтронных звезд (формулы и примечания)

Метод	Формулы	Примечания
1	I. $T = P/(2\dot{P})$; II. $\tilde{T} = 0,5\tau_D \lg(2T/\tau_D + 1)$ (следствие модели Лайна – Ричингса – Смита), где $\tau_D \sim 10^6$ лет – постоянная затухания магнитного дипольного момента	А. Первая формула дает завышенные значения возраста, а вторая более точная. Б. Есть иная формула, используемая при наличии магнитного поля
2	$B = B_0 \frac{\exp(-t/\tau_1)}{1 + \frac{\tau_1}{\tau_2}(1 - \exp(-t/\tau_1))}$, где τ_1 и τ_2 – некоторые характерные времена, t – текущий момент времени, B_0 – значение B при $t = 0$	Метод пригоден для массивных рентгеновских двойных систем
3	I. $r \sim t^{6/7}$ – стадия свободного разлета (r – радиус остатка сверхновой); II. $r \sim t^{2/5}$ – стадия нагребания вещества (так называемая седовская стадия); III. торможение	Коэффициенты пропорциональности в формулах зависят от значений модельных параметров среды
4	В определенном интервале возрастов логарифм температуры линейно зависит от логарифма температуры (зависимость убывающая, с разным наклоном в разных интервалах возрастов)	А. Теоретические кривые остывания зависят от доли легких и тяжелых элементов в оболочках. Б. Метод не подходит для магнитаров, так как у них есть дополнительный подогрев
5.1	$T = r/v$, где v – скорость нейтронной звезды, r – ее расстояние от центра остатка сверхновой	Бывает, что этим методом, наоборот, находится скорость, если каким-то другим методом удалось найти возраст
5.2	$T = r/v$, где v – скорость нейтронной звезды, r – ее расстояние от плоскости Галактики	Предположение о рождении нейтронной звезды в плоскости Галактики делается для удобства расчетов

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манчестер, Р. Пульсары : пер. с англ. / Р. Манчестер, Дж. Тейлор. – М. : Мир, 1980. – 292 с.
2. Смит, Ф. Г. Пульсары : пер. с англ. / Ф. Г. Смит. – М. : Мир, 1979. – 267 с.
3. Попов, С. Б. Жизнь нейтронной звезды [Электронный ресурс] / С. Б. Попов. – Режим доступа: http://www.sai.msu.ru/images/winter_school2019/popov.pdf. – Дата доступа: 08.09.2022.