

## § 6. Пульсары в Галактике

Вывод о том, что пульсары находятся в нашей Галактике, следует из их концентрации к галактической плоскости (см. рис. 63) и из измерений величины  $\int n_e dl$ , где  $n_e$  — число электронов в  $см^3$ , а  $l$  — длина пути между пульсаром и Землей. Интеграл  $\int n_e dl$  можно измерить благодаря эффектам, связанным с распространением радиоволн от пульсара через межзвездную среду. Открытие пульсаров в Крабовидной туманности и в «Веле» окончательно решило вопрос о галактической природе пульсаров и указало на то, что пульсары являются остатками вспышек сверхновых.

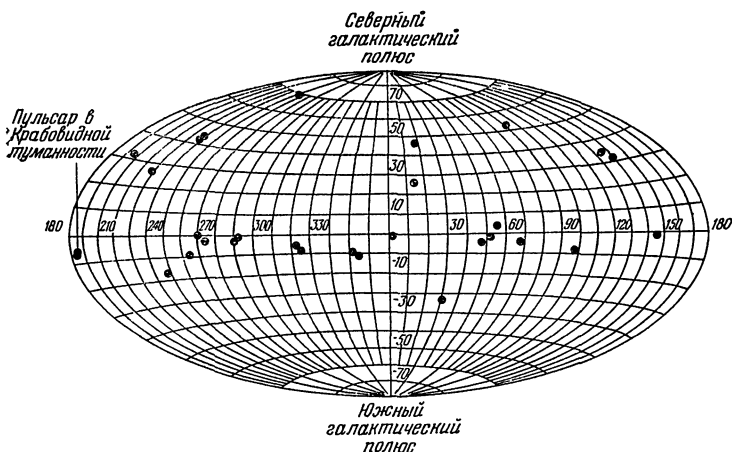


Рис. 63. Распределение пульсаров по небу (галактические координаты).

Наблюдаемые 50 пульсаров находятся на расстояниях, меньших нескольких тысяч парсек, и их возраст, согласно имеющимся оценкам (см. ниже), в большинстве случаев должен быть порядка  $10^7$  лет. Из этой картины следует, что наша Галактика содержит  $10^4$  пульсаров с такими же характеристиками, как у тех, которые мы сумели зарегистрировать. Если пульсары обладают карандашной диаграммой, их число  $\sim 10^5$ . Предполагая, что пульсары рождаются с одной и той же частотой в течение всего космологического времени ( $\sim 10^{10}$  лет), но активны только в течение первых  $10^7$  лет после рождения, мы найдем, что общее число пульсаров, активных и неактивных, порядка  $10^7 - 10^8$  в нашей Галактике. Соответствующее число вспышек сверхновых в течение  $10^{10}$  лет в нашей Галактике согласно оценкам порядка  $10^8$ . Конечно, подобные рассуждения слишком грубы для того, чтобы на их основании отдать предпочтение одному из двух мыслимых типов диаграммы.

Весьма интересен вопрос о судьбе пульсаров «старшего возраста». Почему не наблюдаются пульсары с периодом 10 или 30 секунд? По формуле, связывающей период  $T$  и возраст  $t$ ,  $t = 5 \cdot 10^6 T^2$  ( $t$  в годах,  $T$  в секундах), такой период соответствует возрасту  $5 \cdot 10^8 \div 5 \cdot 10^9$  лет. Возможно, что при  $T$  больше 4–5 секунд радиоизлучение резко падает и потому наблюдение затруднено. Причиной может быть уменьшение магнитного поля либо ослабление плазменных механизмов излучения.

Интересная гипотеза выдвинута Шварцманом (1970e): он предполагает, что после того как интенсивность излучения упала ниже определенной величины, происходит смена эжекции плазмы аккрецией. При аккреции на вращающуюся магнитосферу пульсара возможно прекращение радиоизлучения, что объяснило бы отсутствие долгопериодических пульсаров.

Шварцман, однако, дает более смелое решение: он предполагает, что аккреция также сопровождается периодическими импульсами радиоизлучения и разделяет пульсары на два класса — эжекционные и аккреционные. При аккреции энергия черпается не из энергии вращения и период увеличивается медленнее, чем на предыдущей стадии. Разделение известных пульсаров на две группы, произведенное в цитированной работе, нельзя считать статистически достоверным; окончательное подтверждение или опровержение гипотезы — дело будущего.

Любопытно, что среди известных радиопульсаров нет ни одного который входил бы в состав двойной системы. Благодаря стабильности истинного периода этот факт мог бы быть обнаружен по доплеровским вариациям наблюдаемого периода пульсара. Среди обычных звезд в состав двойных входит более 30%.

Весьма вероятно, что при взрыве сверхновой, являющейся тяжелой компонентой двойной, вторая, легкая компонента оказывается гравитационно несвязанной в результате выброса массы сверхновой. Одновременно в противоположную сторону улетает и новорожденный пульсар (Блау; (1961); эффект пращи).

Согласно Шварцману (1971 b) нейтронная звезда в составе двойной должна проявляться как рентгеновский пульсар.

Заметим, наконец, что в последнее время выдвигались гипотезы, согласно которым пульсары входят в состав квазаров и ядер сейфертовских галактик и дают главный вклад в их энерговыделение (Кардашев (1970), Рис (1971)). К этому вопросу мы вернемся в книге «Строение и эволюция Вселенной».

## § 7. Таблица свойств нейтронных звезд как пульсаров

Ниже приводится сводка наиболее точных расчетов свойств нейтронных звезд, важных для теории пульсаров. Таблица составлена по данным работы Коэна и Камерона (1971).