

Нужно подчеркнуть, что если различие пульсаров каким-то образом связано с темпом аккреции из межзвёздной среды, то должна наблюдаться разная величина их светимости в диске Галактики и за его пределами (значение  $L_r$  должно быть пропорционально плотности нейтрального водорода [143]). Данные по светимостям и  $z$ -координатам для 326 пульсаров [16] не показывают зависимости  $L_r(z)$  [70]. В диске и вне его не отличаются и средние характеристики пульсаров (для той же выборки):

$\langle \dot{P} \rangle = 0,86 \text{ с}$  и  $\langle dP/dt \rangle = 1,5 \cdot 10^{-14}$  при  $z > 160$  пк и  $\langle \dot{P} \rangle = 0,79 \text{ с}$  и  $\langle dP/dt \rangle = 10^{-14}$  при  $z < 160$  пк.

Приведённые соображения показывают, что различный темп аккреции из межзвёздной среды на пульсар не приводит к наблюдательным проявлениям для известной совокупности этих объектов и не может рассматриваться как классифицирующий параметр для этих объектов.

## 2. РАЗЛИЧИЕ ПУЛЬСАРОВ ПО НАБЛЮДАЕМЫМ ПРОФИЛЯМ ИМПУЛЬСОВ

Кроме описанной в первом разделе главы возможной классификации, основанной на ясных физических причинах, в процессе исследования пульсаров предлагались также феноменологические схемы их деления по каким-либо наблюдаемым параметрам. Первая такая схема была описана Тейлором и Хьюгенином [144]. Основываясь на том, что форма профилей на разных частотах у значительной части пульсаров качественно не отличается, они разделили все пульсары на две группы (S и C). В группе S импульсы имеют простой (simple), а в группе C сложный (complex), как правило, двухкомпонентный профиль. S-пульсары обладают в основном короткими периодами, малыми магнитными полями, слабой поляризацией и скачками в изменении позиционного угла. Для C-пульсаров характерны длинные периоды (часто  $P > 1 \text{ с}$ ), большие магнитные поля, высокая степень поляризации и плавный ход позиционного угла вдоль среднего профиля.

Эта схема в дальнейшем развивалась. Так, Бакер [145] ввёл кроме простых (S) и двухкомпонентных разрешённых (DR) профилей также двойные неразрешённые (double unresolved – DU), тройные (T – triple) и многокомпонентные (M – multiple) профили. Наиболее детальный анализ различий пульсаров в зависимости от вида их профилей проведён в работах Ранкин

[146–148]. Приведём здесь краткое описание этих работ. Исследования средних профилей и индивидуальных импульсов показали, что пульсары с простой формой профиля должны быть разделены на две группы ( $S_r$  и  $S_d$ ) с сильно отличающимися свойствами. В сложных профилях (Т и М) различные компоненты могут иметь сильно отличающиеся характеристики (спектральные, поляризационные, временные и др.). Принимая за основу модель полого конуса, Ранкин выделяет «излучение конуса» (conal emission) и «центральное излучение» (core emission), которое упоминалось ещё Бакером [145]. Предположение об этих двух типах компонентов позволяет в рамках одной феноменологической модели описать в общих чертах наблюдаемые особенности профилей (табл. 3). Предполагается, что конические компоненты испускаются внешними круговыми кольцами конуса излучения с соответствующей ориентацией магнитных силовых линий и дифференциальным вращением локальных излучающих областей. На это излучение накладывается центральный компонент с отличающимися характеристиками. Тогда, в зависимости от ориентации луча зрения относительно центра конуса будут наблюдаться либо только конические компоненты ( $S_d$ ), либо вместе с центральными компонентами (Т, М). Как следует из табл. 3, в пульсарах  $S_r$  присутствует только центральный компонент, в то же время в D-пульсарах в «седле» между компонентами обнаруживаются признаки центрального излучения.

В рамках предположения о каком-либо одном механизме излучения не удаётся описать наличие столь различающихся характеристик, поэтому необходимо привлекать, по крайней мере, два механизма. В работах Ранкин не рассматриваются конкретные физические процессы, которые могли бы дать излучение вдоль оси конуса. Для объяснения центрального излучения можно использовать три механизма.

Часть центрального компонента и прежде всего  $S_r$ -профили можно описать в рамках релятивистского формирования диаграммы [149] (гл. II). Действительно, для этих профилей характерно наличие круговой и линейной поляризации (которые присущи циклотронному и синхротронному излучению), малое и неупорядоченное изменение позиционного угла и крутой спектр, отсутствие нуллинга и переключения мод. Эти особенности наблюдаются в короткопериодических пульсарах.

Однако в ряде сложных профилей центральные компоненты отличаются от одиночных  $S_r$ -профилей (чаще видны низкочастотные флуктуации интенсивности, сами компоненты появляются у пульсаров в более широком диапазоне  $dP/dt$  и для всех

**Таблица 3**  
**Особенности профилей разных типов**

Наблюдаемые характеристики	Тип профиля				
	$S_t$	$S_d$	$D$	$T$	$M$
Период $P$ $\dot{P}$	Все периоды $\geq 10^{-15}$	Длинные периоды $\leq 2 \cdot 10^{-15}$	Длинные периоды Малые	Все периоды От очень малых до $10^{-14}$ и выше	Длинные периоды Малые
Поляризация линейная	От низкой до почти полной; слабо падает с увеличением частоты	От низкой до умеренной (в основном в центре профиля); быстро падает на высоких частотах	-	От малой до очень большой; у внешних компонентов умеренная, заметно уменьшается на внешних краях	-
круговая	Умеренная; в присутствии слабой линейной поляризации меняет знак симметрично относительно центра профиля	На метровых волнах малая и беспорядочная	Может существовать в перемычке между компонентами	Под центральным компонентом, где симметрично относительно центра меняет знак	
Спектр	Крутой	Более плоский	-	У центральных компонентов более крутой, чем у внешних	-
Флуктуации интенсивности	«Белый» спектр; встречаются низкочастотные детали с $P_3 = (15 + 50) P$	Систематический дрейф субимпульсов с $P_3 \sim (2+15) P$	Стац. по долготе с $P_3 \approx (2+15) P$ ; у центрального компонента может быть низкочастотная деталь		
Нуллиинги	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть
Переключение мод	Нет		Иногда есть	Есть	Есть

периодов  $P$ , т.е. при разных возрастах). Такое излучение можно было бы описать механизмом Мелроуза [117]. Из соотношения (78) главы II следует, что спектр излучения должен быть крутым. Так, при  $\gamma = 10$  (этот лоренц-фактор по Мелроузу наиболее оптимален для работы его механизма) и  $\omega_0 \sim 10^8 \text{ с}^{-1}$  предельная частота излучения  $\sim 3 \text{ ГГц}$ . Крутой спектр действительно характерен для центральных компонентов сложных профилей. Подчеркнём, что в центре конуса, где радиус кривизны силовых линий очень велик, интенсивность излучения кривизны значительно слабее, чем на краях, и здесь заметную роль может играть механизм продольного ускорения. При  $\gamma = 10 \div 100$  угловой размер области действия этого механизма ( $\sim \gamma^{-1}$ ) составляет от  $6^\circ$  до  $0,6^\circ$  вблизи центра конуса. Кроме того, поскольку механизм Мелроуза связан с переменным ускорением зарядов и мазерным усилением излучения, небольшие флуктуации параметров  $n_e$ ,  $\gamma$ ,  $\omega_0$  приведут к заметным флуктуациям интенсивности. Все эти особенности действительно характерны для части центрального излучения в сложных профилях.

Наконец, в модели грузинских теоретиков [106] центральное излучение может быть связано с циклотронной неустойчивостью, а конусные компоненты с черенковским механизмом.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время феноменологические представления о структуре профилей стали ещё более сложными. Высказываются предположения о нескольких конусах, вложенных один в другой, как в гнезде [150], о хаотичности и пятнистости излучающих областей [151] и т.д. Удовлетворительного теоретического осмысления подобных представлений до сих пор не существует.

### 3. РАЗЛИЧИЕ ПУЛЬСАРОВ ПО ВЕЛИЧИНЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭНЕРГИИ ВРАЩЕНИЯ В РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ

Другую возможность феноменологической классификации пульсаров даёт их различие по эффективности переработки вращательной энергии нейтронной звезды в энергию радиоизлучения. Впервые на такое различие мы обратили внимание в 1979 г. [152] на основе точных значений радиосветимостей для 40 пульсаров. Оказалось, что параметр

$$\eta = \frac{L_r}{dE/dt} = \frac{L_r P^3}{4\pi^2 I dP/dt} \quad (3)$$