

Отзыв оппонента на диссертацию Никитиной Елены Борисовны "Структура магнитосферы радиопульсаров по данным об углах между их магнитным моментом и осью вращения", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 астрофизика и звёздная астрономия

Несмотря на то, что с момента открытия радиопульсаров прошло почти полвека, значение и актуальность пульсарной темы не только не ослабевает, но и наоборот, всё более возрастает, в частности, благодаря необычайно высокой точности пульсарных часов. Достаточно упомянуть идею использования пульсаров для детектирования гравитационных волн и недавнюю реализацию прецизионной шкалы времени, основанной на наблюдениях ансамбля пульсаров. Вместе с тем, до сих пор нет полной ясности в вопросе, как светят пульсары. Решающее значение в этой связи имеет установление феноменологических закономерностей среди непрерывно растущей, – хотя и довольно разноликой, – популяции наблюдаемых радиопульсаров. Среди ключевых вопросов, которые могут быть решены средствами анализа наблюдательных данных, выделяется задача определения угла наклона магнитной оси к оси вращения. Данный параметр существенно определяет потери энергии вращения, механизм генерации релятивистских частиц и свечения пульсаров. Знание угла наклона важно и для понимания того, как рождаются пульсары и как меняется этот угол с возрастом пульсара. Основное исследование по определению угла наклона было выполнено два десятка лет назад. С тех пор выборка наблюдаемых пульсаров, пригодных для измерения угла наклона, заметно выросла и сейчас превышает 2000. По этой причине исследования, выполненные в диссертации Е. Б. Никитиной, являются крайне *своевременными*.

После Введения, в котором представлена история и современное состояние физики пульсарного излучения, Е. Б. Никитина в 1-й главе описывает методику и результаты определения угла наклона выборки 80-ти пульсаров, из которой исключены молодые и миллисекундные пульсары. Наблюдательной основой являются данные, полученные австралийскими радиоастрономами на радиотелескопе в Парксе на частоте 1 ГГц. В основе методики лежит использование ширины импульса и периода пульсара в комбинации с геометрическими соотношениями в предположении конической круговой диаграммы излучения. На пути к результату автор получает корреляционное соотношение между шириной импульса и периодом, которое согласуется с результатом Waltevrede et al (2008), но отличается от стандартных соображений, основанных на приближении диполя и конуса, определяемого последней открытой силовой линией. Диссертантом получены два типа распределений угла наклона а) с использованием предположения о близости луча зрения к оси диаграммы излучения и б) с использованием поляризационных данных. Оба типа распределений несколько отличаются друг от друга. Второй подход представляется более надёжным и свидетельствует о близости распределения пульсаров по углам наклона к равномерному. Этот результат весьма важен и он находится в русле современной тенденции к тому, что пульсары скорее всего рождаются с различными наклонами магнитной оси к оси вращения.

Во 2-й главе те же методики используются для получения распределения углов наклона на более высоких частотах, на волнах 10 и 20 см. Характер полученных распределений углов наклона не показывает зависимости от частоты, что по сути и ожидается.

Исследуя корреляционные соотношения между шириной импульса и периодом Е. Б. Никитина обнаруживает любопытную закономерность, согласно которой показатель степени b

-b

зависимости «ширина-период» $W = CP^{-b}$ уменьшается с ростом частоты, причём на низких частотах индекс достигает значения $b=0.5$, которое характерно для дипольной зависимости $W(P)$. Автор справедливо считает, что зависимость индекса b от частоты связана с различными условиями генерации радиоизлучения на низких и высоких частотах. Результаты измерения углов наклона для двух сотен пульсаров позволили автору установить важный факт отсутствия зависимости угла наклона от кинематического возраста и от светимости пульсара.

В 3-й главе в центре внимания автора находится вопрос о зависимости высоты генерации радиоизлучения от частоты по данным на 10 см и 20 см. В дипольном приближении с учётом угла наклона получен вывод, что высота генерации излучения на 20 см выше чем на 10 см. Этот результат согласуется с выводом Mitra & Rankin (2002) о росте высоты генерации радиоизлучения с частотой.

В 4-й главе исследуются углы наклона пульсаров с интеримпульсами. На основе полученных результатов сделан вывод о том, что выборку пульсаров с надёжно измеренными углами наклона можно разделить на две сопоставимые по численности группы: соосные ротаторы (угол наклона менее 30 градусов) и ортогональные ротаторы (угол наклона более 60 градусов). Интересным является вывод о том, что ортогональные ротаторы в среднем в несколько раз старше соосных. Этот результат представляется крайне важным с точки зрения физики генерации излучения и эволюции пульсаров. Он несомненно заслуживает дальнейшего анализа, в котором бы были исследованы возможные эффекты селекции. Это необходимо для того, чтобы оценить отношение численности выделенных двух групп пульсаров с интеримпульсами и сравнить это отношение с тем, что даёт распределение пульсаров по углам наклона.

Результаты исследования радиопулсаров, представленные в диссертации Е. Б. Никитиной, в особенности полученные распределения углов наклона пульсаров разных категорий, являются новыми и крайне важными в контексте современной астрофизики пульсаров. Результаты получены на основе больших выборок пульсаров с надёжно измеренными параметрами. Поскольку при анализе использованы стандартные методы, то достоверность полученных результатов и выводов не вызывает сомнения. В тех случаях, когда в литературе рассматривались близкие вопросы, выводы автора согласуются с выводами, полученными ранее, что служит независимым критерием надёжности результатов. Основные результаты диссертанта опубликованы в ведущих рецензируемых журналах.

Вместе с тем, работа не свободна от недостатков. Создаётся впечатление, что автор ограничился представлением лишь собственных результатов и не озаботился сравнением их с тем, что сделано другими авторами. Например, зависимость ширины импульса — период (рис. 5) практически совпадает с тем, что получено в работе Werltevrede et al. (2008) и это не обсуждается в диссертации. В случае исследования зависимости высоты генерации от частоты было бы целесообразно сопоставить результат с работой Mitra & Rankin (2002). Мелкие недостатки: на рис. 4 ось абсцисс без обозначения; на ординате рис. 7б дробные числа пульсаров. Однако, отмеченные упущения автора не могут заметно повлиять на общую оценку высокого научного уровня диссертации.

Диссертация Е. Б. Никитиной удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доктор физ.-мат. наук

Н. Н.Чугай

Подпись Н.Н.Чугая заверяю

Зам. директора ИНАСАН

член-корр. РАН

Д. В. Бисикало

22 декабря 2014 г.

