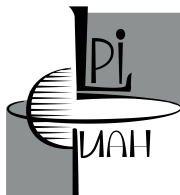


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук «ФИАН»



На правах рукописи

**Китаева Марина Анатольевна**

**Поиск пульсаров и вращающихся радиотранзиентов по  
наблюдениям на радиотелескопе БСА ФИАН**

Специальность 1.3.1 —  
«Физика космоса, астрономия»

Автореферат  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук

Москва — 2026

Работа выполнена в Филиале "Пушкинская радиоастрономическая обсерватория им. В.В. Виткевича АКЦ ФИАН" Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н.Лебедева РАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук  
**Тюльбашев Сергей Анатольевич**

Официальные оппоненты: **Пширков Максим Сергеевич**,  
д.ф.-м.н., профессор РАН,  
заведующий отделом радиоастрономии,  
Государственный астрономический институт  
им. П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова

**Трушкин Сергей Анатольевич**,  
д.ф.-м.н.,  
ведущий научный сотрудник,  
заведующий лабораторией радиоастрофизики  
Специальной астрофизической обсерватории  
РАН

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт космических  
исследований РАН

Защита состоится 23 сентября 2026 г. в 12-00 часов на заседании диссертационного совета Д 24.1.262.02 при Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН по адресу: г. Москва, ул. Профсоюзная, дом 84/32, Астрокосмический центр ФИАН, зал семинаров - к.707.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Физического института им. П.Н. Лебедева РАН по адресу: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 53, а также на сайте ФИАН <http://www.lebedev.ru> в разделе "Диссертационный совет".

Заверенные отзывы на автореферат направлять по адресу: 119991, ГСП-1, г. Москва, Ленинский пр-кт, д. 53, ФИАН (АКЦ), диссертационный совет Д 24.1.262.02

Автореферат разослан           июля 2026 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Д 24.1.262.02,  
канд. физ.-мат. наук

Шахворостова Н.Н.

## Общая характеристика работы

### Актуальность темы.

Почти 60 лет прошло со дня открытия первого пульсара, но интерес ученых всего мира к этим объектам по-прежнему высок. Об этом говорит тот факт, что ежегодно появляется порядка тысячи публикаций, посвященных исследованиям пульсаров. Несмотря на это, очень многие вопросы по-прежнему остаются без ответов. Согласно теоретическим расчетам [1] количество радиопульсаров, доступных для обнаружения современными телескопами, оценивается как  $(24 \pm 3) \cdot 10^3$ , а полное число радиопульсаров в Галактике значительно больше и оценивается как  $(240 \pm 30) \cdot 10^3$ . В настоящее время каталог ATNF (ATNF Pulsar Catalogue) [2] насчитывает более четырех тысяч этих объектов, из них более 200 пульсаров были обнаружены в Пуццинской обсерватории, в том числе с участием автора этой диссертации. Оценки количества и расположения пульсаров имеют важное значение для понимания распределения и эволюции этих объектов в Галактике, а также для планирования будущих наблюдательных программ, направленных на обнаружение новых объектов этого класса.

Изучение пульсаров в диапазоне метровых волн представляет значительный научный интерес, поскольку позволяет глубже понять их энергетические характеристики. Это обусловлено тем, что у большинства пульсаров характерные завалы в спектрах на низких частотах проявляются примерно при частоте 100 МГц. Ключевым инструментом наших исследований выступает Большая синфазная антенна БСА ФИАН, обладающая эффективной площадью около 45 000 квадратных метров. Являясь крупнейшим в мире по эффективной площади радиотелескопом метрового диапазона, он предоставляет уникальные возможности для изучения пульсаров и обеспечивает исключительную чувствительность наблюдений.

Отсутствие достаточного количества чувствительных радиотелескопов для наблюдений на низких частотах создает значительный пробел в исследованиях пульсаров. Благодаря использованию БСА наши исследования занимают лидирующие позиции в мировой науке.

### Цель и задачи.

Основной задачей работы являлся поиск и исследование радиоизлучения от пульсаров в метровом диапазоне длин волн с целью получения новых наблюдательных данных как о механизме их радиоизлучения, так и эволюции этих объектов. В работе исследовались радиопульсары, гамма-пульсары и вращающиеся радиотранзиенты (RRAT).

**Научная новизна:** в диссертации получен ряд новых результатов, которые представляют собой ценность в понимании природы пульсаров.

1. Методом усреднения Фурье-спектров мощности проведен поиск пульсаров с периодами больше 0.4 с на склонениях  $-9^\circ < \delta <$

- +42°, результатом которого стало обнаружение 18-ти новых пульсаров с мерами дисперсии (DM) от 5 до 84 пк/см<sup>3</sup>. Результаты исследования опубликованы в работе A1.
2. Итогом применения новой системы калибровки 6-канальных данных на интервале 5 лет было найдено еще 5 новых пульсаров. Показано, что при поиске пульсаров методом суммирования спектров мощности на пятилетнем интервале наблюдений в зависимости от выбранного направления на небе отношение сигнала к шуму увеличивается в 20-30 раз. Результат исследования был опубликован в работе A2.
  3. В проведенном обзоре в данных с низким частотно-временным разрешением методом суммирования спектров мощности и периодограмм открыто 11 новых пульсаров. Для одного из них удалось получить средний профиль. Результат исследования был опубликован в работе A3.
  4. Проведен поиск пульсаров с использованием суммированных спектров мощности по данным с высоким частотно-временным разрешением. Всего зарегистрировано 332 пульсара. Из них 45 оказались новыми пульсарами. Для 8 новых пульсаров получены средние профили. Для 7 ранее обнаруженных пульсаров уточнена DM. Результат исследования был опубликован в работе A4.
  5. Методом суммирования спектров мощности и суммирования периодограмм проведен поиск радиоизлучения в метровом диапазоне длин волн для пяти гамма-пульсаров. Для одного из них найдено периодическое излучение в одном сеансе наблюдений. Впервые получена верхняя оценка плотности потока на частоте 111 МГц для всех пяти гамма-пульсаров. Результат исследования был опубликован в работах A5 - A6.
  6. С использованием суммированных спектров мощности проведен поиск периодов дрейфа P2 и P3 для 41 пульсара на склонениях  $-9^\circ < \delta < +42^\circ$ . Были смоделированы спектры мощности импульсов с заданным периодом, шириной импульсов и поведением дрейфа, показана применимость такого метода для оценки параметров дрейфа. Для 11 пульсаров определены или переопределены периоды дрейфа P2. Для 8 источников определен или переопределен период дрейфа P3, а также определено направление дрейфа субимпульсов. Результат исследования был опубликован в работе A7.
  7. Проведен поиск диспергированных импульсов, в результате которого были обнаружены 12 источников импульсного излучения, являющихся известными пульсарами, и один новый RRAT (J0812+8626). Для двух пульсаров уточнена мера дисперсии. Исследования полуширин средних профилей и сильнейших импульсов обнаруженных пульсаров показали, что четыре из них

могут оказаться пульсарами с гигантскими импульсами. Результат исследования был опубликован в работе А8.

8. С использованием нейронной сети проведен поиск RRAT в полугодовых мониторинговых данных на антенне БСА ФИАН, в результате которого были открыты 4 новых радиотранзиента. Использование нейронной сети показало, что с ее помощью можно уменьшить количество помех в просматриваемых данных в 80 раз, а потери реальных импульсов пульсаров не превышают 6% от их общего числа. Результат исследования был опубликован в работе А9.
9. Рассмотрено влияние межпланетной плазмы на проходящее через нее импульсное излучение пульсара. Проанализированы импульсы двух вращающихся радиотранзиентов. Показано, что при наблюдениях на частоте 111 МГц на элонгациях  $20^\circ$  -  $40^\circ$  наблюдается как увеличение, так и уменьшение количества принимаемых импульсов. Изменение количества импульсов объясняется искажением распределения энергии импульсов из-за межпланетных мерцаний. Получены аналитические выражения, позволяющие оценить индекс мерцаний по результатам наблюдений отдельных импульсов для распределения мощности импульсов по энергиям. Результат исследования был опубликован в работе А10.

**Научная и практическая значимость** Все ведущие исследования пульсаров проводились на более высоких частотах, чем имеет радиотелескоп БСА ФИАН. Проведение новых низкочастотных обзоров, таких, как наш обзор, поможет разрешать существующие на сегодняшний день нерешенные задачи, такие, как более полное исследование ближней популяции пульсаров, поиск пульсаров с экстремальными свойствами, поиск новых типов этих объектов, исследование свойств у разных выборок пульсаров, а также поможет получить новые модели популяционного синтеза и другие. Результаты работы используются ведущими наблюдателями и теоретиками во всем мире, например: Han J. L., Sanidas S., Malov I.F., Malofeev V.M., Wang Chen, Tan C.M., Cooper S., Bassa C. G.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. С использованием разработанных методов обработки данных проведен поиск пульсаров. Результатом поиска является открытие 79 новых пульсаров. Также найдено периодическое радиоизлучение для гамма-пульсара J0357+3205 и дана верхняя оценка интегральной плотности потока на частоте 111 МГц для пяти гамма-пульсаров.
2. Определен период P2 для 11 пульсаров. Направление дрейфа и значение P3 получено для 7 пульсаров.
3. Впервые проведен поиск RRAT с помощью нейронной сети на склонениях от  $-9^\circ$  до  $+42^\circ$ . Обнаружены 4 новых радиотранзиента.

Показано, что использование нейронной сети позволяет уменьшить количество помех в просматриваемых данных в 80 раз. Проведен поиск диспергированных импульсов на склонениях от  $+55^\circ$  до  $+87^\circ$ , обнаружены 12 источников импульсного излучения, являющихся известными пульсарами, и один новый RRAT (J0812+8626). Для двух пульсаров уточнена мера дисперсии.

4. Рассмотрено влияние межпланетной плазмы на проходящее через нее импульсное излучение пульсара. Проанализированы импульсы двух вращающихся радиотранзиентов. Показано, что при наблюдениях на частоте 111 МГц на элонгациях  $20^\circ$  -  $40^\circ$  наблюдается как увеличение, так и уменьшение количества принимаемых импульсов. Изменение количества импульсов объясняется искажением распределения энергии импульсов из-за межпланетных мерцаний.

**Достоверность результатов.** Результаты, представленные в диссертации, были получены с использованием известных в мире и апробированных методов наблюдений и обработки данных. Часть обнаруженных нами новых пульсаров подтверждена на других крупнейших радиотелескопах (LOFAR, MWA, FAST и др.)

Регистрация радиоизлучения от гамма-пульсара J0357+3205 с характеристиками, близкими к характеристикам, полученным в работах других авторов на разных частотах [3–5], подтверждает, что наши методы регистрации и обработки наблюдений, как и наши инструменты, способны составить конкуренцию ведущим исследователям.

На опубликованные работы на сегодняшний день имеется более ста положительных ссылок в ведущих журналах, включая зарубежные, например:

- Andrade, Christopher et.al., 2025, The Astrophysical Journal, Volume 990, Issue 1, id.50, 22 pp.;
- Han, J. L. et.al., 2025, Research in Astronomy and Astrophysics, Volume 25, Issue 1, id.014001, 56 pp.;
- Ridnaia, A. et.al., 2024, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 527, Issue 3, pp.5580-5587;
- van der Wateren, E. et.al., 2023, Astronomy & Astrophysics, Volume 669, id.A160, 16 pp.;
- Kontar, Eduard P. et.al., 2023, The Astrophysical Journal, Volume 956, Issue 2, id.112, 20 pp.;
- McKenna, D. J. et.al., 2024, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 527, Issue 3, pp.4397-4419;
- Tanashkin, A. S. et.al., 2022, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 516, Issue 1, pp.13-25;
- Malofeev, V. M. et.al., 2022, Research in Astronomy and Astrophysics, Volume 22, Issue 3, id.035010, 12 pp.;
- Teplykh, D. et.al., 2020, Ground-Based Astronomy in Russia. 21st Century,

Proceedings of the All-Russian Conference held 21-25 September, 2020, p. 446-450;

Zhao, Rushuang et.al., 2023, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 521, Issue 2, pp.2298-2325;

Xu, Jun et.al., 2022, Science China Physics, Mechanics & Astronomy, Volume 65, Issue 12, article id.129704;

Perera, B. B. P. et.al., 2022, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 509, Issue 2, pp.1929-1939

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на следующих Всероссийских и Международных конференциях:

1. Всероссийская конференция "Физика звёзд в эпоху многоволновых наблюдений"(Санкт-Петербург, сентябрь 2025 г.)

2. Всероссийская конференция "Современная астрономия: от ранней Вселенной до экзопланет и черных дыр"(п. Нижний Архыз, САО РАН, август 2024 г.)

3. Всероссийская конференция "Физика нейтронных звёзд"(Санкт-Петербург июль 2023 г.)

4. Всероссийская конференция "Наземная астрономия в России. XXI век"(п. Нижний Архыз, САО РАН, сентябрь 2020 г.)

5. Всероссийская астрофизическая конференция "Астрофизика высоких энергий"(Москва, ИКИ, декабрь 2018 г.)

6. Всероссийская астрономическая конференция–2017 "Астрономия: познание без границ"(Ялта, сентябрь 2017 г.)

### **Личный вклад.**

Вклад автора является основным в следующих результатах, вынесенных на защиту: вычисление периодов и мер дисперсий пульсаров, вычисление плотностей потока пульсаров, визуальный поиск пульсаров и радиотранзиентов. Анализ и интерпретация полученных результатов совместно с руководителем и другими соавторами делался в равных долях. Текст статей в части, касающейся наблюдений, делался автором самостоятельно. Большая часть рисунков, графиков и гистограмм в работах подготовлены автором самостоятельно.

**Публикации.** Все результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых журналах и сборниках трудов научных конференций. Всего опубликовано 14 научных работ [А1-А10, Б1-Б4], включая тезисы

докладов научных конференций [Б1-Б4]. Основные результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, изложены в 10 статьях [А1-А10] в рецензируемых журналах, входящих в международные базы цитирования Web of science и удовлетворяющие требованиям ВАК.

А1. Тюльбашев С.А., Тюльбашев В.С., Китаева М.А. и др. Поиск и обнаружение пульсаров в мониторинговых наблюдениях на частоте 111 МГц. // *Астрономический журнал* — 2017. — Vol. 94, № 10. — P. 837-848

А2. Тюльбашев С.А., Китаева М.А., Тюльбашев В.С. Обнаружение пяти новых пульсаров на радиотелескопе БСА ФИАН. // *Астрономический журнал* — 2020. — Vol. 64, № 6. — P. 526-532

А3. Tyul'bashev S.A., Kitaeva M.A., Tyul'basheva G.E. Pushchino multibeam pulsar search I. Targeted search of weak pulsars. // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* — 2022. — Vol. 517, № 1. — P. 1112–1125

А4. Tyul'bashev S.A., Tyul'basheva G.E., Kitaeva M.A. et. al. Pushchino multibeam pulsar search IV. Detection of new pulsars at declinations  $-9^\circ < \delta < 55^\circ$ . // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* — 2024. — Vol. 528, № 2. — P. 2220–2231

А5. Тюльбашев С.А., Китаева М.А. Поиск периодического радиоизлучения гамма пульсара J0357+3205 в индивидуальных записях на частоте 111 МГц. // *Краткие сообщения по физике Физического института им. П.Н. Лебедева Российской Академии Наук* — 2019. — № 7. — P. 21-25

А6. Тюльбашев С.А., Китаева М.А., Тюльбашева Г.Э. Поиск периодического излучения у пяти гамма-пульсаров на частоте 111 МГц. // *Астрономический журнал* — 2021. — Vol. 98, № 10. — P. 849-855

А7. Smirnova T.V., Tyul'bashev S.A., Kitaeva M.A., Malofeev V.M. Pushchino multibeam pulsar search III. Drift periods of pulsars from summed power spectra method. // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* — 2024. — Vol. 528, № 1. — P. 726–734

А8. Тюльбашев С.А., Китаева М.А., Логвиненко С.В., Тюльбашева Г.Э. Поиск диспергированных импульсов на склонениях от  $+56^\circ$  до  $+87^\circ$ . // *Астрономический журнал* — 2021. — Vol. 98, № 12. — P. 1010-1018

A9. Tyul'bashev S.A., Pervukhin D.V., Kitaeva M.A., Tyul'basheva G.E. Revisiting the Pushchino RRAT search using a neural network. // *Astronomy and Astrophysics* — 2022. — Vol. 664 — P. A37

A10. Tyul'bashev S.A., Chashei I.V., Kitaeva M.A. Interplanetary scintillation and pulsar pulse statistics. // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* — 2023. — Vol. 523, № 1. — P. 1389–1393

B1. Тимуржеева М.А., Тюльбашев С. А., Китаева М.А. и др. Наблюдения пульсаров в ПРАО. // Тезисы докладов конференции "Физика звёзд в эпоху многоволновых наблюдений"— Санкт-Петербург, 2025 — С.

B2. Китаева М.А., Тюльбашев С. А., Чашей И. В. Влияние межпланетной плазмы на поиск импульсных диспергированных сигналов. // Тезисы докладов конференции "Физика нейтронных звёзд"— Санкт-Петербург, 2023 — С. 27

B3. Tyul'bashev S.A., Tyul'basheva G.E., Kitaeva M.A. Pushchino multibeams pulsar search: First results. // *The Multifaceted Universe: Theory and Observations - 2000*. — 2022. — P. 43

B4. Tyul'bashev S.A., Kitaeva M.A., Tyul'basheva G.E. Search for Periodic Emission from a Few Gamma-Ray Pulsars at 111 MHz. // *Proceedings of the All-Russian Conference "Ground-Based Astronomy in Russia. 21st Century – Nizhny Arkhyz, SAO RAS* — 2020. — P. 474-476

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и приложений. Полный объем диссертации составляет **145** страниц текста, включая **38** рисунков и **13** таблиц. Список литературы содержит **121** наименование.

## Содержание работы

Во **Введении** кратко изложена история открытия радиопульсаров и описаны основные достижения на начальных этапах исследования этих объектов. Рассмотрены основополагающие работы в развитии теоретических представлений о природе пульсаров. Обоснована актуальность темы диссертации, представлены основные цели работы, научная новизна, практическая значимость и результаты, выносимые на защиту.

**Первая глава** посвящена поиску радиопульсаров на радиотелескопе БСА ФИАН на частоте 111 МГц. Подробно описано, какие методы использовались для поиска пульсаров. Всего было обнаружено 79 новых

пульсаров. Показано, что ожидаемая (теоретическая) чувствительность проводимого нами обзора с суммированием спектров мощности и периодограмм при использовании 32-канальных данных и времени опроса 12.5 мс на одну точку сырых данных примерно на порядок превосходит чувствительности всех проведенных ранее и текущих обзоров, за исключением обзора GPPS, проводимого на 500-метровом телескопе FAST.

Первым использованным методом обработки полученных данных стал метод усреднения Фурье-спектров мощности, с помощью которого был проведен поиск пульсаров с периодами больше 0.4 с на склонениях  $-9^\circ < \delta < +42^\circ$ , результатом которого стало обнаружение 18-ти новых пульсаров с мерами дисперсии от 5 до 84 пк/см<sup>3</sup>.

Следующим этапом работ стало применение новой системы калибровки 6-канальных данных, накопленных за 5 лет. Результатом работы стало обнаружение 5 новых пульсаров. Исследования показали, что примененный метод позволяет увеличить отношение сигнала к шуму в 10-20 раз в зависимости от выбранного направления на небе.

Далее был проведен обзор по данным с низким частотно-временным разрешением методом суммирования спектров мощности и периодограмм, в результате которого открыто 11 новых пульсаров. Для одного из них удалось получить средний профиль. В обзоре были обнаружены все известные пульсары с плотностью потока  $S \geq 1$  мЯн, имеющие периоды  $P > 0.5$  с и меры дисперсии  $DM \leq 55$  пк/см<sup>3</sup>.

Проведен поиск пульсаров в площадке  $-9^\circ < \delta < +55^\circ$  для  $P > 0.025$  с и  $DM < 1000$  пк/см<sup>3</sup>. В слепом поиске с использованием суммированных спектров мощности обнаружено 332 пульсаров, 45 из которых оказались новыми пульсарами. Для 8 новых пульсаров получены средние профили. Для 7 ранее обнаруженных пульсаров уточнена мера дисперсии.

Методом суммирования спектров мощности и периодограмм проведен поиск радиоизлучения в метровом диапазоне длин волн для пяти гамма-пульсаров. Периодическое излучение найдено для одного из них в одном сеансе наблюдений. Для пяти гамма-пульсаров получена верхняя оценка интегральной плотности потока.

**Вторая глава** посвящена изучению дрейфового поведения импульсов пульсаров. Для поиска периодов дрейфа были рассмотрены суммарные спектры мощности известных пульсаров, полученные нами в результате обработки данных мониторинга. Наш анализ показал, что дрейфовое поведение не было обнаружено для большинства исследованных пульсаров. Распределение амплитуд основных гармоник во многих случаях не отличается от их распределения без наличия дрейфа. Суммарные спектры мощности пульсаров при наличии дрейфа также хорошо описываются предложенной моделью.

С использованием суммированных спектров мощности найдены периоды дрейфа P2 и P3 для 41 пульсара на склонениях  $-9^\circ$  до  $+42^\circ$ .

Были смоделированы спектры мощности импульсов с заданным периодом, шириной импульсов и поведением дрейфа, показана применимость такого метода для оценки параметров дрейфа. Для большинства пульсаров распределение амплитуд гармоник в спектрах мощности соответствует ожидаемому распределению для этих пульсаров без дрейфа. В то же время было обнаружено, что для ряда источников суммарные спектры мощности, накопленные за длительный период времени, дают те же параметры дрейфа, что и те, которые были определены другими методами. Для 11 пульсаров определены или переопределены периоды дрейфа  $P_2$ . Для 8 источников определен или переопределен период дрейфа  $P_3$ , а также переопределено направление дрейфа субимпульсов.

**Третья глава** посвящена поиску RRAT и исследованию их характеристик, а также исследованию влияния межпланетной среды на излучение пульсаров. Рассмотрены три проявления межпланетных мерцаний на статистике наблюдаемых импульсов пульсаров: изменение количества наблюдаемых импульсов, искажение распределения количества импульсов по энергии, зависимость индекса мерцания от наблюдаемой элонгации. Получены аналитические выражения, позволяющие оценить индекс мерцаний.

Поиск диспергированных импульсов привел к обнаружению 12-ти источников импульсного излучения, являющихся известными пульсарами, и одного нового RRAT (J0812+8626). Для двух пульсаров мы уточнили оценку меры дисперсии. Исследования полуширин средних профилей и сильнейших импульсов обнаруженных пульсаров показали, что четыре из них могут оказаться пульсарами с гигантскими импульсами.

Проведен поиск RRAT в полугодовых мониторинговых данных на антенне БСА ФИАН, в результате которого были открыты 4 новых радиотранзientа. Использование нейронной сети показало, что с ее помощью можно уменьшить количество помех в просматриваемых данных в 80 раз, а потери реальных импульсов пульсаров не превышает 6% от их общего числа.

Рассмотрено влияние межпланетной плазмы на проходящее через нее импульсное излучение пульсара. Проанализированы импульсы двух вращающихся радиотранзientов (RRAT) (J0609+16, J1132+25) и одного пульсара (B0320+39), которые ранее были обнаружены на БСА ФИАН. Показано, что при наблюдениях на частоте 111 МГц на элонгациях  $20^\circ$  -  $40^\circ$  наблюдается как увеличение, так и уменьшение количества принимаемых импульсов. Изменение количества импульсов объясняется искажением распределения энергии импульсов из-за межпланетных мерцаний. Получены аналитические выражения, позволяющие оценить индекс мерцаний по результатам наблюдений отдельных импульсов для распределения мощности импульсов по энергиям. Данные наблюдений находятся в хорошем качественном согласии с известными характеристиками межпланетных мерцаний.

В **заключении** приведены основные результаты работы:

1. Проведен поиск пульсаров методом усреднения спектров мощности. Найдено 253 известных пульсара, занесенных в каталог ATNF, а также 79 новых пульсаров. Периоды найденных пульсаров находятся в интервале от 0.08 с до 3.8 с. Меры дисперсии находятся в интервалах от  $5 \pm 3$  пк/см<sup>3</sup> до  $154 \pm 5$  пк/см<sup>3</sup>. Проведено сравнение плотностей потоков с теоретическими оценками и показано, что чувствительность при поиске вырастает до 28 раз.
2. Методом суммирования спектров мощности и периодограмм проведен поиск радиоизлучения в метровом диапазоне длин волн для пяти гамма-пульсаров. Периодическое излучение найдено для одного из них в одном сеансе наблюдений. Для пяти гамма-пульсаров получена верхняя оценка интегральной плотности потока.
3. Смоделированы спектры мощности импульсов пульсаров с заданным периодом, шириной импульсов и поведением дрейфа, показана применимость такого метода для оценки параметров дрейфа субимпульсов. Для 11 пульсаров определены или переопределены период дрейфа P2. Для 8 источников определен или переопределен период дрейфа P3, а также определено направление дрейфа субимпульсов.
4. Проведен поиск диспергированных импульсов, принадлежащих вращающимся радиотранзиентам. Найдены импульсы от 12 известных пульсаров и от 5 новых транзиентов. Использование нейронной сети показало, что с ее помощью можно уменьшить количество помех в просматриваемых данных в 80 раз, а потери реальных импульсов пульсаров не превышают 6% от их общего числа.
5. Рассмотрено влияние межпланетной плазмы на проходящее через нее импульсное излучение пульсара. Проанализированы импульсы двух вращающихся радиотранзиентов (RRAT) (J0609+16, J1132+25) и пульсара (B0320+39), обнаруженные на БСА ФИАН. Показано, что при наблюдениях на частоте 111 МГц на элонгациях 20° - 40° наблюдается как увеличение, так и уменьшение количества принимаемых импульсов. Изменение количества импульсов объясняется искажением распределения энергии импульсов из-за межпланетных мерцаний.

В **Приложениях** приведен список пульсаров, исследованных в работе, описанной в 3 параграфе главы 1; список известных ATNF пульсаров, обнаруженных в обзоре в слепом поиске; список ATNF пульсаров, которые не детектированы в нашем обзоре в площадке  $+21^\circ < \delta < +42^\circ$ ; список 41 исследованного пульсара при поиске периодов P2 и P3.

## Литература

1. *Yusifov I., Kucuk I.* Revisiting the radial distribution of pulsars in the Galaxy // *Astronomy and Astrophysics*. — 2004. — Vol. 422. — Pp. 545 – 553.
2. *Manchester R.N., Hobbs G.B., Teoh A. et al.* The ATNF pulsar catalogue // *Astronomical Journal*. — 2005. — Vol. 129, no. 4. — Pp. 1993 – 2006.
3. *Abdo A.A., Ackermann M., Ajello M. et.al.* Detection of 16 Gamma-Ray Pulsars Through Blind Frequency Searches Using the Fermi LAT // *Science*. — 2009. — Vol. 325, no. 5942. — P. 840.
4. *Marelli M., De Luca A., Salvetti D. et. al.* PSR J0357+3205: The Tail of the Turtle // *Astrophysical Journal*. — 2013. — Vol. 765, no. 1. — P. 36.
5. *Wang P.* — FPS7, China, Guangzhou: 2018. — URL: [http://www.phy.pku.edu.cn/~FPS/FPS7/FPS7\\_PPT/PeiWang.pdf](http://www.phy.pku.edu.cn/~FPS/FPS7/FPS7_PPT/PeiWang.pdf).