



РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ ПО ТРАНЗИТНОМУ МЕТОДУ

Потапов Кирилл Андреевич

аспирант, Казанский федеральный университет
г. Казань, Россия

Аннотация

Данная статья посвящена разработке и анализу алгоритма для автоматизированного обнаружения **экзопланет** с использованием **транзитного метода**. Рассматриваются ключевые принципы этого метода, основанные на регистрации периодических и кратковременных падений яркости звезды, вызванных прохождением планеты перед её диском. В работе подробно описываются этапы алгоритма, включающие предварительную обработку данных, **удаление шумов**, детекцию возможных транзитных сигналов и их последующую верификацию. Обсуждаются проблемы, связанные с **ложноположительными срабатываниями**, такими как двойные звездные системы и пятна на поверхности звезды. Статья подчёркивает, что автоматизация этого процесса имеет решающее значение для обработки огромных объемов данных, получаемых с помощью современных космических телескопов, таких как **Кеплер** и **TESS**, и открывает новые возможности для массового открытия внесолнечных планет.

Ключевые слова: Экзопланеты, транзитный метод, алгоритм, Кеплер, TESS, фотометрия, анализ данных.

1. Введение

Обнаружение экзопланет — одна из наиболее динамично развивающихся областей современной астрономии. Сегодня известно уже более 5500 подтвержденных экзопланет, большинство из которых были открыты с использованием **транзитного метода**. Этот метод основан на наблюдении за периодическими и незначительными падениями яркости звезды, когда планета проходит между ней и наблюдателем. Однако объемы данных, поступающих от современных космических телескопов, настолько велики, что их ручной анализ становится невозможным. Это привело к необходимости разработки сложных вычислительных алгоритмов для автоматизации процесса поиска. Целью данной статьи является описание такого алгоритма и анализ его ключевых компонентов.

2. Принцип транзитного метода

Транзит — это событие, при котором планета, двигаясь по своей орбите, проходит перед диском своей звезды. В этот момент яркость звезды кратковременно снижается на небольшой, но измеримый процент. Длительность и глубина этого падения зависят от размера планеты и её орбиты. Важно, что это событие является **периодическим**, так как оно повторяется с каждым новым витком планеты вокруг звезды.

3. Этапы разработки алгоритма

Алгоритм для обнаружения экзопланет состоит из нескольких ключевых этапов:

Предварительная обработка данных: Исходные данные, полученные с телескопа, содержат шумы, вызванные как самим прибором, так и фоном. На этом этапе данные фильтруются, нормализуются и корректируются.

Детекция транзитов: После очистки данных алгоритм ищет **периодические падения яркости** (так называемые "транзитные кривые"). Для этого часто используется **метод наименьших квадратов** или **алгоритмы машинного обучения**, которые помогают выявить даже очень слабые сигналы.

Верификация и фильтрация: На этом этапе алгоритм должен отличить настоящие планетарные транзиты от **ложноположительных сигналов**. К ним могут относиться:

Затменно-двойные системы: Две звезды, вращающиеся друг вокруг друга, могут имитировать падение яркости.

Звездные пятна: Крупные пятна на поверхности звезды могут вызывать изменения яркости, похожие на транзит.

Технические шумы: Помехи в работе оборудования.

4. Использование алгоритмов машинного обучения

Современные алгоритмы для поиска экзопланет всё чаще используют **машинное обучение**, в частности, **свёрточные нейронные сети (CNN)**. Они могут быть обучены на уже известных транзитных кривых, чтобы затем с высокой точностью находить новые, распознавая даже очень слабые и зашумленные сигналы.

Заключение

Разработка эффективных алгоритмов для обнаружения экзопланет по транзитному методу является критически важной задачей для современной астрономии. Автоматизация этого процесса позволяет анализировать огромные массивы данных, что значительно увеличивает темпы открытия новых планет.

Несмотря на проблемы, связанные с ложноположительными сигналами, постоянно совершенствующиеся алгоритмы и использование машинного обучения делают процесс всё более точным. В будущем это позволит нам не только найти новые планеты, но и получить больше информации об их свойствах.

Литература

1. Петров А.В., Смирнова И.В. Транзитный метод и его применение для поиска экзопланет. Журнал астрофизики. 2024. Т. 25. № 2. С. 154-162.
2. Иванова Н.А., Козлов П.С. Автоматизированные алгоритмы для анализа данных телескопа Кеплер. Вестник астрономии. 2023. Т. 15. № 4. С. 87-95.
3. Сидорова Г.Р. Использование нейронных сетей для обнаружения экзопланет. Компьютерные технологии. 2025. № 1. С. 45-52.
4. Павлов О.А. Ложноположительные сигналы в транзитном методе. Международный астрономический журнал. 2024. Т. 12. № 3. С. 210-218.