

## АННОТАЦИЯ

цикла работ канд. физ.-мат. наук доцента кафедры астрономии математико-механического факультета СПбГУ

Балуева Романа Владимировича

**«Поиск и исследование экзопланет с помощью новых способов наблюдений и методов обработки данных»,  
выдвинутых на соискание премии СПбГУ за научные труды в категории «За вклад в науку молодых исследователей»**

На конкурс представлены результаты научной работы Балуева Романа Владимировича, посвященной исследованию экзопланет, т. е. планет за пределами солнечной системы. Данная научная область является молодым и бурно развивающимся разделом астрономии. Соискателем проводились исследования динамики известных планетных систем, организация наблюдений тайминга планетных прохождений, обработка наблюдений, поиск новых экзопланет, статистический анализ ансамбля открытых экзопланет. Исследования Р.В. Балуева находятся на стыке различных дисциплин, так как на 70% включают в себя разработку новых методов прикладной математики для статистического анализа данных и эффективных компьютерных алгоритмов их обработки, без чего работа в данной области невозможна.

Работа ведется соискателем с 2008 года, но на конкурс представлены публикации, вышедшие в период 2015-2019 гг. Приложенный список работ включает 9 статей, входящих в базы данных Web of Science и Scopus, из них 8 в изданиях квартала Q1. Имеется обзорная статья в этом периоде. В большинстве статей Р.В. Балуев является ведущим или единственным автором, что подчеркивает его определяющий личный вклад в опубликованные научные результаты. Индекс Хирша автора по Web of Science — 12, средняя цитируемость работ — 14.74 ссылок на статью. С 2012 года научная работа под руководством Р.В. Балуева не раз поддерживалась различными грантовыми фондами, что подтверждает ее высокую научную значимость. К настоящему времени получено конкурсное финансирование на общую сумму 15 млн 200 тыс. руб. (2012-2013 грант РФФИ, 2014-2015 грант РФФИ, 2014-2015 грант Президента РФ для поддержки молодых ученых — кандидатов наук, 2017-2019 грант РФФИ, 2019-2022 грант РНФ). Два последних научных проекта (РФФИ и РНФ) выполнялись (выполняются) на базе СПбГУ.

Ниже приведен перечень основных научных результатов соискателя за период 2015-2019 гг. Результат п. 6 вошел в перечень выдающихся астрономических результатов за 2018 г. по версии Научного совета по астрономии РАН (в аналогичные перечни НСА РАН входили также и более ранние работы Р.В. Балуева за 2011 и 2013 гг, но они в списке не указаны).

1. Valuev (2015a). Завершен многолетний цикл работ автора по аналитическому определению уровней значимости периодограмм, использующих моделирование периодичностей разной степени сложности (от обычной синусоиды до Кеплеровской кривой лучевой скорости).

2. Valuev (2015b). По характеристикам шума в высокоточных измерениях лучевой скорости звезды 55 Рака (обладающей 6-планетной системой), обнаружен цикл магнитной активности, период которого определен около 13 лет, то есть близко к солнечному. Позднее данный результат был подтвержден и уточнен в независимой работе Bourtier et al. (2018), которые получили период 10.5 лет и 11.8 лет по спектральному индексу H-альфа и по S-индексу, соответственно.

3. Baluev et al. (2015, 2019). В 2015 г. проведена однородная обработка ~80000 фотометрических измерений и ~300 планетных прохождений, взятых как из любительских баз данных, так и из научной литературы. Получены новые оценки параметров экзопланет, исследованы возможные вариации моментов прохождений (TTV — transit timing variations). Полученные измерения таймингов опубликованы. В 2019 г. эта работа была повторена на основе расширенного массива данных (более 300 тыс. фотометрических измерений, более 1000 планетных прохождений), включая также анализ лучевых скоростей, полученных от зарубежных партнеров. Получены эмпирические поправки к имеющимся моделям эффекта потемнения диска звезды к краю (Claret & Bloemen). У планеты WASP-4 b в 2015 г. заподозрен TTV-сигнал; в 2019 г. это подозрение усилено на основе новых данных, а в 2020 г. окончательно подтвержден нелинейный TTV-тренд у данного объекта (публикация за 2020 г. в перечень не вошла по правилам конкурса).

4. Baluev & Shaidulin (2015). Построена новая модель эффекта Росситера-Маклафлина (спектроскопического прохождения планеты по диску звезды). Модель применима и в случае затмения звезды объектом произвольного размера (не только планетой). Она учитывает поправки, зависящие от средних характеристик спектральных линий и от метода определения лучевой скорости.

5. Fischer et al. (2016). Завершен многолетний цикл работ автора по разработке методов высокоточного моделирования лучевой скорости звезды, с учетом шумовых эффектов из-за звездной активности.

6. Baluev (2018); Baluev & Shaidulin (2018). Построен новый оригинальный метод восстановления статистической функции распределения (плотности вероятности) по входной выборке объектов, основанный на выделении в распределении независимых кластеров и иных структур при помощи вейвлет-преобразования. Данный метод применен к одномерным распределениям различных параметров экзопланет. Для подвыборки планет-гигантов обнаружено статистически значимое сгущение экзопланет в зоне перехода 100-300 сут., между т.н. "долиной периодов" и планетами с большими периодами. В соответствии с имеющимися в литературе эволюционными моделями, эта зона связана с эффектом "ледяной аккумуляции" в протопланетном диске.