

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Габовича Александра Викторовича
на тему: «Ранняя регистрация оптического излучения гамма-всплесков
и поиск оптических транзиентов на восточном сегменте Глобальной
роботизированной сети МАСТЕР МГУ»
по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия

Особое место среди изучаемых астрономических феноменов принадлежит транзиентным явлениям (объектам, процессам), чья продолжительность достаточно мала по сравнению с характерными временами эволюции космических объектов. К ним относятся как стохастические вариации интенсивности излучения (вспышки) разных частот (от радио до гамма) уже известных астрономических объектов — Солнца, переменных звезд, активных ядер галактик, рентгеновских источников, так и вновь обнаруживаемые транзиенты, как электромагнитные, так и другой природы, — вспышки новых и сверхновых, гамма-всплески, быстрые радио всплески, гравитационно-волновые импульсы, нейтринные события. Отметим, что эти явления часто прежде всего регистрируются как источники радио, рентгеновского, гамма излучения, нейтрино и гравитационных волн. Однако возможности понимания их природы, построения их моделей в определяющей степени обуславливаются обнаружением и исследованием их проявлений в оптическом диапазоне — оптических транзиентов.

Необходимо подчеркнуть, что исследования этих объектов относятся к недавно сформировавшемуся направлению астрономии Time Domain Astronomy, и являются исключительно **актуальными** — речь идет о десятках тысяч статей, опубликованных по этой теме за последние годы.

Характерные длительности упомянутых явлений лежат в диапазоне от миллисекунд (гамма и радио всплески, гравитационно-волновые импульсы) до минут-недель-месяцев-лет (транзиты экзопланет, вариации блеска переменных, новых и сверхновых звезд, ядер галактик). Очевидно, что систематическая регистрация и исследование такого рода нестационарных событий и процессов возможны лишь при непрерывном мониторинге небесной сферы (желательно всей) во всех диапазонах электромагнитного спектра, а также с помощью гравитационных и нейтринных детекторов и анализе данных в реальном времени, т.е. необходимо реализовать режим «all time&all sky». С другой стороны, как компромисс, возможно использование для изучения этих явлений (объектов) быстрое подключение к их наблюдениям наземных оптических телескопов, оснащённых разнообразной аппаратурой по возможности высокого временного разрешения (алертный, follow-up режим).

Эти исследования могут проводиться только с помощью полностью роботизированных инструментов, снабженных автономными метеостанциями, автоматизированной инфраструктурой, информационным кластером и специальным программным обеспечением. Такие комплексы способны принимать решения о начале наблюдений, выборе их режимов, проводить накопление данных и их анализ в реальном времени, изменять режимы, исходя из полученных результатов, прекращать наблюдения на основании данных о метеоусловиях, астроклиматической обстановке и/или по завершении ночи.

При этом максимально оптимальным вариантом реализации этих программ в варианте «all time&all sky» является создание набора подобных инструментов, размещенных на разных долготах, для непрерывного контроля неба.

В настоящее время функционируют несколько комплексов этого вида, однако работать круглосуточно может только глобальная сеть телескопов-

роботов МАСТЕР, состоящая из 9 полностью роботизированных обсерваторий с идентичным приемным оборудованием, распределенных по земному шару, позволяющих проводить наблюдения в алертном и обзорном режимах до 24 ч в сутки и получать фотометрические данные (кривую блеска) обнаруженных оптических транзиентов.

Последние во множестве регистрировались глобальной сетью МАСТЕР при наблюдениях больших полей ошибок космических гамма- и рентгеновских обсерваторий, а также наземных детекторов LIGO/Virgo, IceCube, ANTARES, определялись их координаты и проводились фотометрические исследования. Так например, космическая гамма-обсерватория Fermi, на протяжении многих лет обнаруживающая гамма-всплески (несколько событий в день), в большинстве случаев дает координаты с ошибкой от нескольких единиц до сотен квадратных градусов, и регулярные наблюдения этих боксов осуществляют только телескопы МАСТЕРа, и как показали исследования 130 всплесков, в подавляющем большинстве случаев они открывают оптический источник первыми среди подобных инструментов.

Работа Александра Викторовича Габовича, являющаяся важной частью исследований в рамках проекта МАСТЕР, посвящена поиску и изучению переменных оптических объектов, как связанных с нестационарными источниками излучения различных диапазонов (в первую очередь, гамма-всплесками), так и обнаруживаемых в процессе обзора небесной сферы. При этом первые регистрируются во время алертных наблюдений областей их локализации на телескопах-роботах Глобальной сети МАСТЕР МГУ. во время алертных наблюдений областей локализации гамма-всплесков, а вторые – с использованием восточного сегмента сети – МАСТЕР-Амур.

Необходимо подчеркнуть, что использование в астрономических наблюдениях телескопов-роботов, отнюдь не уменьшает определяющей роли в любых научных программах астрономов-исследователей. Им принадлежит

помимо разработки концепций, программ обработки данных и создания инструментов, черновой и чистой анализ полученной информации, приведение последней в science ready форму, интерпретация и изложение результатов в общепринятом профессиональным сообществом виде. Именно это составило суть научных занятий диссертанта в течение более 10 лет! Им проведен гигантский объем исследований достоверности обнаруживаемых событий, - их число составило 80000 с 2011 по 2022 год. Например, в 2019 году А.В. Габовичем были изучены области вероятной локализации 203-х гамма-всплесков, зарегистрированных детекторами обсерваторий Swift, Fermi, Maxi, Integral; 30-ти нейтринных событий, зарегистрированных в Баксанской нейтринной обсерватории, а также IceCube; 56-ти гравитационно-волновых событий, зарегистрированных LI-GO/Virgo в эпоху O3; 56-ти гравитационно-волновых событий, зарегистрированных LIGO/Virgo в эпоху O3, и быстрого радио-всплеска FRB 13191107.

Ранние оптические наблюдения (20-30 секунд после алерта) областей локализации гамма-всплесков GRB 120811C, GRB 120404A, GRB121011A, проведенные автором, привели к обнаружению их оптических компаньонов, для доказательства происхождения которых были изучены 900 архивных изображений из наблюдений с телескопом МАСТЕР-Амур. Диссертант исследовал фотометрические характеристики соответствующих транзиентов MASTER OT J131844.01+621802.7, MASTER OT J154003-125254.2, MASTER OT J172051.21+410636.9 на этом же телескопе.

На телескопе МАСТЕР-Амур был обнаружен и профотометрирован оптический транзиент MASTER OTJ093104.6+430735.9 с блеском 13.4 зв.вел., связанный с гамма-всплеском GRB161017A, зарегистрированный детектором космической обсерватории МГУ Ломоносов, что позволило исследовать спектральные характеристики источника и определить расстояние до него.

Диссертантом изучена необычная затменная двойная система с самым длинным известным периодом в 69.1 лет: MASTEROT J095310.04+335352.8, получена кривая блеска на телескопе МАСТЕР-Амур в период 2012-2016гг, что позволило определить период двойной и классифицировать ее.

Достоверность и обоснованность этих результатов обеспечивается многолетним опытом функционирования Глобальной системы МАСТЕР, многосторонним тестированием методов регистрации и анализа данных, подтверждается независимыми наблюдениями на других инструментах. Они опубликованы в 3х рецензируемых журналах с высокими импакт-факторами, представлены на 8-ми конференциях

Научная значимость и новизна исследований, представленных в диссертации, обусловлены открытием новых оптических транзиентов, связанных с гамма-всплесками, - каждое такое событие является уникальным и проливает новый свет на природу гамма-всплесков, что особенно важно при отсутствии полного понимания их природы. Сказанное относится и к новой затменной двойной с периодом уникальной продолжительности

Автореферат полностью отражает содержание диссертации

Необходимо отметить некоторые недостатки рассматриваемой работы:

1. Явно не хватает краткого описания комплекса регистрации и накопления данных.
2. Хотелось бы видеть описание методики фотометрии, источников ошибок, пределов обнаружения.
3. Имело бы смысл поделиться опытом анализа 80000 кандидатов в транзиенты в контексте развития нейронных сетей для обнаружения транзиентных событий.
4. В тексте иногда используются жаргонные обороты, неправильные согласования.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Габович Александр Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Официальный оппонент: доктор физико-математических наук ,
ведущий научный сотрудник, руководитель группы релятивистской
астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии
наук (САО РАН),

Бескин Григорий Меерович

Подпись Бескина Г.М. 

Ученый секретарь

к.ф.-м.н.

Кайсина Е.И.

Контактные данные: beskin@sao.ru, +7-87878-46156

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация: 01.03.02 – Астрофизика и звездная астрономия

Адрес места работы: 369167, Карачаево-Черкесская республика,

Зеленчукский р-н, пос. Нижний Архыз, САО РАН