

Отчет за 2022г лаборатории космического мониторинга (МАСТЕР) по теме: "Поиск и исследование оптического излучения от гамма-всплесков и других оптических транзиентов на Глобальной сети телескопов-роботов МАСТЕР наземного и космического базирования".

2022г. - год 20-летия работы Глобальной сети телескопов-роботов МАСТЕР (GCNC 1770).

I) Деятельность, обеспечивающая выполнение Программы развития МГУ имени М.В. Ломоносова:

1.1 выполнение научных исследований на телескопах-роботах Глобальной сети МАСТЕР МГУ – в 2022г. исследование областей гамма-всплесков , алертов нейтрино высоких энергий, быстрых радиовспышек, обнаружение и исследование фотометрии транзиентных явлений во Вселенной.

1.2 Поддержка работы оборудования 8 телескопов Глобальной сети МАСТЕР МГУ – МАСТЕР-Амур, МАСТЕР-Тунка, МАСТЕР-Кисловодск, МАСТЕР-Таврида, MASTER-SAAO, MASTER-OAFA, MASTER-IAC, MASTER-OAGH. Закупка на средства заработной платы серверного оборудования, материалов для токарных работ, проведение этих работ для замены выходящего из строя из-за непрерывной работы телескопов МАСТЕР. На средства заработной платы организованы командировки сотрудников для ремонтных работ с телескопами МАСТЕР.

Благодаря саботажу проректора Егорова С.Ю. и проректора Миронюк О.А. не выполнено Распоряжение В.А.Садовниченко от 06 июля 2022г. о закупке оборудования для Глобальной сети МАСТЕР в 2022г.

II) Конференции 2022:

1) под эгидой семинара ОСА организована и проведена восьмая Всероссийская конференция МГУ имени М.В.Ломоносова 16 декабря 2022г. в ГАИШ МГУ

“Успехи российской астрофизики 2022: теория и эксперимент” <http://master.sai.msu.ru/ru/ura2022>).

председатель оргкомитета - зав.лаб.,проф.Липунов В.М. (состав:Г.С.Бисноватый-Коган(ИКИ), С.И.Блинников (ИТЭФ), Н.М.Буднев(ИГУ), А.Д.Долгов (НГУ), А.Ф.Захаров (ИТЭФ), А.Ф.Июдин (НИИЯФ МГУ), И.Д.Караченцев (САО РАН), В.М.Липунов(Председатель, МГУ), В.Н.Лукаш (АКЦ ФИАН), И.Д.Новиков (АКЦ ФИАН), В.А.Садовничий (МГУ), С.И.Свертилов (НИИЯФ МГУ), Д.С.Свинкин(ФТИ им.А.Ф.Иоффе), Д.Д.Соколов (Физический ф-т МГУ) А.Г.Тлатов (ГАО РАН), А.В.Тутуков (ИНАСАН), А.М.Черепашук (МГУ ГАИШ), Н.Н.Чугай (ИНАСАН), Н.И.Шакура (МГУ ГАИШ), И.В.Яшин (НИИЯФ МГУ), все сотрудники лаборатории - в исполнительном комитете конференции.

На Успехах-2022 г. представлены несколько докладов по результатам выполняемых сотрудниками работ, из основных:

1. 20 лет Глобальной сети телескопов-роботов МАСТЕР МГУ: успехи и достижения.
2. Глобальная сеть телескопов-роботов МАСТЕР МГУ: обнаружение всплеска-сироты и восстановление времени GRB по модели SOS-излучения.
3. Поиск источников нейтрино на телескопах-роботах Глобальной сети МАСТЕР МГУ

2) Организована и проведена международная конференция “ Bursting Universe by Robots Eyes 2022. Multichannel search of high energy astrophysics sources” <http://master.sai.msu.ru/en/master2022/>

(15-20 Aug 2022) в ГАИШ МГУ в честь 20-летия Глобальной сети МАСТЕР МГУ , в рамках которой представлены доклады:

- " 20 years of MASTER Global Robotic Net: main results " (Lipunov et al.)
- " Fast Radio Burst and Soft Gamma Repeater prompt optical search by MASTER. " (Chasovnikov et al.)
- " MASTER GRB Optical Polarization" (Gorbovskoy et al.)
- " MASTER-SAAO: highlights. GRB alert observations and OT discovery" (Tiurina et al.)
- " MASTER-IAC highlights. GRB, neutrino (IceCube\ANTARES),GW,FRB alerts observations."(Tiurina et al)
- "Multichannel search of astrophysics sources of UHE and HE neutrino " (Gress et al.)
- " Optical localization of high energy neutrino " (Zhirkov et al.)
- " Orphan discovery by MASTER-OAFA " (Topolev et al.)
- "MASTER observation of all LIGO/Virgo O1,O2,O3 alerts " (Vlasenko et al.)
- " MASTER-OAGH(Mexico): first results " (Antipov et al.)
- " Russian sky" (Lipunov V.M.),
- " GECAM GRB: observation by MASTER " (Gulyaev et al.),
- "MASTER-OAFA highlights. " (Chasovnikov et al.),
- "Supernovae, Novae, dwarf novae and other optical transients detected by MASTER " (Balanutsa P.),
- "Современные тенденции в развитии малых телескопов оптического контроля ближнего околоземного пространства",
- " Астрономия на Дальнем Востоке / Astronomy at Far East " (Yurkov et al.),
- MASTER-Amur alert observations and optical transients search." (Gabovich et al.),
- " Faint optical transients detection by MASTER Astronomy at Far East . " (Tiurina et al.),
- "MASTER GRB investigations in 2017-2019 " (Minkina et al.),
- " Comets and asteroids search in MASTER " (Kechin et al.),
- "Magnito-rotational collapse and spinar paradigm " (Chasovnikov et al.),
- " MASTER strategy of sources extraction" (Antipov et al.),
- " General MASTER Database " (Kuznetsov et al.),
- "X-ray and optical GRB characteristic investigations by MASTER Global Robotic Net." (Ershova et al),
- "MASTER

3) проведены 10 отдельных семинаров ОСА <http://master.sai.msu.ru/ru/osa/> по темам:

- "Раннее послесвечение гамма-всплеска GRB 190829A" (проф.Липунов В.М., Балануца П.В., Власенко Д.М. от группы МАСТЕР ГАИШ/ФФ МГУ) <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/03/18/> ,
- "Vela Jr. — морфология, возраст и расстояние до этого остатка сверхновой" (проф.Июдин А.Ф. , Проничева С.А. НИИЯФ/ФФ МГУ) <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/04/08/> ,
- " Устойчивость коллапса массивных звезд" И. Калашников, А. Баранов, А. Филина, В. Чечеткин, П. Шардонне (ИПМ им.Келдыша) <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/04/15/> ,
- "Уникальные оптические наблюдения двух ближайших источников радио-всплесков" (Тополев В. ГАИШ/ФФ МГУ) <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/05/13/> ,
- "Эволюция планет, звезд, галактик и их систем" (проф.А.В.Тутуков ИНАСАН) <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/05/20/> ,
- "Появление морской экономики и морской деятельности между 8000 и 3500 лет до настоящего времени на Востоке Чукотки." к.и.н. С.В. Гусев <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/07/01/>

"О публикации научных статей в ведущих западных изданиях, об индексах цитируемости и хиршах в свете спецоперации на Украине" (проф.В.М.Липунов),

"Обнаружение растущего Всплеска-Сироты Глобальной сетью МАСТЕР МГУ" (Н.В.Тюрина, В.В.Тополев, Д.М.Власенко, В.М.Липунов от команды МАСТЕР)
<http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/07/08/> ;

“Новости ДНК-генеалогии” (проф.А.А.Клесов) <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/08/12/>

"О публикациях в ведущих мировых научных журналах и попытках наших чиновников задушить русскую науку" (В.М.Липунов, МГУ) <http://master.sai.msu.ru/en/osa/archive/2022/10/14/>

На каждом семинаре представлены новости МАСТЕРА и публикаций arXiv. Доклады по ним готовили Часовников А.Р., Липуновым В.М., Жирков К.К. - см.онлайн записи семинаров.

4) проведены 52 еженедельных семинаров “МАСТЕРская” лаборатории космического мониторинга

III) Международная коллаборация в 2022

1. Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и гравитационно-волновой эксперимент LIGO/Virgo (США,Италия)
2. Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и нейтринная обсерватория IceCube
3. Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и нейтринной обсерватории ANTARES (Франция)
4. Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и Института INAOE(Мексика)
5. Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и Института астрофизии Канарских островов IAC (Испания)
- 6.Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и Национального университета СанХуан (Аргентина)
- 7.Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и южноафриканской астрономической обсерватории SAAO (ЮАР)
- 8.Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и университетом Цинхуа (Китай)
- 9.Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и индийским институтом астрофизики (ИИИТ)
10. Международная коллаборация Глобальной сети МАСТЕР МГУ и Университета Гайдельберга IMPRS-HD.

IV) IV-1. по результатам научной работы Глобальной сети телескопов-роботов МАСТЕР в 2022г. два сотрудника лаборатории защитили кандидатские диссертации (Гресь О.А. "[Многоканальные исследования астрофизических источников высоких энергий во Вселенной](#) ", руководители - проф.,д.ф.-м.н.В.М.Липунов(МГУ)/д.ф.-м.н.,проф.Буднев Н.М.(ИГУ); и Габович А.В. "[Ранняя регистрация оптического излучения гамма-всплесков и поиск оптических транзиентов на восточном сегменте](#)

[Глобальной роботизированной сети МАСТЕР МГУ](#) ", руководитель - проф.д.ф.-м.н.В.М.Липунов) 13 октября 2022г

IV-2. по результатам научной работы в лаборатории студент 4 курса Жирков К.К. защитил курсовую работу: " Поиск [блазаров - кандидатов в источники нейтринных событий ICESCube](#) " .

V) июль-август 2022 г.: организована и проведена летняя практика у студентов 3-6 курсов астрономического отделения ФФ МГУ

VI) весна 2022 г.: в рамках астрофизического практикума 4 курса организованы и проведены лабораторные работы со студентами и магистрантами АО ФФ МГУ.

VII) Научный отчет лаборатории космического мониторинга (МАСТЕР) - главные достижения 2022 г:

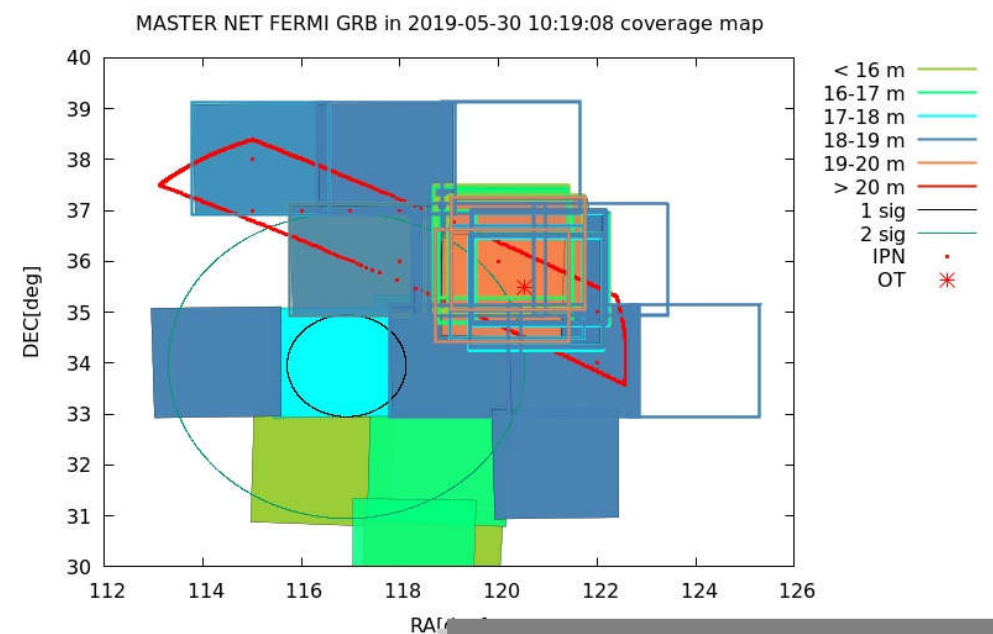
VII-I. Изучение механизмов излучения гамма-всплесков с использованием спектров с временным разрешением и поляризационных исследований

Гамма-всплеск **GRB 190530A**

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 511, Issue 2, pp.1694-1713;

DOI: 10.1093/mnras/stac015

В статье изложены результаты оперативных многоканальных совместных наблюдений гамма-всплеска GRB 190530A в коллаборации с экспериментов Конус-Винд(институт им.Иоффе) и индийскими, американскими и английскими партнерами - одного из самых мощных гамма-всплесков в истории. Оптический источник открыт МАСТЕРом. В результате наблюдения проведены в сверхшироком диапазоне длин волн от гамма- до радио- и показано, что наиболее вероятным механизмом свечения в столь широком диапазоне является синхротронное излучение релятивистских частиц выброшенных образующейся чёрной дырой в магнитном поле узкой струи - "джета".



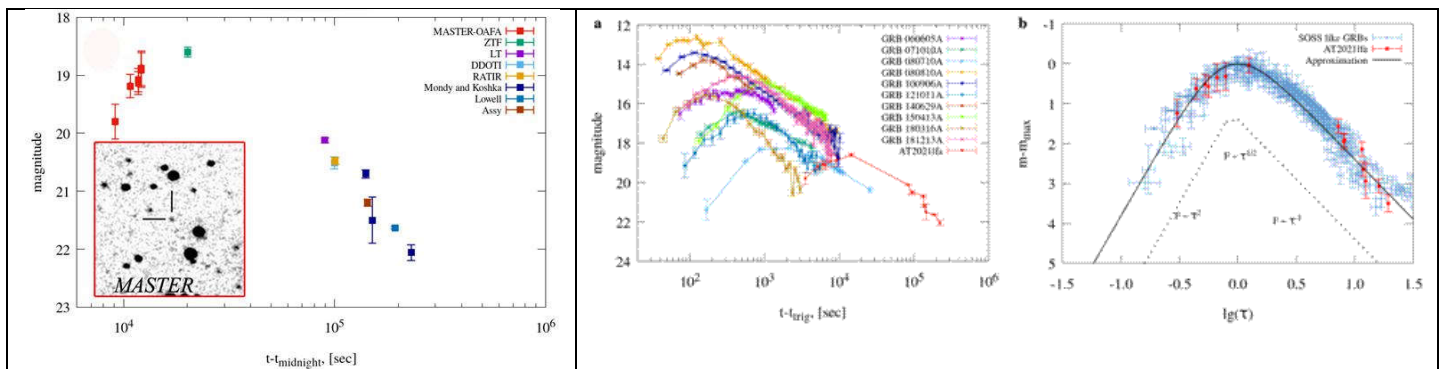
VII-II Обнаружение нового явления – всплеск-сирота - "Беспризорники во Вселенной".

Обнаружение всплеска-сироты на ранней стадии и восстановление времени гамма-всплеска с помощью открытого в группе МАСТЕР механизма Smooth Optical Self Similar emission.

"Orphan optical flare as SOSS emission afterglow, localization in time" MNRAS 516, 4980)

4 мая 2021 г. в 05 часов 34 минуты 48 секунд UTC проект ZTF обнаружил необычный оптический транзиент AT2021lfa/ZTF21aayokph с яркостью в красном фильтре $r = 18.6$. При этом было установлено, что на снимках полученных на 2 дня раньше объекта нет (Yao et al. 2021a). Последующие наблюдения на других инструментах показали дальнейшее падение блеска, а на глубоком снимке на месте ОТ была найдена хозяйская галактика с красным смещением $z = 1.063$ (Yao et al., 2021b) и рентгеновский транзиент с типичным потоком для рентгеновских послесвечений гамма-всплесков (Ho et al., 2021).

MASTER-OAFA, проводя обзор южного неба, получил изображения объекта на три часа раньше, что позволило доказать по кривой блеска, что яркость оптического транзиента на снимках МАСТЕР-OAFA неуклонно растет с первых изображений, оставаясь ниже значения ZTF на их первом кадре (7σ). Следовательно, пиковая яркость находилась между последним MASTER-кадром и первым ZTF-кадром.



Эту работу мы посвятили нашему коллеге, товарищу и принципиальному соавтору сети МАСТЕР Виктору Геральдовичу Корнилову, который скончался 1 мая 2021 года.

VII-III Исследование быстрых радио-вспышек.

“MASTER Real-Time Multi-Message Observations of High Energy Phenomena” Universe, 8, 271

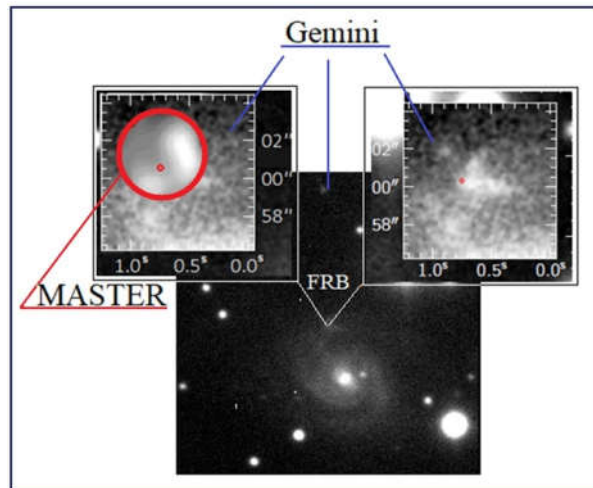
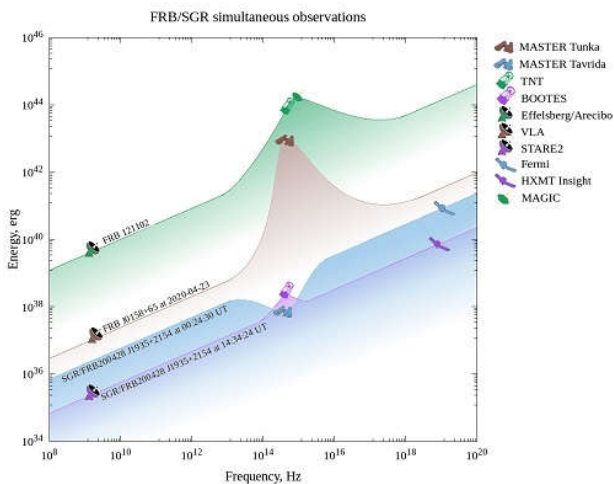
Явление быстрых миллисекундных радио-всплесков было предсказано Панченко, Липуновым за 10 лет до их открытия (Lipunov & Panchenko, 1996 <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1996A%26A...312..937L/abstract>), где показано, что явления таких разовых радио-всплесков (сопровождающих гибель объекта), могут быть предвестником слияния двух нейтронных звезд или нейтронной звезды и чёрной дыры.

В 2007 году австралийские радиоастрономы, анализирующие архивные наблюдения радиотелескопа Паркса, впервые столкнулись с сверхбыстрыми вспышками. Таких источников сейчас уже обнаружено около сотни. Как и в истории с гамма-всплесками, явление оказалось сложным, мы имеем дело как минимум с двумя разными классами источников: уникальными всплесками, которые никогда не повторяются и с повторяющимися (при этом мы не можем быть уверены, что все "одноразовые" всплески никогда не повторяются). В начале 2020 года (пандемия COVID 19) Глобальная сеть телескопов-роботов МАСТЕР проводила кампанию по синхронным наблюдениям ради-всплесков в оптическом диапазоне именно повторяющихся явлений.

Ведущей гипотезой повторяющихся радио-вспышек стало предположение о том, что они связаны с активностью нейтронных звезд, обладающих чрезвычайно мощным магнитным полем – магнитаров (Popov & Postnov, 2013; Lyubarsky, 2014; Beloborodov, 2017a; Metzger, Margalit, Fast, 2019a). Более того, не исключено, что такие магнитары могут образовываться и во время, и после слияния нейтронных звезд.

До сих пор ни одному оптическому телескопу не удалось обнаружить оптическое свечение от источника радиовсплеска. Целью нашего исследования стал один из 22 известных повторяющихся радиовсплесков FRB 180916.J0158+65, недавно локализованный с радиоастрономической точностью в 2 угловых миллисекунды. Более того, после обнаружения около трех десятков радиовсплесков оказалось, что их активность возобновляется с периодом $16,35 \pm 0,18$ дня (Amiri, 2020).

В статье представлены масштабном оптическом мониторинге ближайшего (на момент начала наших наблюдений) из быстрых радиовсплесков FRB 180916.J0158+65. Всего с помощью телескопов МАСТЕР мы получили около 155 093 изображений (общее время экспозиции равно $2705058 \text{ с} = 31,3$ дня). Наш оптический мониторинг длился в общей сложности 6 недель.



VII-IV. Проведены многоволновые наблюдения и построена модель радиокварзара с плоским спектром NVSS J141922-083830, первоначально классифицированного как кандидат в блазары неизвестного типа (объект BCU II в третьем каталоге Активных ядер галактик).

[A multiwavelength study of the flat spectrum radio-quasar NVSS J141922-083830 covering four flaring episodes](#)

"Многоволновое исследование радиокварзара с плоским спектром NVSS J141922-083830, охватывающий четыре эпизода вспышки"

D. A. H. Buckley et al. MNRAS 2022MNRAS.517.5791B

VII- V Исследовано раннее оптическое излучение источника гамма-всплеска GRB190829A.

[The early afterglow of GRB 190829A](#)

□ [Dichiara S.](#), [Troja E.](#), [Lipunov V.M.](#), [Ricci R.](#), [Oates S.R.](#), [Butler N.R.](#), [Liuzzo E.](#), [Ryan G.](#), [O'Connor B.](#), [Cenko S.B.](#), [Cosentino R.G.](#), [Lien A.Y.](#), [Gorbovskey E.](#), [Tyurina N.](#), [Balanutsa P.](#), [Vlasenko D.](#), [Gorbunov I.](#), [Podesta R.](#), [Podesta F.](#), [Rebolo R.](#), [Serra M.](#), [Buckley D.A.H](#)

□ в журнале [Monthly Notices of the Royal Astronomical Society](#), издательство [Oxford Journals, Oxford University Press](#) (Oxford, UK, England), том 512, с. 2337 [DOI](#)

VII-VI. Опубликована стратегия и результаты наблюдений сетью МАСТЕР за гравитационно-волновыми событиями LIGO/VIRGO в рамках кампаний O1, O2, O3
Липунов и др. АЖ, 99, 12

VII-VII. Работа по обнаружению слабых объектов на телескопах-роботах Глобальной сети МАСТЕР “Первое детектирование всплеска сироты на стадии роста” ПАЖ 2022 , 48 11, 743

VII-VIII Для следующих гамма-всплесков обнаружены оптические источники и получена их ранняя фотометрия:

1) MASTER OT J015623.64-271744.8 для Swift GRB 221110A, Lipunov et al. GCNC 32923, GCNC 32924 <https://gcn.gsfc.nasa.gov/other/221110A.gcn3> – до публикации Свифта (GCNC 32925, GCNC 32932)

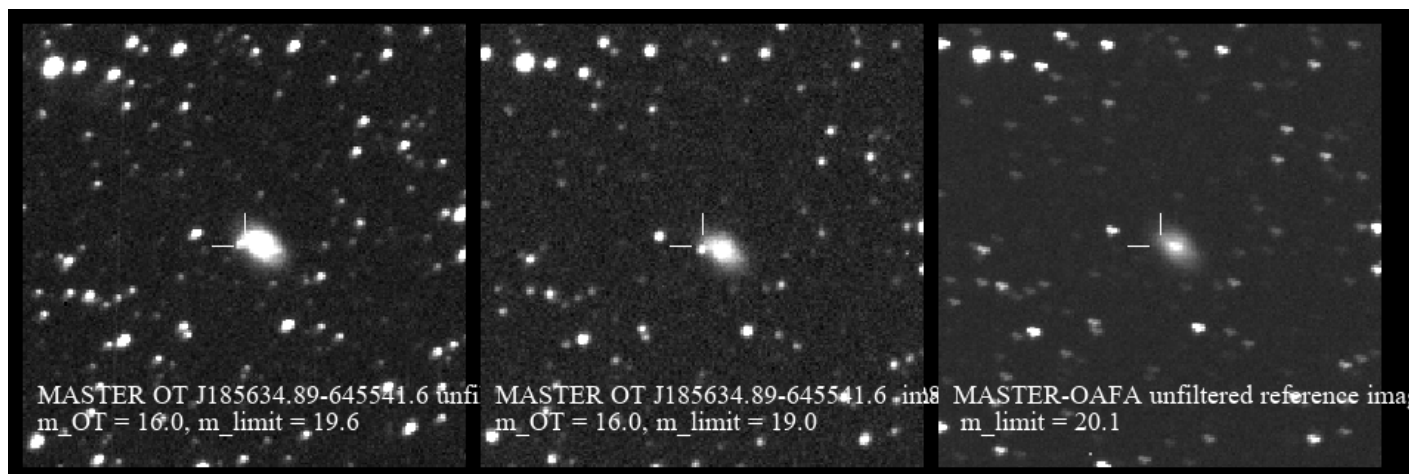
2) MASTER OT J191303.43+194623.1 для экстремально яркого Swift/Fermi GRB 221009A (GCNC 32634 <https://gcn.gsfc.nasa.gov/other/221009.gcn3>)

3) MASTER OT J042553.42-402420.7 – Fermi-LAT GRB 220921A Lipunov et al. GCNC 32569, GCNC 32570 <https://gcn.gsfc.nasa.gov/other/220921A.gcn3>)

4) MASTER OT J111302.33+231508.0 - MAXI GRB 220310A (Lipunov et al. GCN 31732)

VII-IX. Из других интересных оптических транзиентов, обнаруженных в автоматическом режиме программным обеспечением МАСТЕР на широкопольных изображениях 9 телескопов Глобальной сети:

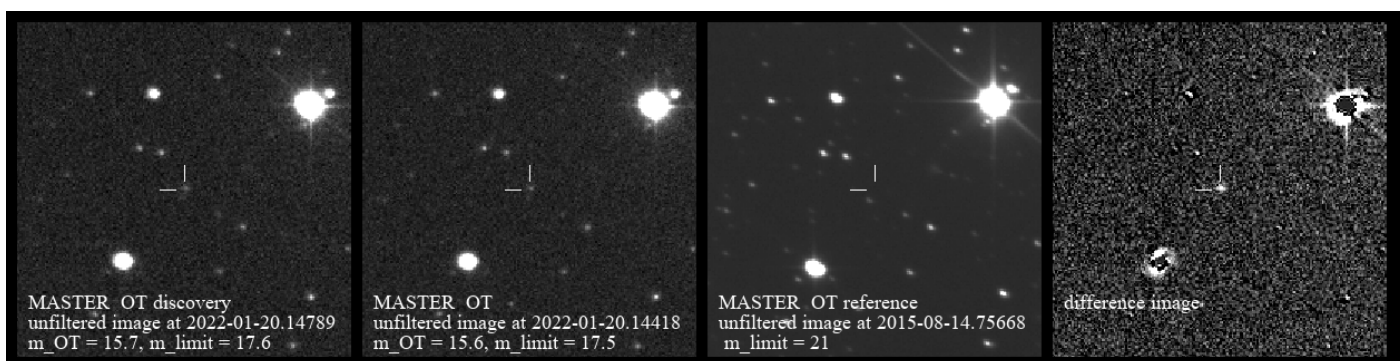
Сверхновая - MASTER OT J185634.89-645541.6 (15m 23.08.2022) в галактике IC4790 на ранней стадии развития <https://www.astronomerstelegam.org/?read=15568> МАСТЕР в Аргентине (MASTEr-OAFA)



MASTER OT J041934.57-545903.4 - Сверхновая в галактике NGC1566
<https://www.astronomerstelegam.org/?read=15566> МАСТЕР в ЮАР (MASTER-SAAO)



Новый объект (вспышка карликовой новой) MASTER OT J173432.09+191254.2 обнаружен на телескопе МАСТЕР-Кисловодск (15.7m) <https://www.astronomerstelegam.org/?read=15173>



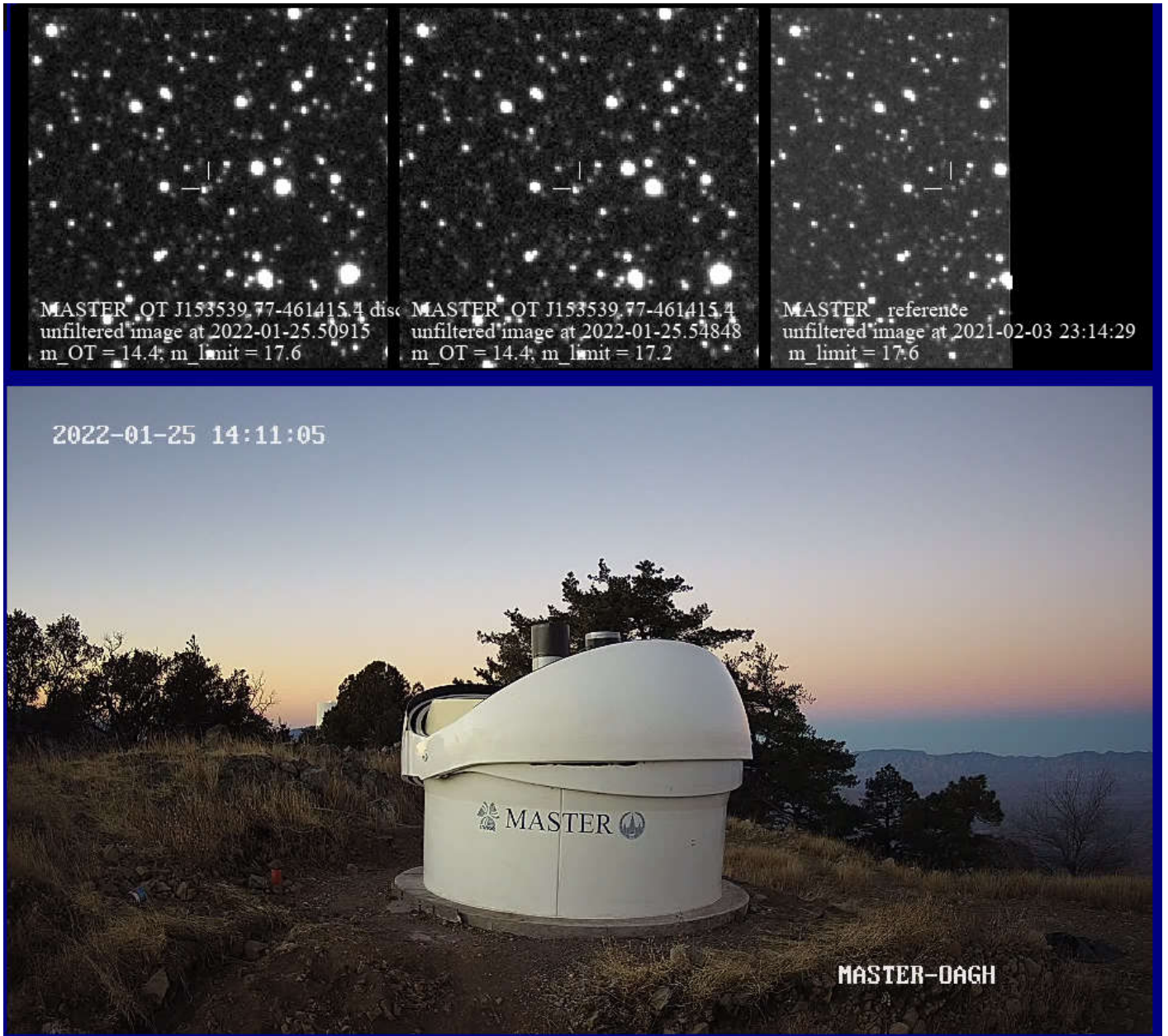
В Благовещенске на телескопе МАСТЕР-Амур обнаружена вспышка UVCet MASTER OT J130738.14+210242.9 <https://www.astronomerstelegam.org/?read=15173>

Новый объект (карликовая Новая) MASTER OT J191329.25-604138.9 с амплитудой вспышки более 5.5m (МАСТЕР в ЮАР MASTER-SAAO)



Вспышка MASTER OT J153539.77-461415.4 – первый транзист, обнаруженный MASTER-OAGH в Мексике <https://www.astronomerstelegam.org/?read=15180> во время инспектирования поля

ошибка гамма-всплеска Fermi trigger [664738369](https://doi.org/10.1088/1475-2875/2022/01/015) (Zhirkov et al. ATel 15180)



Вспышка блазара TXS 1520+344 MASTER-OAGH в Мексике

<https://www.astronomerstelegram.org/?read=15369>

В поле IceCube-220220.60/ AMON NuEm-220220A (Lipunov et al. GCN 31616

https://gcn.gsfc.nasa.gov/other/icecube_220220A.gcn3 <https://www.astronomerstelegram.org/?read=15231>)

обнаружено изменение яркости блазара 5BZBJ1442+1200 (R.A.,Dec.(2000)=14 42 48.28 +12 00 40.28) в результате алертных наблюдений события (Gress, Lipunov, Budnev, Zhirkov et al. ATel 15231).

VII.11.) Проведен анализ в гамма-,рентгеновском,оптическом диапазонах и исследована тонкая структура гамма-всплеска GRB160625B (2022 AprJ в печати)

IX. в рамках астрономического практикума для студентов 3 курса астрономического отделения проводилась лабораторная задача по поиску новых объектов на изображениях телескопов-роботов Глобальной сети МАСТЕР МГУ.

X. Проведена летняя практика студентов астрономического отделения по исследованию экстремальных объектов во Вселенной на телескопах-роботах Глобальной сети МАСТЕР МГУ (июль 2022).

XI. По обнаружению Серхновых, Новых, карликовых новых и других оптических транзиентов на телескопах-роботах Глобальной сети МАСТЕР МГУ ведется работа со школьниками.