



Отчет за пять лет в связи с переизбранием

Константин Маланчев

Семинар отдела Релятивистской астрофизики ГАИШ МГУ, 1 ноября 2022 года

- Отчет за пять лет (декабрь 2017 — настоящее время)
 - Моделирование нестационарной аккреции, код Freddi
 - Исследование вязко-конвективной устойчивости аккреционного потока
 - Поиск аномалий и другие приложения машинного обучения для каталогов кривых блеска, проект SNAD
 - Создание астрономического софта
 - Преподавание
 - Наукометрия
- Планы на следующие пять лет
 - Развитие кода Freddi
 - Новые методы, инструменты и приложения анализа каталогов кривых блеска

Отчет 2017 — 2022

Нестационарная дисковая аккреция

Код Fredi и приложения

- Код Freddi (<https://github.com/>) был разработан для моделирования эволюции дисков в тесных двойных системах (Lipunova & Malanchev 2017).
- Freddi описывает эволюцию темпа аккреции и оптических потоков вспышек типа FRED — быстрый рост, квази-экспоненциальный спад
- Расчет оптической светимости звезды-компаньона вне затмений
- Поддерживается моделирование систем и с черными дырами и с нейтронными звездами

Нестационарная дисковая аккреция

Тепловой дисковый ветер в тесных двойных

- Совместно с Г. В. Липуновой (ГАИШ) и А. Л. Авакяном (ранее наш студент ФФ МГУ) исследовали влияние теплового ветра на эволюцию LMXB, обновлен код Freddi
- Статья по влиянию на эволюцию оптики и темпа аккреции, а также фитированию вспышки 4U 1543 2002 года готовится
- Совместно с Н. И. Шакурой (ГАИШ) исследовано влияние ветра во время вспышки на изменение периода обращения двойной системы
- 2021AstL...47..377A, Avakyan, A. L.; Lipunova, G. V.; Malanchev, K. L.; Shakura, N. I.

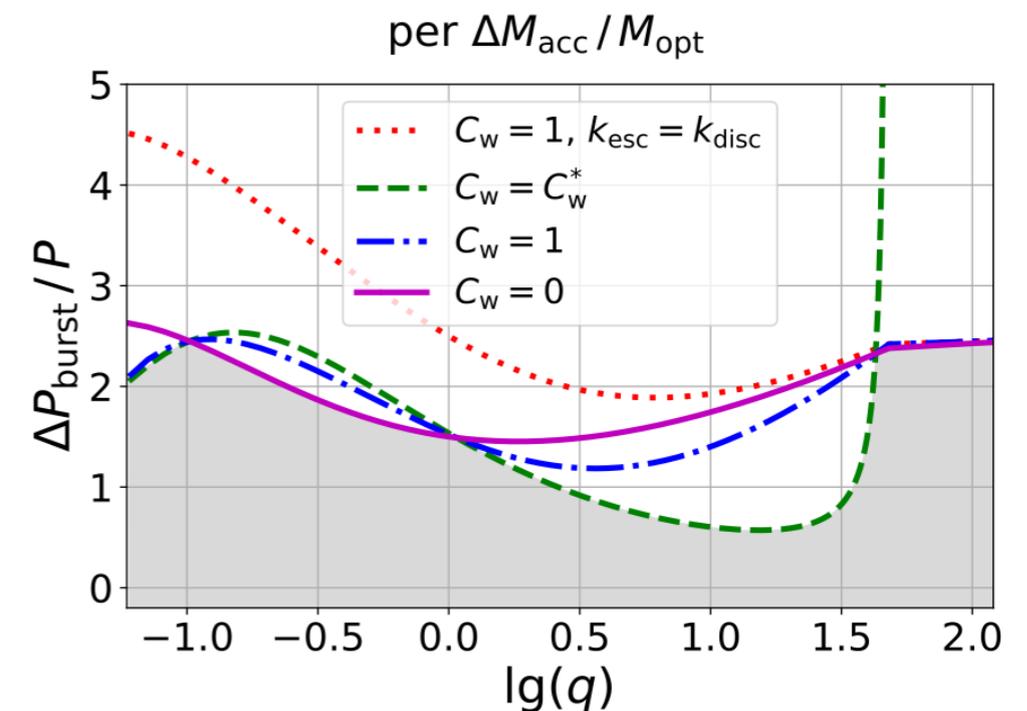


Figure 3. Normalized period variation $(\Delta P_{\text{burst}}/P)(\Delta M_{\text{acc}}/M_{\text{opt}})^{-1}$ depending on the logarithm of the component mass ratio $q = M_x/M_{\text{opt}}$. The solid curve is the change in the period if there is no wind from the disc ($C_w = 0$), the dashed red curve shows the case when the mass loss in the wind is equal to the accreted mass ($C_w = 1$), but the effective radius of the wind outflow is equal to the characteristic radius of the disc before the outburst; other curves: the wind starts from the tidal radius of the disc R_{tid} , $C_w = 1$ and $C_w = C_w^*$. The area below the minimum possible period change is shown in gray.

Нестационарная дисковая аккреция

Системы с нейтронными звездами

- Совместно с Г. В. Липуновой (ГАИШ) обновлен код *Freddi* для исследования LMXB с нейтронными звездами
- Реализована модель взаимодействия магнитного поля НЗ с диском, исследовано влияние этого взаимодействия на эволюцию диска во время вспышки
- Реализована модель звезды-компаньона
- Проведено моделирование вспышки Aql X-1 2013 года
- 2022MNRAS.510.1837L, Lipunova, Galina; Malanchev, Konstantin; et al.

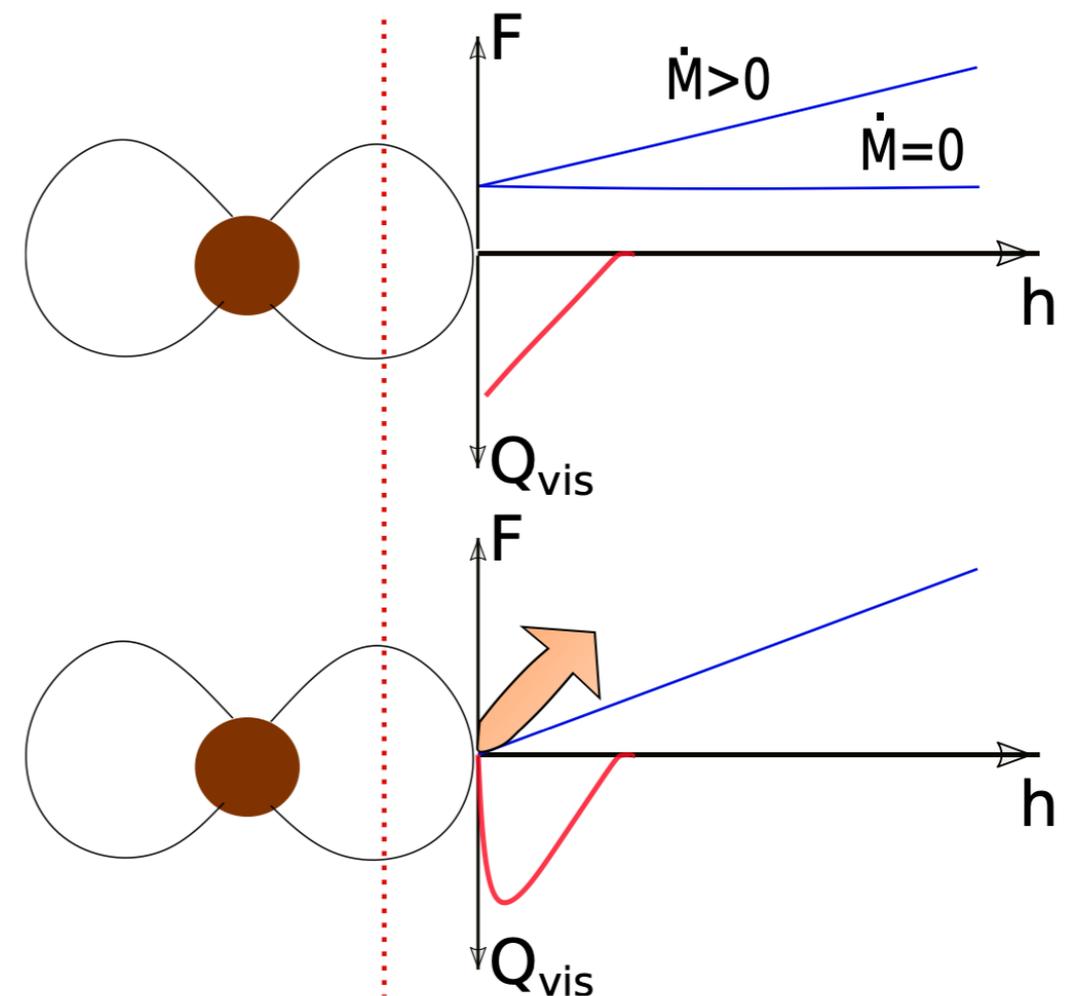


Figure 2. Possible torque distributions $F(h)$ if $R_{\text{in}} > R_{\text{cor}}$ are shown by the blue lines. In the top plot, the case with a finite inner torque, corresponding to SA and POSA scenarios, is shown. In the lower plot, a torque distribution for the PO scenario with $\kappa_{\text{td}} = 0$ is shown. Red lines illustrate the heat radiated locally as the log-scaled distribution $\log(Q_{\text{vis}})$ vs. $\log(h)$.

Нестационарная дисковая аккреция

Вертикальная структура

- Совместно с Г. В. Липуновой (ГАИШ) и А. С. Тавлеевым (ранее наш студент ФФ МГУ) разработан новый код на Python для моделирование вертикальной структуры аккреционных дисков
- Мы используем современные табличные непрозрачности и уравнение состояния
- Учтена конвекция и самооблучение
- Впервые (?) обнаружено, что для сверхмассивных черных дыр классическая зона В не реализуется
- Статья готовится к публикации

Вязко-конвективная неустойчивость

Тонкий ламинарно-конвективный диск

- Исследованы физические условия в оптически тонких ламинарных аккреционных дисках, в которых возможно развитие конвективной неустойчивости.
- Два случая: ионизованное и молекулярное вещество
- 2019JPhCS1390a2085M, Malanchev, Konstantin; Postnov, Konstantin; Shakura, Nikolay

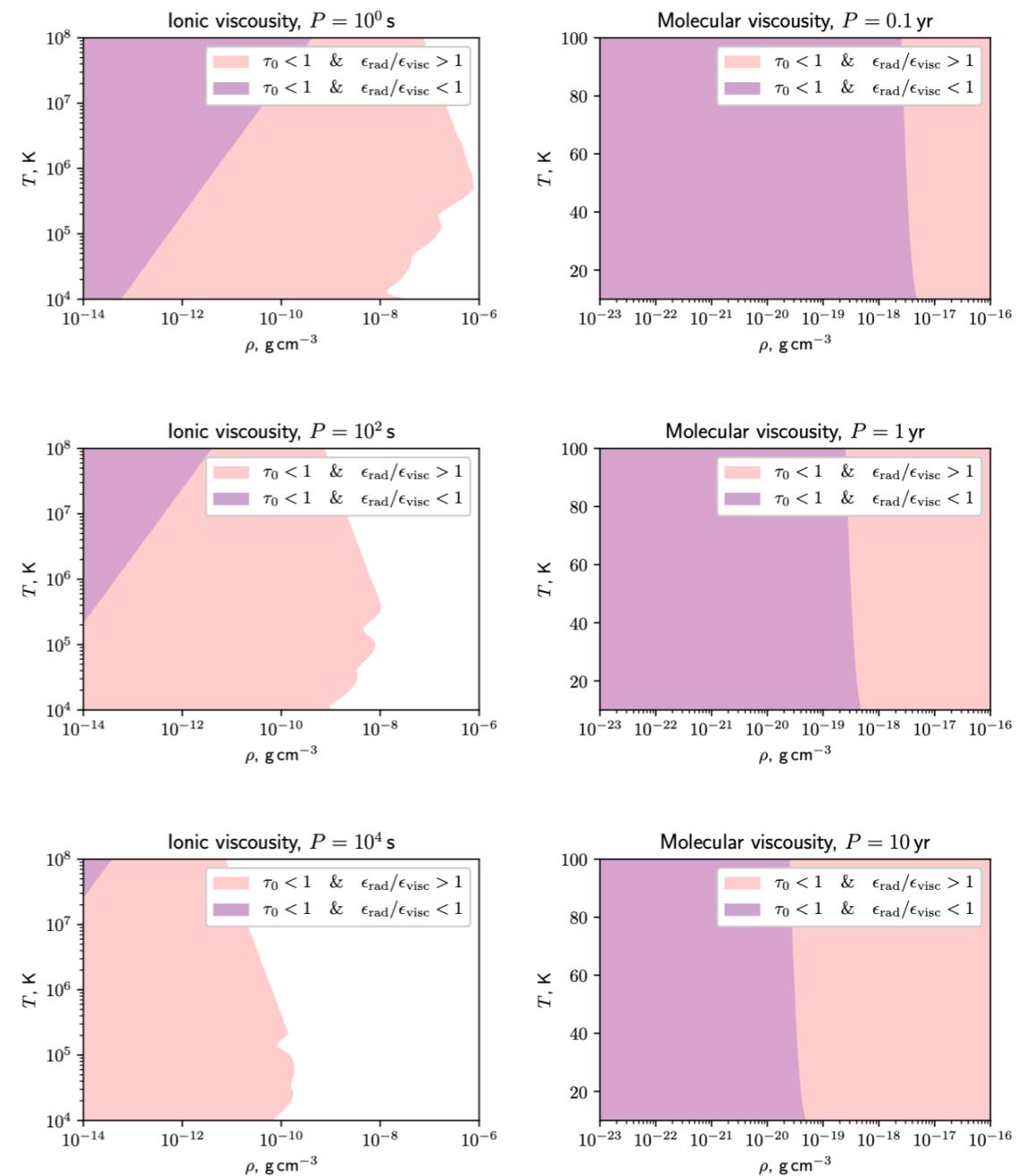


Figure 1. Comparison with unity of τ_0 and $\epsilon_{\text{rad}}/\epsilon_{\text{visc}}$ for various values of orbital period P , temperature T and density ρ . Left panels are for ionised gas and right panels are for molecular gas. Pink (light) shows the parameter space where $\tau_0 < 1$ and $\epsilon_{\text{rad}}/\epsilon_{\text{visc}} > 1$, violet (dark) shows $\tau_0 < 1$ and $\epsilon_{\text{rad}}/\epsilon_{\text{visc}} < 1$, and white shows $\tau_0 > 1$ and $\epsilon_{\text{rad}}/\epsilon_{\text{visc}} > 1$.

Поиск аномалий, SNAD



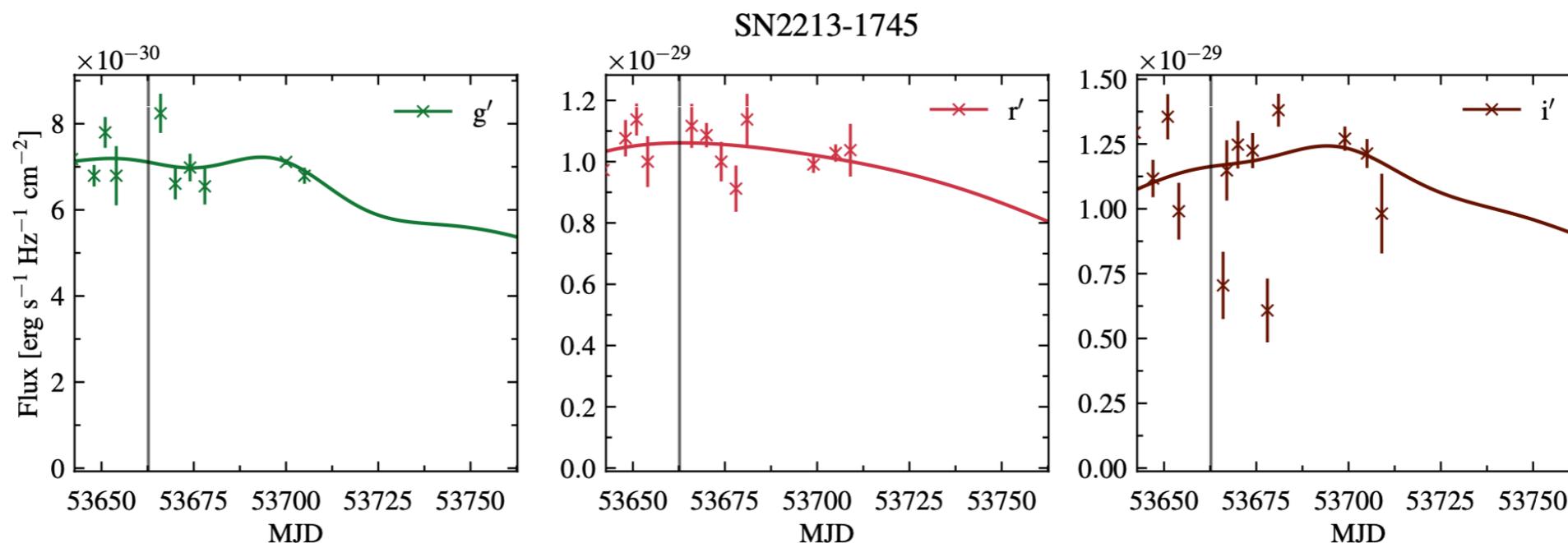
Международная группа по поиску аномалий

- Основана в 2018 году Emille Ishida (University of Clermont-Ferrand), Марией Пружинской (ГАИШ) и мной.
- Больше десяти участников из России, Франции и США.
- Ежегодные недельные воркшопы, первый — в ГАИШ в 2018 году
- Три статьи в высоко импактных журналах, каждая имеет более 20 цитирований
- Другие рецензируемые и нерецензируемые публикации
- Более ста новых объектов в TNS

Поиск аномалий, SNAD

Аномалии в открытом каталоге сверхновых (OSC)

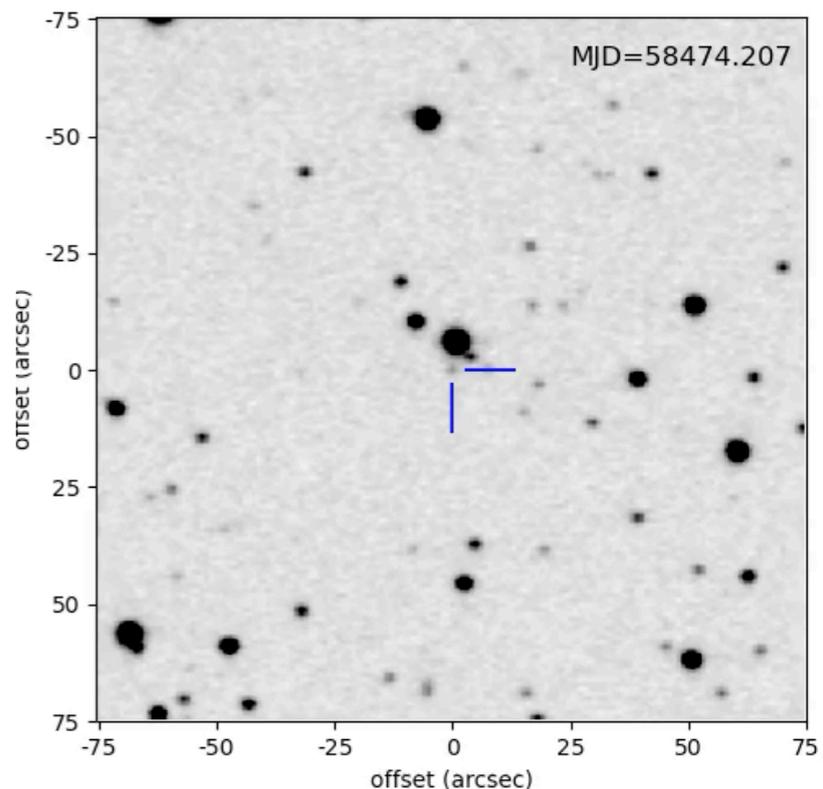
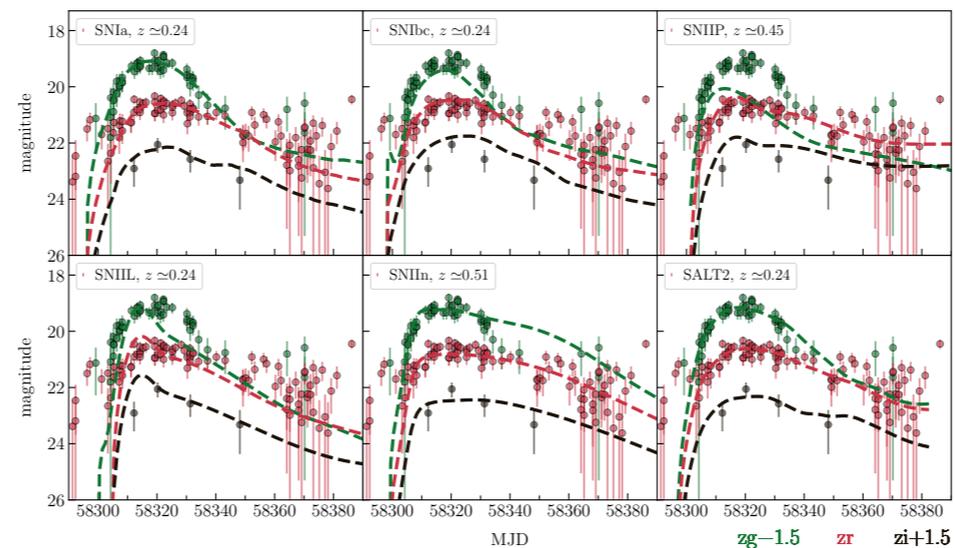
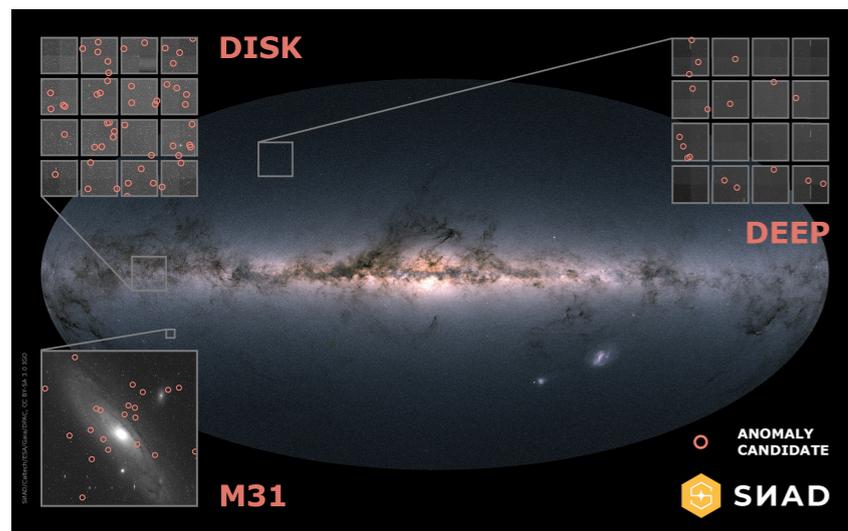
- Разработка методов поиска аномалий в каталогах кривых блеска, в том числе первое использование активного поиска аномалий в астрономии
- Обнаружение 16 неизвестных ранее случаев ложной классификации сверхновых
- 2019MNRAS.489.3591P, Pruzhinskaya, M. V.; **Malanchev, K. L.**; et al.
- 2021A&A...650A.195I, Ishida, E. E. O.; Kornilov, M. V.; **Malanchev, K. L.**; et al



Поиск аномалий, SNAD

Аномалии в Zwicky Transient Facility (ZTF) DR 3

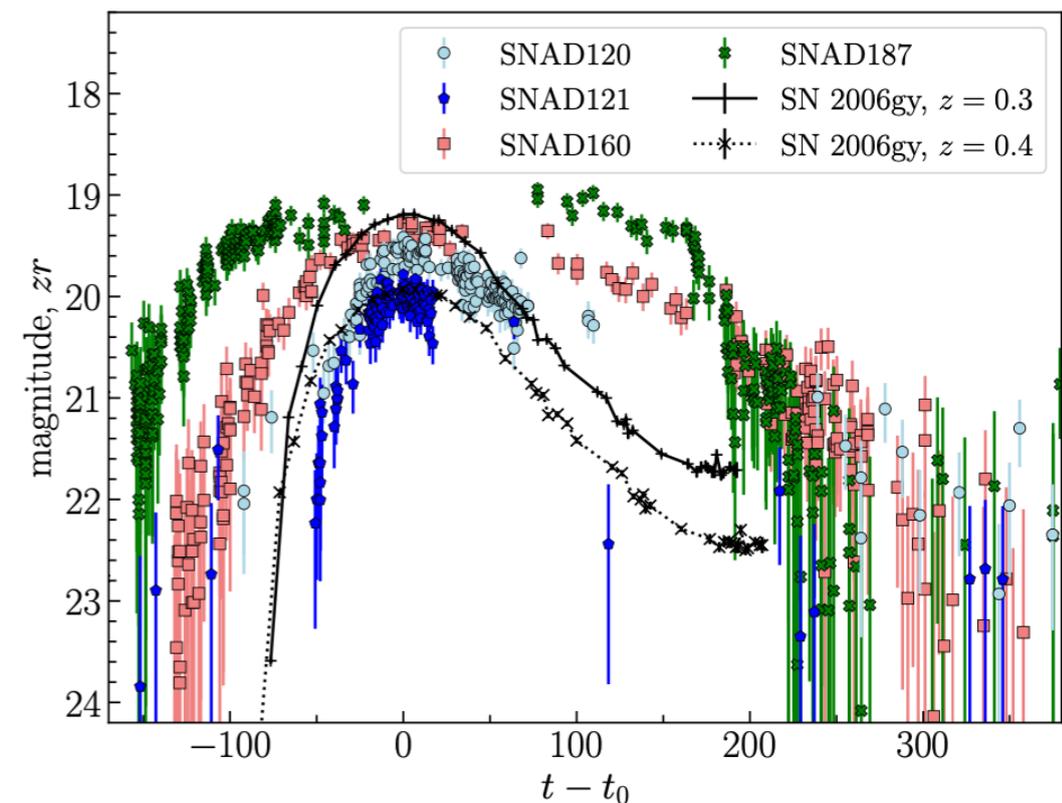
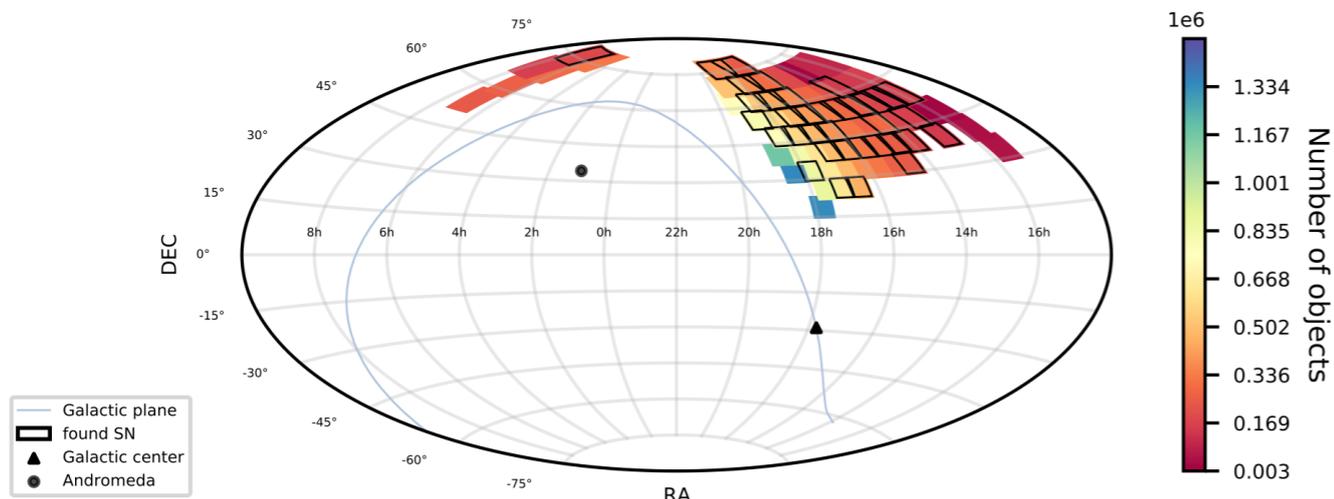
- Поиск аномалий в трех полях ZTF, среди более чем двух миллионов объектов
- Открытие и спектральная классификация на КГО RS CVn
- Кандидаты в новые, сверхновые, различные виды переменных звезд
- Множество артефактов изображения и фотометрической обработки, в том числе покрытие астероидом
- 2021MNRAS.502.5147M, **Malanchev, K. L. et al**



Поиск объектов в ZTF, SNAD

Незамеченные сверхновые в ZTF DR

- Поиск методом ближайших соседей по симмулированным эталонам. 7 новых кандидатов в статье, около 50 отправлено в TNS на данный момент
- Адаптация метода активного поиска аномалий для класификации: около 50 объектов отправлено в TNS. Найдены новые кандидаты в сверхмощные СН
- 2022NewA...9601846A, Aleo, P. D.; **Malanchev, K. L.**; et al
- arXiv:2208.09053, submitted to A&A. Pruzhinskaya, Maria; et al. incl. **Malanchev, Konstantin**
- 2022RNAAS...6..122P, Pruzhinskaya, Maria; et al. incl. **Malanchev, Konstantin**



Поиск объектов в ZTF, SNAD

Методы и объекты кроме СН

- В процессе работы над данными ZTF создано:
 - Зеркало ZTF DR в ГАИШ
 - Веб-портал для данных ZTF DR <https://ztf.snad.space>
 - Совместно с А. Лаврухиной Библиотека для языков Rust и Python для извлечение признаков кривых блеска <https://github.com/light-curve>
- Студенткой ФКИ МГУ Анастасией Лаврухиной под моим руководством ведется поиск вспышек красных карликов
- Совместно с С. В. Антипиным найдена SU Uma ZTF18abdlzhd. Соавторы наблюдали её на КГО во время сверхвспышки
- 2021CoSka..51..132A, Antipin, S. V. et al. incl. **Malanchev K. L.**

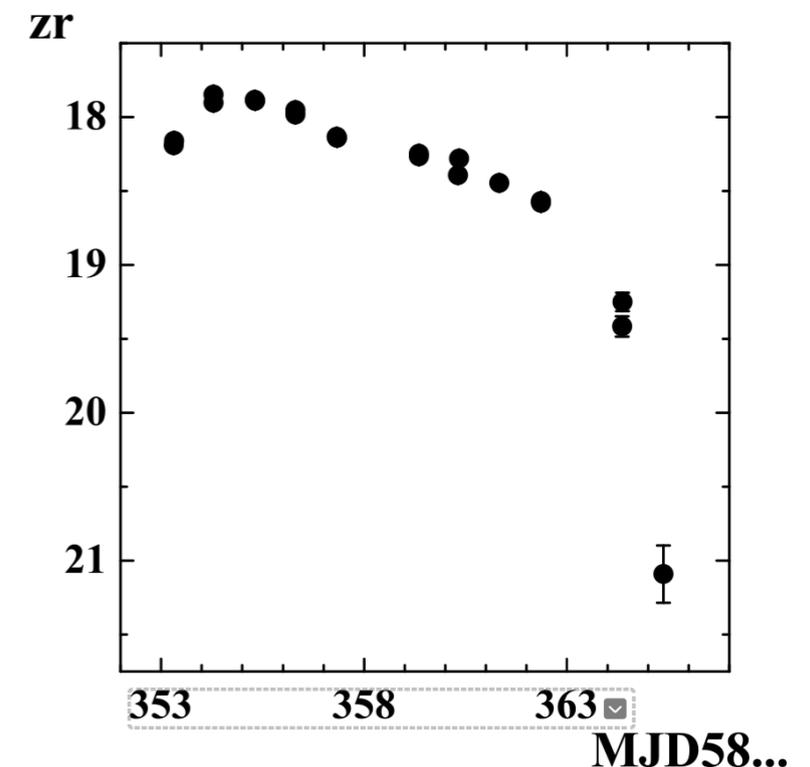
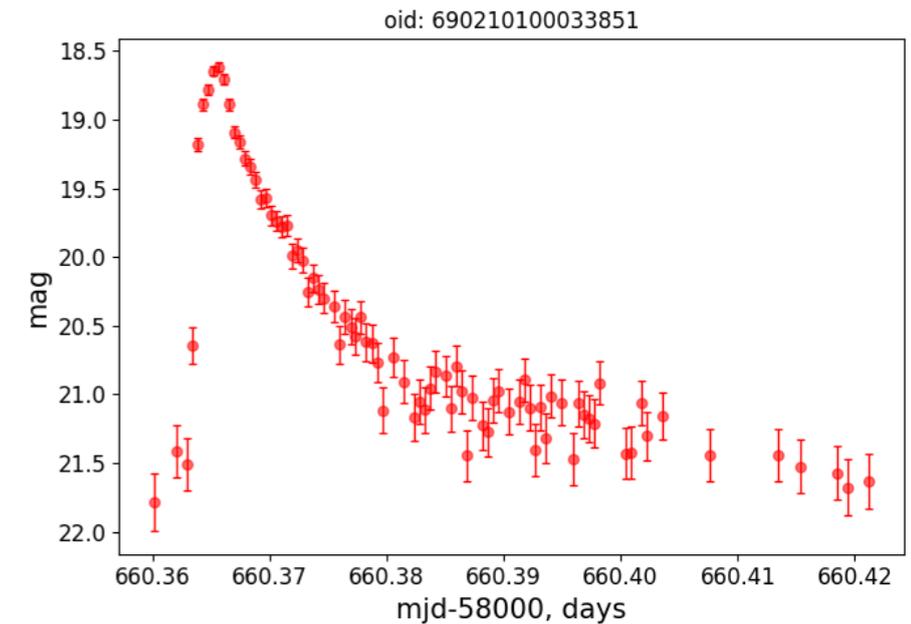
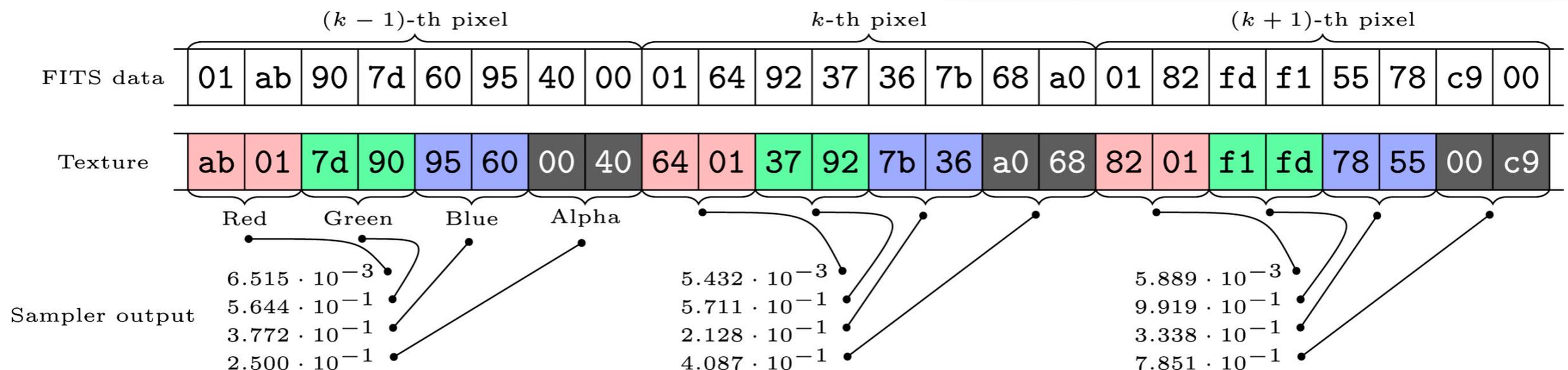
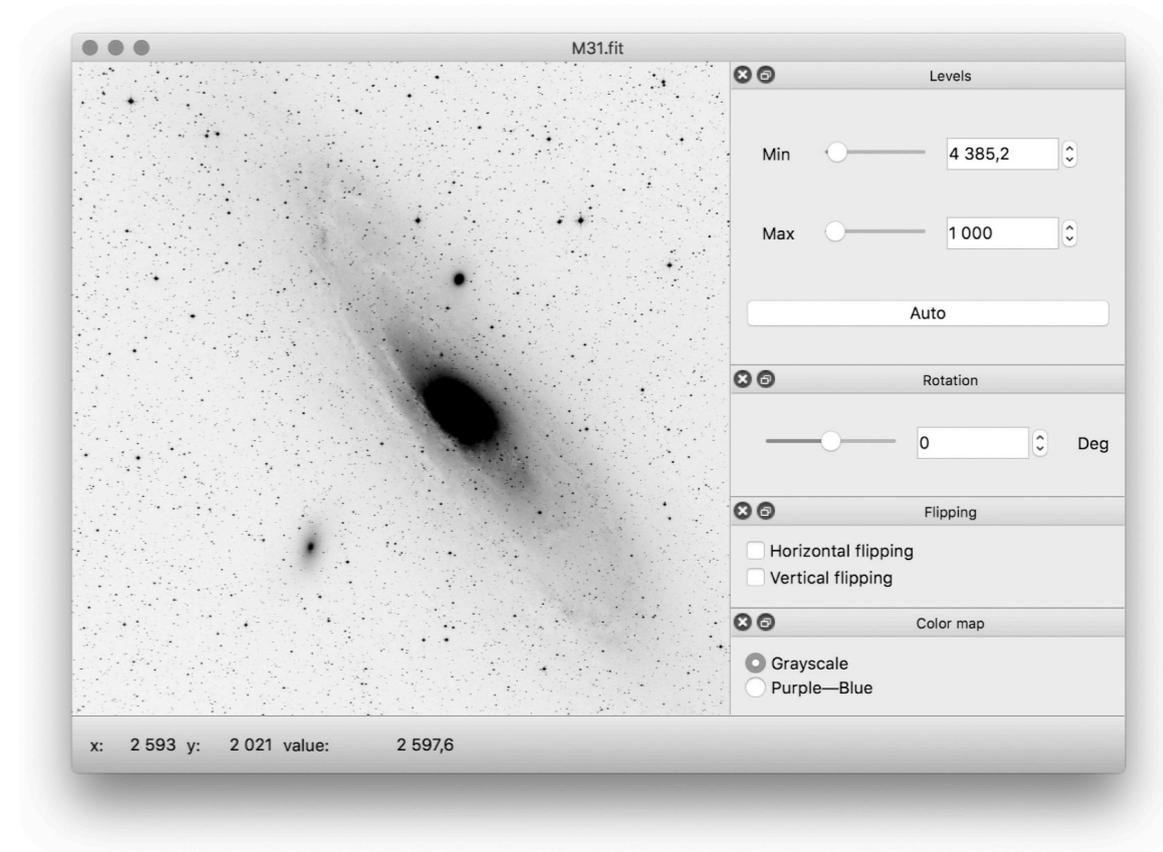


Figure 1. ZTF18abdlzhd outburst light curve from ZTF survey data. *zr* is for ZTF *r* band whose transmission curve is depicted in Fig.2 in Bellm et al. (2019).

Софт

Просмотрщик FIPS3 для FITS-изображений

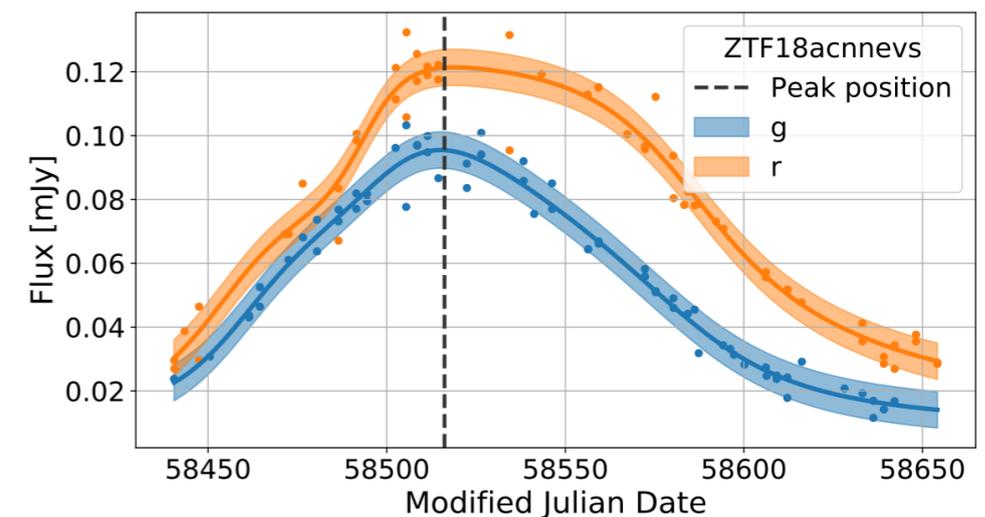
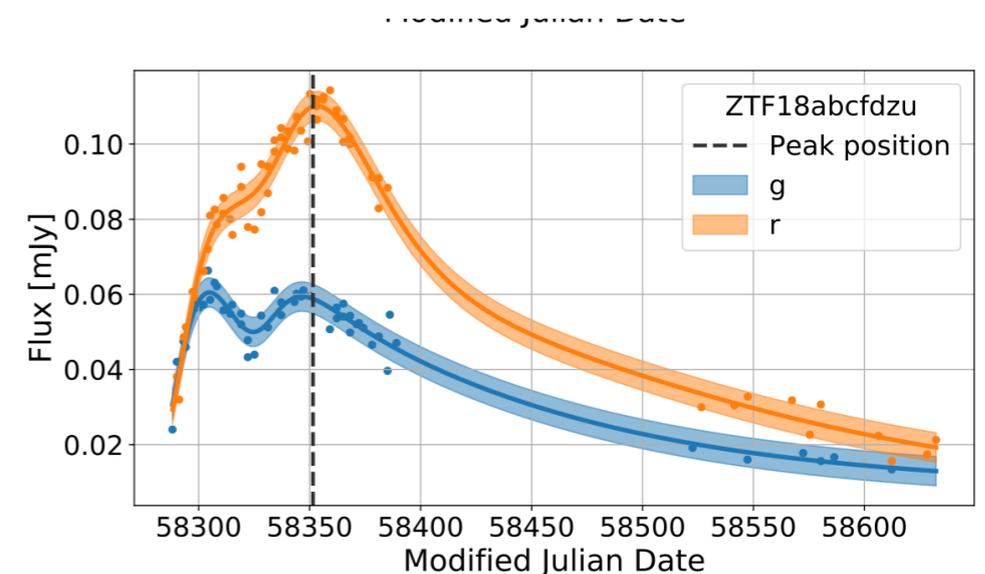
- Совместно с М. В. Корниловым (ГАИШ). Эксперимент по использованию видео-ускорителей для рендеринга FITS-изображений.
- 2019A&C....26...61K, Kornilov M.; Malanchev, K.



Софт

Fulu – аппроксимация кривых блеска нейронными сетями

- Совместно с Д. А. Деркачом (ВШЭ), М. И. Гуциным (ВШЭ) и их студентами разработан метод аппроксимации единичных кривых блеска с помощью нейронных сетей.
- Код Fulu (<https://github.com/HSE-LAMBDA/fulu>) использует как обычные нейронные сети, так и специальные архитектуры, такие как normalizing flow
- Код опробирован на СН из ZTF и симмуляций LSST Plasticc
- arXiv:2209.07542, submitted to A&A, Demianenko, Mariia; **Malanchev, Konstantin** et al.



Преподавание и студенты

- Курс по выбору «научный Python» на астрономическом отделении, больше половины студентов пятого курса выбирали его каждый год. 2017/2018, 2018/2019 и 2019/2020 учебные года.
- Руководство курсовыми и дипломными работами студентов астрономического отделения 2021 года выпуска Артура Авакяна и Андрея Тавлеева.
- Руководство студенткой ФКИ Анастасией Лаврухиной (выпуск 2024).

Наукометрия

- Публикаций по информационному листу Истины, с 2017 года
 - Всего 25
 - Top25 10
 - Сборники 10
 - Глав в монографиях 1
- Цитирования статей по NASA ADS, опубликованных с 2017
 - Всего 215
 - Нормированное на число авторов 28.9
 - H-индекс 7

Планы 2022 — 2027

Нестационарная аккреция

- Общая модернизация и поддержка Freddi
- Совместно с Г. В. Липуновой (ГАИШ) и её студентами, улучшение модели взаимодействия магнитосферы и диска для Freddi
- Возможно интеграция с кодом discostar Д. А. Колесникова для детального расчета облучения компаньона
- Публикация результатов модели с ветром
- Публикация статьи по коду по вертикальной структуре

Машинное обучение со SNAD

- Разработка новых методов обработки кривых блеска
- Адаптация методов поиска аномалий для масштаба LSST
- Разработка метода поиска аномалий и методов хранения для alert-данных
- Получение первых результатов по LSST (старт намечен на 2024)
- Подготовка и публикация статьи по веб-порталу SNAD ZTF Viewer