



**Всероссийская конференция  
УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ ВСЕЛЕННАЯ — 2023  
16-19 октября 2023, г. Москва**

*Российская академия наук,  
Ленинский проспект 32А, Синий зал*

<http://agora.guru.ru/UVuniverse2023>

**ПРОГРАММА,  
ТЕЗИСЫ,  
СПИСОК УЧАСТНИКОВ**

Уважаемые коллеги!

16-19 октября 2023 года Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН) и Отделение физических наук Российской академии наук (ОФН РАН) проводят Всероссийскую конференцию «Ультрафиолетовая Вселенная – 2023».

Планируется рассмотреть широкий круг вопросов, касающихся астрономических наблюдений в ультрафиолетовом диапазоне. Конференция имеет большое значение для подготовки научной программы планируемой космической ультрафиолетовой обсерватории «Спектр-УФ». В последние годы подготовка обсерватории вошла в завершающую стадию (запуск запланирован на 2028 г.), поэтому актуализация научной программы и подготовка к работе с инструментами обсерватории стали насущной необходимостью. Проведение конференции нацелено в первую очередь на решение этой важной задачи.

### **ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ**

1. Инструменты для астрономических исследований в ультрафиолетовом диапазоне, актуальная техническая и организационная информация о проекте «Спектр-УФ».

2. УФ-наблюдения и перспективы развития исследований по научным направлениям

- Космология и физика галактик
- Астрофизика высоких энергий
- Физика звезд
- Межзвездная среда, звездообразование, астрохимия
- Планетные системы

**НАУЧНЫЙ ОРГКОМИТЕТ:** Б.М. Шустов (сопредседатель), М.Е. Сачков (сопредседатель), М.С. Кирсанова (уч. секретарь), М.В. Барков, А.М. Быков, Д.З. Вибе, И.И. Зинченко, Е.Ю. Кильпио, О.И. Кораблев, А.А. Лутовинов, А.В. Додин, Д.И. Макаров, П.П. Петров, И.С. Саванов, О.К. Сильченко, А.Е. Шаханов, В.И. Шематович.

**МЕСТНЫЙ ОРГКОМИТЕТ:** А. П. Карташова (председатель), Н.В. Алексашкина, А.И. Буслаева, Р.В. Золотарев, А.М. Зубарева, Е.Н.Канев, Е.С. Постникова, Г.Н. Цуриков

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММА	.....	2
ТЕЗИСЫ	.....	7
Приглашенные доклады	.....	8
Устные доклады	.....	15
СПИСОК УЧАСТНИКОВ	.....	32

# ПРОГРАММА

## ПОНЕДЕЛЬНИК, 16 ОКТЯБРЯ

12:30-14:00

*Регистрация*

### Публичные лекции о проектах серии «Спектр». Председатель - Сачков М.Е.

14:00-14:40

Ультрафиолетовая Вселенная

Шустов Б.М. (ИНАСАН)

14:40-15:20

«Спектр-М»: от радио к субмиллиметрам

Ларченкова Т.И.  
(АКЦ ФИАН)

15:20-16:00

«Спектр-РГ»: результаты и перспективы

Лутовинов А.А. (ИКИ РАН)

16:00-18:00

*Кофе-брейк с бокалом вина*

## ВТОРНИК, 17 ОКТЯБРЯ

09:30-10:00

*Регистрация*

10:00-10:10

**Открытие конференции**

### 1. Техническая и организационная информация о проекте. Председатель - Шустов Б.М.

10:10-10:50

Проект «Спектр-УФ»  
*(приглашенный)*

Сачков М.Е. (ИНАСАН)

10:50-11:05

Основные характеристики ПЗС, КМОП и МКП детекторов научных приборов проекта «Спектр-УФ»

Шугаров А.С. (ИНАСАН)

11:05-11:20

Режимы наблюдений блока камер поля космической обсерватории «Спектр-УФ»

Шмагин В.Е. (ИНАСАН)

11:20-11:35

Баллистическое проектирование миссии «Спектр-УФ»

Филиппов М.Л.  
(НПО им. Лавочкина)

11:35-12:05

*Кофе-брейк. Общее фото*

12:05-12:35

Калькулятор экспозиций «Спектр-УФ»  
Первая web-версия для пользователей

Цуриков Г.Н. (ИНАСАН)

### 2. Космология и физика галактик. Председатель - Барков М.В.

12:35-13:15

Исследования молекулярного водорода: задачи для «Спектр-УФ»  
*(приглашенный)*

Балашев С.А.  
(ФТИ им. Иоффе)

13:15-13:30	УФ-излучение первых звезд и линия поглощения 21 см нейтрального водорода	Ерошенко Ю.Н. (ИЯИ РАН)
13:30-14:45	<i>Обед</i>	
14:45-15:25	Межгалактическая среда в УФ <i>(приглашенный)</i>	Васильев Е.О. (АКЦ ФИАН)
15:25-15:40	Средние параметры звездообразования в Местном объеме Вселенной	Попова А.А. (СПбПУ)
15:40-16:20	Галактики ранних типов в УФ <i>(приглашенный)</i>	Сильченко О.К. (ГАИШ МГУ)
16:20-16:50	<i>Кофе - брейк</i>	
16:50-17:30	УФ и H-альфа фотометрия карликовых галактик <i>(приглашенный)</i>	Моисеев А.В. (САО РАН)
17:30-17:45	Кинематика карликовых галактик в Местной Группе	Макаров Д.И. (САО РАН)
17:45-18:00	Пространственно разрешенная история звездообразования близких галактик в УФ-диапазоне	Макарова Л.Н. (САО РАН)
<b>СРЕДА, 18 ОКТЯБРЯ</b>		
<b>3. Астрофизика высоких энергий. Председатель - Моисеев А.В.</b>		
09:30-10:10	3D РМГД моделирование взаимодействия ветров в гамма ярких двойных системах <i>(приглашенный)</i>	Барков М.В. (ИНАСАН)
10:10-10:25	Моделирование туманностей быстролетающих пульсаров	Никоноров И.Н. (ИНАСАН)
10:25-10:40	Особенности ультрафиолетового излучения взрывных переменных с аккрецирующими белыми карликами	Ихсанов Н.Р. (ГАО РАН)
10:40-10:55	Новые активные ядра галактик, обнаруженные телескопами ART-XC и eROSITA в ходе первых пяти рентгеновских обзоров всего неба обсерватории SRG	Усков Г. С. (ИКИ РАН)
10:55-11:25	<i>Кофе - брейк</i>	

<b>11:25-12:05</b>	Гамма-всплески и их послесвечение в оптическом и УФ диапазоне (приглашенный)	Деришев Е.В. (ИПФ РАН)
<b>12:05-12:20</b>	Применение машинного обучения для определения физических характеристик рентгеновских источников: результаты для eРОЗИТА и перспективы для УФ-миссий	Мещеряков А.В. (ИКИ РАН)
<b>12:20-12:35</b>	Оптическая идентификация событий приливного разрушения на российских телескопах среди внегалактических транзиентов СРГ/eРОЗИТА. Возможности российских телескопов для наблюдения сильно-переменных рентгеновских источников	Хорунжев Г.А. (ИКИ РАН)
<b>4. Физика звезд. Председатель - Сильченко О.К.</b>		
<b>12:35-13:15</b>	Звезды до главной последовательности в УФ (приглашенный)	Додин А.В. (ГАИШ МГУ)
<b>13:15-14:30</b>	<i>Обед</i>	
<b>14:30-15:10</b>	Массивные звезды в УФ (приглашенный)	Холтыгин А.Ф. (СПбГУ)
<b>15:10-15:50</b>	Ультрафиолетовые потоки сверхновых разных типов (приглашенный)	Сорокина Е.И. (ГАИШ МГУ)
<b>15:50-16:05</b>	Химически пекулярные Ar/Br звёзды в ультрафиолетовом диапазоне	Потравнов И.С. (ИНАСАН)
<b>16:05-16:20</b>	Поиск уникальных объектов с избыточным УФ-излучением в современных обзорах	Малков О.Ю. (ИНАСАН)
<b>16:20-16:50</b>	<i>Кофе - брейк</i>	
<b>16:50-17:30</b>	УФ излучение изолированных нейтронных звезд (приглашенный)	Шибанов Ю.А. (ФТИ им. Иоффе)
<b>17:30-17:45</b>	УФ спектры звёзд с дефицитом металлов для изучения нуклеосинтеза в эпоху молодой Галактики	Машонкина Л. И. (ИНАСАН)

<b>17:45-18:00</b>	Белые карлики и голубые бродяги в рассеянных звездных скоплениях, анализ населения на основе поиска в ультрафиолетовом диапазоне	Селезнев А.Ф. (УрФУ)
<b>18:00-18:15</b>	УФ излучение звезд галактических шаровых скоплений: сравнение наблюдений и теории	Гончаров Г.А. (ГАО РАН)
<b>ЧЕТВЕРГ, 19 ОКТЯБРЯ</b>		
<b>5. Межзвездная среда, звездообразование, астрохимия. Председатель - Вибе Д.З.</b>		
<b>10:00-10:40</b>	Межзвездные молекулы в ультрафиолетовом диапазоне <i>(приглашенный)</i>	Кирсанова М.С. (ИНАСАН)
<b>10:40-10:55</b>	Исследование эволюции углеродных частиц в ультрафиолетовом диапазоне	Мурга М.С. (ИНАСАН)
<b>10:55-11:10</b>	Динамика разрушения пыли в остатке сверхновой при расширении в неоднородной среде	Дедиков С.Ю. (АКЦ ФИАН)
<b>11:10-11:25</b>	Исследования мелкомасштабной структуры межзвездной и околосредной среды	Зинченко И.И. (ИПФ РАН)
<b>11:25-11:55</b>	<i>Кофе - брейк</i>	
<b>11:55-12:10</b>	Физические условия в Магеллановых Облаках	Косенко Д.Н. (ФТИ им. Иоффе)
<b>12:10-12:25</b>	Температура нейтрального околосредного газа на больших красных смещениях	Теликова К.Н. (ФТИ им. Иоффе)
<b>12:25-12:40</b>	Оптические характеристики магнито-центробежных дисковых ветров в УФ и рентгеновском диапазонах	Альбрант М.А. (СПбГУ)
<b>6. Планеты и планетные системы. Председатель - Сачков М.Е.</b>		
<b>12:40-13:20</b>	Звездные УФ-вспышки и потоки УФ от родительских звезд в планетных системах <i>(приглашенный)</i>	Саванов И.С. (ИНАСАН)
<b>13:20-14:35</b>	<i>Обед</i>	

<b>14:35-14:50</b>	Кинетическое моделирование верхней атмосферы экзопланеты Pi Men C на основе УФ наблюдений	Автаева А.А. (ИНАСАН)
<b>14:50-15:05</b>	Молекула NO, как потенциальный биомаркер в атмосферах экзопланет. Планирование эксперимента с помощью «Спектр-УФ»	Цуриков Г.Н. (ИНАСАН)
<b>15:05-15:20</b>	Данные транзитных наблюдений теплого непуна HATP-11-b в ВУФ области	Шайхисламов И.Ф. (ИЛФ СО РАН)
<b>15:20-15:35</b>	Интерпретация транзитных поглощений Wasp-12b в УФ линии MgII	Руменских М.С. (НГУ)
<b>15:35-15:50</b>	Спектрограф для исследования кислородных OI (131 нм) экзосфер для идентификации транзитных экзопланет земного типа	Тавров А.В. (ИКИ РАН)
<b>15:50-16:05</b>	Построение коронографа с адаптивной оптикой для визуализации экзопланет	Юдаев А.В. (ИКИ РАН)
<b>16:05-16:35</b>	<i>Кофе - брейк</i>	
<b>16:35-17:15</b>	УФ фактор в проблеме обитаемости экзопланет <i>(приглашенный)</i>	Шематович В.И. (ИНАСАН)
<b>17:15-17:30</b>	Распределение атомов водорода в экзосфере Земли и ее оптическая структура в линии Лайман-альфа	Балюкин И.И. (ИКИ РАН)
<b>17:30-17:45</b>	Планеты земной группы в УФ	Беляев Д.А. (ИКИ РАН)
<b>17:45-18:00</b>	Астероиды и активные астероиды как перспективные объекты для спектральных УФ-наблюдений	Бусарев В.В. (ГАИШ МГУ)
<b>18:00-18:10</b>	<b>Заккрытие конференции</b>	

# ТЕЗИСЫ

*Тезисы приглашенных и устных докладов расположены  
в алфавитном порядке (по фамилии докладчика)*

## **ПРИГЛАШЕННЫЕ ДОКЛАДЫ**

### **Исследования молекулярного водорода: задачи для «Спектр-УФ»**

Балашев С. А.

*Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе РАН (ФТИ Иоффе)*

В работе обсуждаются возможные научные задачи для «Спектра-УФ», связанные с исследованием абсорбционных систем молекулярного водорода на промежуточных красных смещениях,  $0.1 < z < 2$ . Представлены результаты изучения таких систем с большими красными смещениями ( $z > 2$ ), полученные в течение последних пары десятков лет на крупнейших оптических телескопах. Показано, что анализ абсорбционных систем молекулярного водорода позволяет определять физические условия в холодной фазе нейтрального вещества, не только межзвездной среды удаленных галактик, но и истечений из активных ядер галактик. Помимо этого, относительно невысокое красное смещение и дополнительные наблюдения в эмиссии, позволяют исследовать связь родительских галактик с такими системами, что чрезвычайно важно для физической интерпретации наблюдаемых абсорбционных систем. Также обсуждаются возможные задачи наблюдения телескопом «Спектр-УФ» молекулярного водорода в нашей Галактике, связанные с регистрацией линий переходов с высоковозбужденных колебательно-вращательных уровней.

Работа поддержана проектом РНФ 23-12-00166.

### **3D РМГД моделирование взаимодействия ветров в гамма ярких двойных системах**

Барков М. В.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

Выполнено трехмерное релятивистское магнитогидродинамическое моделирование взаимодействия «звездного» и «пульсарного» ветра в массивной двойной системе, принимая во внимание различные возможные геометрии пульсара (привязка к направлению вращения пульсара, плоскости орбиты и направление на наблюдателя), а также различные соотношения мощностей ветров. Было обнаружено, что результирующая внутренняя морфология и различные линии обзора приводят к существенно различным формам течения, зависящим от фазы орбиты: зона невозмущенного пульсарного ветра может изменяться от открытой в направлении хвоста к закрытой морфологии в зависимости от фазы орбиты. Таким образом, область невозмущенного пульсарного ветра может изменять свою длину на порядок на протяжении четверти орбиты.

## **Межгалактическая среда в УФ**

Васильев Е.О.

*Астрокосмический центр ФИАН (АКЦ ФИАН)*

Согласно современным представлениям межгалактическая среда состоит из диффузного газа в тепло-горячей фазе. В целом, ее ионизационная и тепловая эволюция определяется расширением Вселенной и активностью звезд и сверхмассивных черных дыр в галактиках. Бурные процессы звездообразования способствуют выносу значительной массы металлов из галактик в межгалактическое пространство. Излучение звезд и центральных черных дыр в галактиках приводит к почти полной ионизации этой среды. Вместе с этим, из некоторых наблюдений следует, что относительно плотные конденсации газа и пылевые частицы могут тоже покидать галактики и достигать межгалактической среды. Так что целостная картина эволюции межгалактической среды остается неоконченной. Диффузный газ с температурой от нескольких тысяч до десятков тысяч градусов излучает в области ближнего и дальнего ультрафиолетового диапазона, поэтому планируемый космический телескоп «Спектр-УФ», благодаря высокой чувствительности, будет иметь все возможности для внесения заметного вклада в картину эволюции межгалактической среды. В обзоре обсуждаются особенности процессов взаимодействия межгалактической среды и галактик, их проявления в ультрафиолетовой области спектра и возможные задачи для инструментов этого телескопа.

## **Гамма-всплески и их послесвечение в оптическом и УФ диапазоне**

Деришев Е. В.

*Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН (ИПФ РАН)*

Излучение гамма-всплесков традиционно подразделяется на две стадии — основной импульс (или собственно гамма-всплеск), длящийся от долей секунды до минут, и послесвечение, наблюдаемое от конца основного импульса на протяжении недель. Природа рентгеновского и гамма-излучения в основном импульсе и в послесвечении по-видимому различна. Оптическое излучение известно для большинства послесвечений, а для нескольких всплесков оно наблюдалось также синхронно с основным импульсом. В докладе рассматриваются механизмы генерации оптического излучения и его диагностический потенциал.

Послесвечение формируется синхротронным излучением электронов, которые ускоряются на релятивистской ударной волне, распространяющейся от источника в окружающий его газ. Поскольку оптическое излучение связано с низкоэнергетической частью распределения ускоренных электронов (чья эволюция происходит адиабатически), то его спектр определяется функцией инжекции на ударной волне и распределением магнитного поля в излучающей области. Таким образом, оптическое излучение на стадии классического послесвечения позволяет тестировать предсказания моделей релятивистских ударных волн.

Недавнее наблюдение Тэв-ного послесвечения гамма-всплеска GRB 221009A синхронно с основным импульсом позволяет обосновать гипотезу о принадлежности одновременного с основным импульсом оптического излучения

такому же сверхраннему послесвечению. Длинные гамма всплески (их большинство, и только для них существует заметная вероятность наблюдать основной импульс в оптическом диапазоне) возникают при взрывах сверхновых и окружающая среда представляет собой звездный ветер. Эффективность оптического излучения в сверхраннем послесвечении сильно зависит от локальной плотности окружающей среды и, таким образом, позволяет извлечь информацию о свойствах звездного ветра предсверхновых в последние годы перед взрывом.

Работа поддержана грантом РФФ 21-12-00416.

### **Звезды до главной последовательности в УФ**

Додин А. В.<sup>1</sup>, Ламзин С. А.<sup>1</sup>, Петров П. П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ)

<sup>2</sup> Крымская астрофизическая обсерватория РАН (КрАО РАН)

Представлен обзор исследований молодых звезд (WTTS, CTTS, HAeBe) в ультрафиолетовом диапазоне. Аккрецирующие молодые звезды (CTTS, HAeBe) – сложные динамические объекты, которые включают в себя саму звезду, протопланетный диск, аккреционные потоки и газо-пылевые истечения. В УФ и мягком рентгеновском диапазоне лежат первичные индикаторы аккреционных процессов, однако определить параметры различных компонент системы по имеющимся единичным УФ наблюдениям невозможно. Для учета влияния сложного и переменного распределения околозвездной пыли, которая поглощает и рассеивает излучение внутренних областей, тем самым модифицируя распределение энергии в спектре и формы профилей линий, требуются наблюдения в широком диапазоне длин волн.

### **Межзвездные молекулы в ультрафиолетовом диапазоне**

Кирсанова М. С.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с астрохимическими исследованиями межзвездной среды и областей звездообразования и обсуждаются перспективные задачи для обсерватории «Спектр-УФ». Часть задач связана с элементным составом диффузных межзвездных облаков, в частности с распространенностью углерода и кислорода в них. Неопределенность в элементном составе сохраняется до сих пор, поскольку наблюдение линий поглощения на фоне ярких источников и их интерпретация – задача трудоемкая и требующая большого количества наблюдательного времени. Все это может приводить, например, к астрохимическим проблемам. Например, широко известна проблема неопределенности начальных условий для астрохимического моделирования. Где варьирование элементного состава в пределах даже фактора 2 кардинально меняет результаты моделирования. Еще одна важная проблема – бюджет кислорода в межзвездной среде и связанная с ней задача об обнаружении воды в диффузных облаках. Обсуждается проблема отношения CO/H<sub>2</sub> в

протопланетных дисках, в частности, в местах образования планет земной группы. Наблюдения и моделирование показывают порой значения, которые отличаются друг от друга на порядки величины

## **УФ и H-альфа фотометрия карликовых галактик**

Моисеев А. В.<sup>1</sup>, Егоров О. В.<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> *Специальная астрофизическая обсерватория РАН*

<sup>2</sup> *Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ*

Близкие карликовые иррегулярные галактики дают возможность в деталях изучать процессы, связанные с инициированием звездообразования, а также с воздействием звездного населения на окружающий газ. Отсутствие спиральных волн плотности, большая толщина газовых дисков, относительно небольшая собственная масса - всё это облегчает сравнение наблюдений с численными расчетами. А пониженная, относительно солнечного значения, металличность дает возможность изучить детали эволюции массивных звезд с параметрами отличными от тех, что наблюдаются в Млечном Пути. Два наиболее популярных индикатора темпов звездообразования - светимости в ультрафиолете и в рекомбинационной линии H $\alpha$ , соответствуют разным характерным временам, что позволяет изучить двумерную картину распространения звездообразования. В докладе обсуждается методика подобных измерений, демонстрируются примеры исследования близких галактик, выполненные нашей группой на основе наблюдений космических телескопов GALEX и HST и российских 6-м и 2.5-м телескопов CAO РАН и ГАИШ МГУ. Обсуждаются перспективы дальнейшего изучения процессов взаимодействия звезд и межзвездной среды в карликовых галактиках на масштабах от несколько пк до кпк с помощью аппаратуры миссии «Спектр-УФ». Формулируются предложения по дополнению системы среднеполосных фильтров оптического диапазона для диагностики состояния ионизованного газа туманностей и галактик.

## **Звездные УФ-вспышки и потоки УФ от родительских звезд в планетных системах**

Саванов И. С.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

В докладе представлен обзор результатов исследований, посвященных изучению звездных вспышек с помощью космических телескопов, в том числе работающих в УФ диапазоне. Обсуждаются результаты, полученные миссиями Кеплер, TESS, Galex и др. К числу достигнутых уникальных результатов можно отнести открытие звездных супервспышек с энергиями выше  $10^{35}$  –  $10^{36}$  эрг, в том числе у звезд спектрального класса G, анализ супервспышек у звезд – гигантов, вспышечной активности звезд с экзопланетами и пр.. Рассмотрены сведения о вспышечной активности звезд в NUV области спектра по данным телескопа GALEX, представлены результаты сопоставления наблюдений вспышечной активности телескопами Кеплер и GALEX. На примере холодного карлика AU Mic по данным разных космических телескопов рассмотрены наблюдательные проявления

вспышечной активности у звезды позднего спектрального класса, обладающей экзопланетами. Рассмотрены перспективные задачи, которые можно решать с помощью миссии «Спектр-УФ».

### **Проект «Спектр-УФ»**

Сачков М. Е., Шустов Б. М.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

«Спектр-УФ» - космическая обсерватория, предназначенная для получения изображений и спектров объектов Вселенной в недоступном для наземных инструментов ультрафиолетовом участке электромагнитного спектра (115—305 нм). Это следующий в ряду астрофизических проектов в Федеральной космической программе России. В некотором смысле «Спектр-УФ» является аналогом Космического телескопа имени Хаббла (NASA) и заменит его на орбите. Базовая научная программа обсерватории включает такие направления исследований как:

- свойства атмосфер экзопланет, включая поиск биомаркеров;
- тепловая и химическая эволюция Вселенной, включая поиск скрытого диффузного барионного вещества;
- физика аккреции на компактные объекты;
- физика образования звезд и планетных систем.

Основной инструмент — телескоп Т-170М с диаметром главного зеркала 170 см. Он оснащается научными приборами: Блоком спектрографов (БС) и Блоком камер поля (БКП). БС состоит из 2 эшелельных спектрографов высокого разрешения и спектрографа с длинной щелью, БКП - из трёх камер, работающих в разных диапазонах спектра. Обсерватория будет работать на круговой геосинхронной орбите.

В настоящее время решены все технические и организационные вопросы создания обсерватории, включая импортозамещение. При получении необходимого финансирования обсерватория будет готова к запуску в 2029 году.

### **Галактики ранних типов в УФ**

Сильченко О. К.

*Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ)*

Галактики ранних типов, несмотря на то, что их звездное население имеет в среднем большой (старый) возраст, оказались неожиданно ярки в ультрафиолетовом диапазоне спектра уже при первых наблюдениях ультрафиолетовых космических телескопов. Загадка «УФ избытка» в спектре гигантских эллиптических галактик не решена до сих пор: две равнопопулярные гипотезы - что это светят маломассивные старые звезды на поздних стадиях эволюции и что это светят немногочисленные массивные звезды от недавней «вторичной» вспышки звездообразования - обе имеют косвенные аргументы ЗА, но обе не доказаны однозначно. Один из путей решения проблемы – картировать в

галактиках с хорошим пространственным разрешением распределение поверхностной яркости в ультрафиолете и сравнить его с распределением поверхностной яркости старого звездного населения.

Отдельный, и весьма зрелищный, раздел доклада будет посвящен ультрафиолетовым кольцам в линзовидных галактиках. Эти галактики, традиционно относимые к «красным и мертвым», после обзора GALEX обнаружили весьма частое присутствие колец звездообразования, часто за пределами старых звездных дисков. Происхождение этих ярких в ультрафиолете структур - на данный момент весьма волнующий предмет исследования широких кругов внегалактических астрономов.

### **Ультрафиолетовые потоки сверхновых разных типов**

Блинников С. И.<sup>1</sup>, Сорокина Е. И.<sup>2,1</sup>, Бакланов П. В.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»  
(ККТЭФ НИЦ КИ)*

*<sup>2</sup>Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ)*

Последние месяцы жизни звезд и детали их взрыва остаются не до конца понятными в современной астрофизике. Как правило, основным каналом информации о происходящих в них процессах является видимый диапазон длин волн. При этом ультрафиолетовое излучение предоставляет дополнительные возможности для диагностики моделей взрыва сверхновых. В своем докладе мы представляем результаты наших расчетов кривых блеска классических и сверхмощных сверхновых в диапазоне космической обсерватории «Спектр-УФ». Для сверхновых типа Ia мы показываем УФ-особенности ранних кривых блеска, а для сверхмощных сверхновых – возможность диагностики взаимодействия выброса с околосредой через несколько недель после взрыва.

### **Массивные звезды в УФ**

Холтыгин А. Ф.

*Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)*

В докладе обсуждаются результаты наблюдений массивных звезд ранних спектральных классов в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне, начиная от наблюдений на обсерваториях Орион 1 и 2. Обсуждаются такие проблемы как диагностика звездного ветра O звезд и звезд типа Вольфа-Райе и их пульсационной активности, определение химического состава массивных звезд и анализ структуры дисков Be звезд. Особое внимание уделено задачам, которые можно решать с помощью наблюдений на космической обсерватории «Спектр-УФ».

## **УФ фактор в проблеме обитаемости экзопланет**

Шематович В. И.<sup>1</sup>, Бисикало Д.В.<sup>2,1</sup>, Сачков М.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

<sup>2</sup> *Национальный центр физики и математики (НЦФМ)*

Планетные термосфера, экзосфера и ионосфера образуют тонкую верхнюю границу — горячую планетарную корону — область, через которую проходит весь поток энергии от родительской звезды, далее либо поглощаясь, либо обтекая атмосферу. Будут обсуждены процессы образования горячей короны и общей потери атмосферы вследствие воздействия звездного УФ излучения и потока плазмы звездного ветра и их влияния на потенциальную обитаемость экзопланет земного типа. Представлены результаты использования парадигмы горячей планетарной короны для интерпретации наблюдений в УФ диапазоне за атмосферами планет в Солнечной и внесолнечной системах в рамках научной программы КТ «Спектр-УФ».

## **УФ излучение изолированных нейтронных звезд**

Шибанов Ю. А.

*Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе РАН (ФТИ Иоффе)*

УФ излучение изолированных нейтронных звезд (НЗ), включая радио и гамма пульсары, несет важную информацию об их остывании, по виду которого можно судить о фундаментальных физических свойствах вещества сверхъядерной плотности, встречающегося лишь в недрах этих объектов. Особенно УФ диапазон важен для достаточно остывших НЗ старше 1-го млн. лет, максимум теплового излучения которых приходится на УФ. К настоящему времени всего около десяти НЗ детектировано в УФ. Это позволило существенно уточнить температуры их поверхностей, что важно для сравнения со сценариями остывания и ограничений на параметры сверхплотного вещества. Наиболее неожиданными явились недавние УФ измерения температур трех старых пульсаров, которые оказались существенно горячее, чем предсказывают стандартные теории пассивного остывания НЗ. Они указывают на существование в НЗ некоторых механизмов внутреннего нагрева. Кроме того, в УФ обнаружены протяженные структуры типа головной ударной волны вокруг нескольких пульсаров, которые также не предсказывались ранее. Необходим УФ обзор ближайших НЗ для детального исследования природы этих двух явлений, который возможен в рамках проекта «Спектр-УФ». В текущее время он может быть частично проведен лишь на HST. В докладе будут представлены разные аспекты этого направления.

## УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

### **Кинетическое моделирование верхней атмосферы экзопланеты Pi Men C на основе УФ наблюдений**

Автаева А. А., Шематович В. И.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

Экзопланета pi Men c вызывает особый интерес, так как УФ наблюдения на КТ HST (Hubble Space Telescope) (см. Gandolfi и др., 2018; García Muñoz и др., 2020) показали наличие протяженной нейтральной атмосферы. Данная экзопланета по своим параметрам относится к классу горячих супер-земель. Из оценок объемной плотности предполагается, что планета pi Men c в состоянии удерживать значительную атмосферу. Радиус экзопланеты не позволяет точно сказать какой тип атмосферы у данной экзопланеты. Большинство ранних исследований базируется исключительно на тепловых процессах убегания атмосферы, при этом про нетепловые процессы забывается, хотя, как показано в исследовании Автаева, Шематович, 2022, нетепловые процессы сопоставимы по своему вкладу в потерю атмосферы для экзопланеты pi Men c.

Кинетическое моделирование позволило провести анализ заселенности протяженной атмосферы нейтральными атомами водорода и выполнить сравнение тепловых и нетепловых процессов потери атмосферы. Результаты расчетов уточняются из сравнения с УФ наблюдениями.

### **Оптические характеристики магнито-центробежных дисковых ветров в УФ и рентгеновском диапазонах**

Альбрант М. А.<sup>1</sup>, Гринин В. П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)

<sup>2</sup> Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН (ГАО РАН)

В докладе приводятся оптические характеристики магнито-центробежного дискового ветра молодых звезд, рассчитанные на основе МГД-моделей Сафье (1993) для ультрафиолетового и рентгеновского диапазонов. Для значений темпа истечения в интервале  $10^{-10}$  -  $10^{-7} M_{\odot}$  в год рассчитаны критические углы, на которых ветер становится непрозрачным для ультрафиолетового и рентгеновского излучения. От этих углов зависит освещенность звездой внешних областей протопланетных дисков, участвующих в создании фотоиспаряющегося ветра, а также условия наблюдений рентгеновского и ультрафиолетового излучения звезд. Показано, что на ранних стадиях эволюции звезд типа Т Тельца дисковый ветер способен полностью блокировать ультрафиолетовое и мягкое рентгеновское излучение. Рассчитана также доля полного излучения звезды, поглощаемая дисковым ветром. Показано, что при темпе истечения  $> 10^{-9} M_{\odot}$  в год эта доля может достигать 50%. Это делает дисковый ветер потенциально важным источником излучения молодых звезд.

## **Распределение атомов водорода в экзосфере Земли и ее оптическая структура в линии Лайман- $\alpha$**

Балюкин И. И.

*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)*

В январе 1996, 1997 и 1998 гг. (период низкой солнечной активности) было измерено рассеянное солнечное Лайман- $\alpha$  излучение от водородной экзосферы (геокороны) Земли при помощи прибора SWAN на борту КА SOHO с расстояния  $\sim 1.5$  миллиона километров (L1). Использование водородной поглощающей ячейки на световом пути позволило отделить экзосферное излучение от межпланетного. Было обнаружено, что геокорона простирается, по меньшей мере, до 100 радиусов Земли (RE) с интенсивностью  $\sim 5$  Рэлей, что охватывает орбиту Луны ( $\sim 60$  RE).

Была разработана численная модель распределения атомов водорода в экзосфере, основанная на кинетическом подходе, которая учитывает силу радиационного отталкивания и ионизацию (перезарядку атомов на протонах солнечного ветра и фотоионизацию). Результаты моделирования экзосферного излучения хорошо воспроизводят данные наблюдений Лайман- $\alpha$  интенсивности SWAN/SOHO.

В докладе будут приведены результаты расчетов оптической толщины экзосферы Земли в линии Лайман- $\alpha$  в условиях наблюдений на обсерватории «Спектр-УФ».

## **Наблюдения планет земной группы в УФ диапазоне: современное состояние, актуальные задачи**

Беляев Д. А., Кораблев О. И., Игнатъев Н. И., Евдокимова Д. Г., Тавров А. В.,  
Измоденов В. В.

*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)*

В работе представлен обзор наблюдений Меркурия, Венеры и Марса в ультрафиолетовом диапазоне спектра за последние десятилетия. УФ спектроскопия планет земной группы проявляется как в линиях свечения (H, He, O, и др. в экзосфере Меркурия и верхних атмосферах Венеры и Марса), так и в характерных полосах молекулярного поглощения (SO<sub>2</sub> и «неизвестные поглотители» в облаках Венеры; CO и O<sub>3</sub> на Марсе). Указанные компоненты могут считаться «маркерами» отдельно взятой планеты как астрономического объекта. Их спектры регистрировались как с околоземной орбиты, Hubble Space Telescope, так и в рамках многолетних планетных миссий, «Венера-Экспресс», «Марс-Экспресс», MAVEN. В работе также представлены первые результаты пролётных наблюдений Меркурия спектрометром PHEBUS (Probing Hermean Exosphere by Ultraviolet Spectroscopy) с борта аппарата «Бепи-Коломбо»

## **Астероиды и активные астероиды как перспективные объекты для спектральных УФ-наблюдений**

Бусарев В. В.

*Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ)*

В докладе представлены результаты лабораторных измерений в диапазоне 182-1000 нм спектров отражения минералов оливина, пироксенов и серпентинов, распространенных в составе вещества астероидов разных таксономических типов. Показано, что спектральные характеристики этих минералов в ультрафиолетовой (УФ) части диапазона (182-400 нм) больше различаются друг от друга, чем в диапазоне 400-1000 нм, что позволяет более точно оценивать их содержание и, соответственно, общий минералогический состав астероидов. Наши спектральные наблюдения и модельные расчеты показывают, что в случае пылевой или сублимационно-пылевой активности астероидов в их спектрах отражения появляются максимумы рассеяния света, характерные для субмикронных частиц разного состава, образующих оптически-тонкую пылевую экзосферу. Важно отметить, что наиболее интенсивные из этих максимумов находятся в УФ-диапазоне и соответствуют частицам водяного льда – одного из основных ресурсных материалов.

## **УФ излучение звёзд галактических шаровых скоплений: сравнение наблюдений и теории**

Гончаров Г. А., Рютина О. С., Савченко С. С., Мосенков А. В., Ильин В. Б., Ховричев М. Ю., Марчук А. А., Поляков Д. М., Смирнов А. А.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН (ГАО РАН)*

В последние годы: (i) получена ультрафиолетовая фотометрия десятков тысяч звезд шаровых скоплений нашей Галактики с помощью телескопов Hubble, SkyMapper Sky Survey, 1.54-метрового датского телескопа ESO и других в фильтрах с длиной волны 250-400 нм; (ii) существенно улучшены теоретические изохроны, предсказывающие положение таких звёзд на ультрафиолетовых диаграммах «цвет-величина», например изохроны Dartmouth Stellar Evolution Database и Bag of Stellar Tracks and Isochrones и (iii) точная астрометрия этих звёзд из Gaia DR3 позволяет выбрать членов этих скоплений. В результате повысилось согласие между изохронами и наблюдениями на диаграммах «цвет-величина», и характеристики этих скоплений определяются с высокой точностью. Обсуждаются скопления NGC 6397, NGC 6809, NGC 6362, NGC 6723, NGC 288, NGC 362 и NGC 6218.

Это исследование поддержано грантом РФФИ 20-72-10052.

## **Динамика разрушения пыли в остатке сверхновой при расширении в неоднородной среде**

Дедиков С. Ю.<sup>1</sup>, Васильев Е. О.<sup>1</sup>, Щекинов Ю. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Астрокосмический центр ФИАН (АКЦ ФИАН)*

<sup>2</sup> *Рамановский научно-исследовательский институт, Индия*

Ультрафиолетовое излучение испытывает сильное влияние рассеяния и поглощения пыли при распространении в межзвездной среде. Корректный учет этих эффектов требует знания возможных пространственных вариаций свойств пыли на малых масштабах, особенно в окрестности красных гигантов и остатков сверхновых, где существенна роль ударных волн. Известно, что пылевые частицы в значительной степени разрушаются за фронтами ударных волн. В рамках трехмерной модели с учетом динамики частиц рассмотрено влияние неоднородностей межзвездной среды на возможность разрушения фоновой (существовавшей в среде) пыли. Найдено, что эффективность разрушения существенно зависит от характера неоднородностей. Исследована эволюция функции распределения частиц по размерам. Обсуждается влияние разрушения пыли на величину экстинкции среды.

## **УФ-излучение первых звезд и линия поглощения 21 см нейтрального водорода**

Ерошенко Ю. Н.

*Институт ядерных исследований РАН (ИЯИ РАН)*

УФ-излучение первых звезд, формирующихся в догалактическую эпоху, приводит к выравниваю спиновой и кинетической температуры нейтрального водорода за счет эффекта Ваутхейзена-Филда, что создает условия для дополнительного поглощения реликтовых фотонов в линии 21 см. В данной работе исследовано поглощение на звуковых волнах, генерируемых эволюционирующими объектами из темной материи в масштабах масс, меньших массы Джинса. Ранее этот канал поглощения не учитывался. Выполнен расчет структуры звуковых волн и поля скоростей в них. Источник гравитационного поля, создающий волну, может находиться как на линейной стадии, если возмущение в темной материи слабое, так и на нелинейной, когда сгущение темной материи уже обособилось и вириализовалось. Пекулярные скорости барионов в звуковой волне (во втором порядке по скорости) ответственны за дополнительное поглощение реликтового излучения в линии 21 см. Хотя эффект дополнительного поглощения мал, с повышением точности наблюдений он может быть замечен. Дополнительное поглощение может иметь большую величину в случае нестандартного спектра космологических возмущений на малых масштабах. Поглощение реликтового излучения в линии 21 см может давать косвенную информацию об УФ-фоне в ранней Вселенной и его источниках.

## **Исследования мелкомасштабной структуры межзвездной и околозвездной среды**

Зинченко И. И.

*Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН (ИПФ РАН)*

Существует много свидетельств наличия мелкомасштабных неоднородностей в межзвездной и околозвездной среде. Знание характеристик этих неоднородностей важно для понимания физических процессов в данных областях. Одним из вариантов исследования таких структур являются наблюдения линий поглощения атомов и молекул в межзвездных и околозвездных облаках в направлении фоновых источников малого углового размера. Характеристики неоднородностей могут быть получены из измерений вариаций интенсивности и профилей спектральных линий. В докладе обсуждаются возможности таких измерений в ультрафиолетовом диапазоне. В настоящее время имеются единичные примеры подобных измерений.

## **Особенности ультрафиолетового излучения взрывных переменных с аккрецирующими белыми карликами**

Ихсанов Н. Р.<sup>1,2</sup>, Бескровная Н. Г.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

<sup>2</sup> Институт прикладной астрономии РАН

<sup>3</sup> Специальная астрофизическая обсерватория РАН

Обсуждается зависимость проявлений аккрецирующих белых карликов в маломассивных двойных системах от структуры и параметров аккреционного потока. Отмечается возможность недооценки количества взрывных переменных, содержащих в своем составе слабозамагниченные белые карлики, дисковая аккреция на поверхность которых приводит к формированию горячего переходного слоя, излучающего основную часть аккреционной энергии в ультрафиолетовой части спектра. В докладе представлены исправленные критерии формирования переходного слоя на поверхности белых карликов, аккрецирующих из диска, и рассматриваются особенности проявления этих объектов на различных стадиях эволюции маломассивных двойных систем.

## **Физические условия в Магеллановых Облаках**

Косенко Д. Н., Балашев С. А.

*Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе (ФТИ Иоффе)*

В работе представлен систематический анализ линий нейтрального углерода, СI, и молекулярного водорода, H<sub>2</sub> в абсорбционных системах в Большом и Малом Магеллановых Облаках (БМО и ММО, соответственно). Абсорбционные линии СI и H<sub>2</sub> в Млечном Пути и ближайших галактиках наблюдаются в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне ( $\lambda \geq 1000 \text{ \AA}$ ), поэтому для анализа

использовались архивные данные космических телескопов FUSE и HST для 29 систем в БМО и 28 систем в ММО. Совместный анализ измеренных населенностей уровней тонкой структуры C I и вращательных уровней N<sub>2</sub> позволяет делать оценки на интенсивности УФ излучения и объемные концентрации в рассматриваемых системах. Мы получили, что в среднем интенсивность УФ излучения и тепловое давление в БМО и ММО выше, чем в локальной межзвездной среде (МЗС), что, вероятно, связано с тем, что большая часть наблюдаемых систем расположена рядом с областями звездообразования. В работе обсуждаются зависимости физических параметров друг от друга, а также возможные задачи изучения холодной фазы МЗС в локальной Вселенной с помощью телескопа «Спектр-УФ».

Работа поддержана грантом РФФ № 23-12-00166.

### **Кинематика карликовых галактик в Местной Группе**

Макаров Д. И.<sup>1</sup>, Макаров Д. Д.<sup>1</sup>, Хоперсков С. А.<sup>2</sup>, Козырев К. А.<sup>3</sup>, Макарова Л. Н.<sup>1</sup>,  
Либекин Н.<sup>3</sup>, Сельчёнок В. А.<sup>4</sup>, Саломон Дж.-Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Специальная астрофизическая обсерватория РАН (САО РАН)*

<sup>2</sup> *Потсдамский астрофизический институт, Германия*

<sup>3</sup> *Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ)*

<sup>4</sup> *Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ)*

Карликовые галактики предоставляют уникальную возможность для изучения эволюции близкой Вселенной. Эти «пробные частицы» играют особенно важную роль при изучении Млечного Пути, Туманности Андромеда и Местной Группы в целом. Анализ бегущего апекса Солнца относительно спутников нашей Галактики позволил выявить неожиданное поведение дипольного члена в распределении лучевых скоростей в зависимости от галактоцентрического расстояния. Наиболее вероятным объяснением аномально высокого коллективного движения близких спутников на расстояниях до 100 кпк со скоростью 140-230 км/с является возмущение, вызванное первым пролетом массивного Большого Магелланова Облака вокруг нашей Галактики. Аккуратный учет движений спутников позволяет оценить вириальные массы Млечного Пути и Туманности Андромеда на шкале от 50 до 400 кпк. Модель падения спутников в Местную Группу дает оценку полной массы системы, согласующуюся с индивидуальными оценками массы ее двух основных членов.

### **Пространственно разрешенная история звездообразования близких галактик в УФ-диапазоне**

Макарова Л. Н., Макаров Д. И.

*Специальная астрофизическая обсерватория РАН (САО РАН)*

Темп звездообразования (SFR) - одна из решающих характеристик при определении эволюционного статуса галактики. Расчеты истории звездообразования (SFH) позволяют измерить зависимость SFR от времени, показывая, как галактика меняется с возрастом. Известная история

звздообразования дает возможность откалибровать другие методы определения SFR в областях активного звездообразования, в частности, определение темпа текущего звездообразования по ультрафиолетовому излучению молодых массивных звезд. Еще более многообещающей является SFH с пространственным разрешением, которая предоставляет как временную, так и пространственную картину. Таким образом мы можем проследить локальные механизмы, которые инициируют звездообразование. Для близких галактик, разрешаемых на отдельные звезды (7-10 Мпк), возможно выполнить звездную фотометрию и определить SFH как для конкретной области, так и для галактики в целом. В CAO РАН много лет ведутся измерения истории звездообразования близких, в основном карликовых галактик с использованием данных в оптическом и близком инфракрасном диапазоне, полученных на космическом телескопе Хаббла. Эти обширные измерения служат подспорьем и заделом для предлагаемой программы наблюдений на «Спектр-УФ».

### **Поиск уникальных объектов с избыточным УФ-излучением в современных обзорах**

Малков О. Ю.<sup>1</sup>, Карпов С.В.<sup>1,2,3</sup>, Авдеева А. С.<sup>1</sup>

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

*Специальная астрофизическая обсерватория РАН (САО РАН)*

*Центральноевропейский институт космологии и фундаментальной физики,*

*Институт физики, Чешская академия наук*

Поиск необычных объектов в современных больших обзорах неба является мощным инструментом обнаружения новых классов астрофизических объектов или объектов на редких стадиях эволюции. Кросс-сопоставление каталогов и анализ показателей цвета каталогизированных объектов - обычный подход к решению этой задачи, который уже дал множество интересных результатов. Однако объекты, обнаруженные только в одном из обзоров и отсутствующих во всех остальных, также должны привлекать пристальное внимание, так как это может привести к обнаружению как транзиентов, так и объектов с экстремальными значениями показателей цвета.

Мы сообщаем о нашем исследовании, направленном на обнаружение объектов со значительным избытком УФ-излучения в их спектрах путем кросс-сопоставления всенебесного каталога GALEX с данными крупномасштабных оптических экспериментов, в частности - Dark Energy Survey, и анализа данных об объектах, видимых только в GALEX или имеющих экстремальные показатели цвета.

Мы описываем методологию такого исследования, обсуждаем препятствия и артефакты, которые могут имитировать такие экстремальные объекты, а также представляем результаты исследования, охватывающего значительную часть южного неба.

## **УФ спектры звёзд с дефицитом металлов для изучения нуклеосинтеза в эпоху молодой Галактики**

Машонкина Л. И.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

В докладе рассмотрены две проблемы определения содержания химических элементов у звёзд с большим дефицитом металлов. Первая — содержание железа  $[Fe/H]$  (металличность) у звёзд с  $[Fe/H] < -4$ . В атмосферах G-K звёзд железо сильно ионизовано, и линии Fe II дают наиболее надежные значения  $[Fe/H]$ . Но самые сильные линии Fe II находятся в диапазоне 2320-2350 Å, а линии Fe II в видимой части спектра перестают быть измеримыми - при  $[Fe/H] < -4$ . Вплоть до  $[Fe/H] = -6$  металличность можно определить по линиям Fe I, хотя и с большой неопределенностью. Но уже обнаружены три звезды без линий железа в видимой части спектра. Мы рассмотрим возможность наблюдений звёзд с  $[Fe/H] < -4$  в диапазоне 2320-2350 Å на космической обсерватории “Спектр-УФ”. Вторая проблема — содержание элементов, у которых нет измеримых спектральных линий в видимом диапазоне. Таких элементов много за цинком в таблице Менделеева. Все они синтезируются в ядерных реакциях нейтронных захватов, в разных пропорциях в r- и s-процессах. Определение их содержания по УФ спектрам для звёзд разного возраста необходимо для проверки и уточнения современных представлений о местах и эффективности нуклеосинтеза в r- и s-процессах. Мы сделаем оценки необходимого наблюдательного времени.

## **Применение машинного обучения для определения физических характеристик рентгеновских источников: результаты для ePOZITA и перспективы для УФ-миссий**

Мещеряков А. В.

*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)*

В докладе будут представлены методы машинного обучения (в составе системы SRGz) для оптического отождествления точечных рентгеновских источников ePOZITA, измерения их класса (квазар/галактика/звезда) и космологического красного смещения по данным многоволновых фотометрических обзоров неба (DESI LIS, SDSS, Pan-STARRS, WISE, ePOZITA).

Точность фотометрических красных смещений SRGz тестировалась в поле Stripe82X на выборке оптических компаньонов точечных рентгеновских источников ePOZITA (для которых в Stripe82X доступны спектроскопические измерения) и составила:  $\sigma_{NMAD} = 3.1\%$  (нормализованное медианное абсолютное отклонение прогноза) и  $n_{>0.15} = 7.8\%$  (доля катастрофических выбросов). Представленные результаты photo-z для источников ePOZITA в поле Stripe82X более чем в 2 раза по обоим метрикам точности ( $\sigma_{NMAD}$  и  $\sigma_{NMAD}$ ) превосходят результаты photo-z других групп, опубликованные в каталоге Stripe82X.

В докладе также планируется обсудить перспективы применения методов машинного обучения для определения характеристик рентгеновских объектов излучающих в УФ диапазоне.

## Исследование эволюции углеродных частиц в ультрафиолетовом диапазоне

Мурга М. С.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

В докладе будет сделан обзор по задачам, связанных с изучением эволюции углеродных частиц с размерами от десятых долей нанометров до микрометров с помощью инструментов обсерватории «Спектр-УФ». Конкретно, будут рассмотрены следующие задачи:

1) изучение содержания углерода в газе протопланетарных и планетарных туманностей для выявления закономерностей между наблюдательными характеристиками/содержанием углеродных частиц/молекул и количеством «свободного углерода» по отношению к водороду, кислороду и другим элементам;

2) детальное изучение кривых поглощения в ультрафиолетовом диапазоне, в том числе скачка поглощения на 2175 Å, для выявления новых деталей в поглощении, которые могут быть отражением структуры углеродных частиц, и для поиска корреляций между характеристиками среды и параметрами кривой поглощения (наклон, положение и интенсивность скачка на 2175 Å);

3) Исследование параметров ультрафиолетового поля излучения (интенсивность и жесткость) областей звездообразования и связь между характеристиками углеродных наночастиц, полученных с помощью инфракрасных наблюдений.

## Моделирование туманностей быстролетающих пульсаров

Никоноров И. Н.<sup>1,2</sup>, Барков М. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

<sup>2</sup>*Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ)*

Рассчитаны модели туманностей быстролетающих пульсаров для низких, умеренных и высоких значений скорости нейтронной звезды ( $VNS = 150, 450$  и  $1499$  км/с соответственно), а также показателя адиабаты газа в классическом и ультрарелятивистском пределах ( $\gamma = 5/3, 4/3$ ). Модели являются первыми на сегодняшний день, учитывающими как морфологию релятивистских течений газа, так и детальное ионизационное состояние межзвездной среды.

Впервые выполнены не-ЛТР расчёт и анализ карт излучения в линиях лаймановской серии водорода, а также в линиях ионов HeII, NII, OII, OIII и NeIV в УФ-диапазоне. Рассмотрена возможность поиска и исследования туманностей в данных линиях. Получены потоки на порядок меньше, чем в  $H\alpha$ , а при подходящих условиях превышающие  $H\alpha$  почти на порядок в линиях OII и более в случае  $Ly\alpha$ . В самых ярких из линий возможны наблюдения туманностей на «Спектре-УФ».

## Средние параметры звездообразования в Местном объеме Вселенной

Попова А.А.<sup>1</sup>, Караченцев И.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет (СПбПУ)

<sup>2</sup> Специальная астрофизическая обсерватория РАН (САО РАН)

По данным о наблюдаемых потоках 1400 местных галактик в далеком ультрафиолете и в линии Н-альфа определен средний темп звездообразования в единичном объеме Вселенной,  $(1.1 \pm 0.1) 10^{-2} M_{\odot}/\text{г Мпк}^3$ . При современном темпе звездообразования за космологическое время 13.8 млрд. лет во Вселенной воспроизводится около 65% наблюдаемой звездной массы. Запасы нейтрального газа в Местном объеме радиусом 12 Мпк позволяют поддерживать современный темп звездообразования на шкале еще около 3 млрд. лет.

## Химически пекулярные Ар/Вр звёзды в ультрафиолетовом диапазоне

Потравнов И. С., Рябчикова Т. А., Романовская А. М.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

Поверхностные аномалии химического состава магнитных Ар/Вр звёзд оказывают значительное влияние также на тепловую структуру их атмосфер. Например, повышенное содержание кремния в области формирования линий, благодаря как связанно-связанным так и связанно-свободным переходам приводит к существенному перераспределению потока в ультрафиолетовой области спектра. Учет этих эффектов и исследование их зависимости от фазы вращения звезды необходимы для аккуратного определения параметров и построения самосогласованных моделей атмосфер химически пекулярных звезд. В докладе представлен краткий обзор текущих результатов и обсуждаются возможные задачи, которые могут быть решены с помощью инструментов на борту «Спектра-УФ».

## Интерпретация транзитных поглощений Wasp-12b в УФ линии MgII

Руменских М. С., Шайхисламов И. Ф.

*Институт лазерной физики СО РАН (ИЛФ СО РАН)*

Благодаря измерениям телескопа Хаббл стало известно о ряде сложных физических явлений, сопутствующих взаимодействию планетарного и звездного ветров. Яркий тому пример – сильное синее смещение поглощения в водородной линии Ly $\alpha$ , обусловленное образованием ЭНА при перезарядке протонов звездного ветра на атомах атмосферы.

Линия Ly $\alpha$  – самая наблюдаемая, но не единственная линия УФ диапазона. Многие тяжелые элементы, присутствие которых в атмосферах экзопланет было обнаружено, также имеют линии поглощения в УФ диапазоне. Одной из самых первых экзопланет с тяжелым элементом в атмосфере – Mg II – является «горячий юпитер» Wasp-12b. Особенно примечательно, что спектрометрические

наблюдения в УФ линии Mg II показали резкое начало. Такого рода наблюдения являются нетипичными для экзопланет данного типа, и их интерпретация требует привлечения комплексных трехмерных моделей.

Настоящая работа основана на результатах численного моделирования фотометрических транзитных поглощений в линии Mg II «горячего юпитера» Wasp 12b. Расчеты проводились с использованием трехмерной самосогласованной комплексной модели. Показано, что наблюдаемые особенности могут быть следствием образования ударного слоя в области взаимодействия планетарного и звездного ветров впереди планеты, и оценено, какие физико-химические параметры системы могут приводить к ударному взаимодействию.

Исследование выполнено за счет средств гранта РНФ 23-12-00134.

### **Белые карлики и голубые бродяги в рассеянных звездных скоплениях, анализ населения на основе поиска в ультрафиолетовом диапазоне**

Селезнев А. Ф., Михневич В. О.

*Уральский федеральный университет (УрФУ)*

Яркие белые карлики и голубые бродяги являются одними из самых ярких объектов в старых рассеянных и шаровых звездных скоплениях при наблюдениях в ультрафиолетовом диапазоне. Поэтому, «Спектр-УФ» позволяет эффективно обнаруживать такие звезды и определять основные свойства их населений в скоплениях. В первую очередь представляет интерес их пространственное распределение и доля среди вероятных членов скоплений. Количество белых карликов может дать информацию о количестве звезд с массой примерно до 10 масс Солнца, которые родились в составе данного скопления, что важно для построения начальной функции масс. Количество голубых бродяг даст информацию о количестве двойных систем, в которых происходил значительный обмен веществом между компонентами. В докладе приводится список рассеянных скоплений, в которых «Спектр-УФ» может быть использован для поиска белых карликов и голубых бродяг.

### **Спектрограф для исследования кислородных OI (131 нм) экзосфер для идентификации транзитных экзопланет Земного типа**

Тавров А. В., Кораблев О. И., Шинго К.

*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)*

Спектроскопия транзитов экзопланет в УФ диапазоне делает возможным различить Землю от Марса и Венеры рассматриваемые как экзопланеты по протяженной геокороне кислородной линии OI на длине волны 131 нм. Для этих целей предложен спектрограф в качестве бортового инструмента БКП модуля орбитального телескопа «Спектр-УФ». Работы, проводившиеся ранее с участием японского космического агентства JAXA, планируются в ИКИ РАН в настоящее время.

## Температура нейтрального окологалактического газа на больших красных смещениях

Теликова К. Н.<sup>1</sup>, Балашев С. А.<sup>1</sup> Леду С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе (ФТИ Иоффе)

<sup>2</sup>Европейская Южная Обсерватория (ESO)

Определяющую роль в формировании галактик играет аккреция вещества из межгалактической среды и галактических гало, а также выметание вещества из областей звездообразования галактическими и звёздными ветрами.

Это приводит к сложной мультифазной природе окологалактического и межзвездного газа. Несмотря на прогресс в области численного моделирования формирования галактик, самосогласованный учет этих процессов остается крайне сложным. Поэтому наблюдательные ограничения на физические свойства газа необходимы для дополнения и совершенствования космологического моделирования. Одной из важнейших наблюдательных характеристик газа является его температура в различных фазах. В представленной работе изучается нейтральная фаза окологалактического и межзвездного газа на красном смещении  $z \sim 2$ , являющегося резервуаром вещества для звездообразования. В отличие от холодной фазы нейтрального газа, трассируемой молекулярным водородом, температура нейтрального газа в теплой фазе недостаточно хорошо измерена. Мы представляем результаты систематического анализа температуры теплой нейтральной фазы окологалактического и межзвездного газа, основанные на анализе спектров UVES/VLT с разрешением  $R \sim 50\,000$ . Наши измерения показывают, что температура теплой фазы демонстрирует существенную дисперсию и иногда значительно превышает значение, получаемое в стандартных моделях теплового баланса. Обсуждаются аналогичные задачи для «Спектр-УФ» на меньших красных смещениях.

Работа поддержана грантом РФФ 23-12-00166.

## Новые активные ядра галактик, обнаруженные телескопами ART-XC и eROSITA в ходе первых пяти рентгеновских обзоров всего неба обсерватории СРГ

Усков Г. С.<sup>1</sup>, Сазонов С. Ю.<sup>1</sup>, Зазнобин И. А.<sup>1</sup>, Буренин Р. А.<sup>1</sup>, Гильфанов М. Р.<sup>1,2</sup>,  
Медведев П. С.<sup>1</sup>, Сюняев Р. А.<sup>1,2</sup>, Кривонос Р. А.<sup>1</sup>, Филиппова Е. В.<sup>1</sup>, Хорунжев Г.  
А.<sup>1</sup>, Еселевич М. В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)

<sup>2</sup> Институт астрофизики общества им. Макса Планка, Германия

<sup>3</sup> Институт солнечно-земной физики СО РАН (ИСЗФ СО РАН)

Представлены результаты отождествления 39 рентгеновских источников, обнаруженных в диапазоне энергий 4-12 кэВ в ходе первых пяти обзоров всего неба (с декабря 2019 по март 2022 г.) телескопа ART-XC им. М.Н. Павлинского обсерватории СРГ. Из них 15 были обнаружены в рентгене впервые, а остальные уже были известны ранее как рентгеновские источники, однако их природа оставалась неизвестной. С помощью 1.6-м телескопа АЗТ-3ЗИК Саянской

обсерватории ИСЗФ СО РАН и 1.5-м РТТ-150 Национальной обсерватории TÜBITAK были получены оптические спектры 29 источников, расположенных на северном небе ( $\beta > -20$ ). Для остальных объектов были проанализированы архивные оптические спектры, полученные в ходе обзора 6dF.

Все исследованные объекты оказались сейфертовскими галактиками (11-Sy1, 19-Sy2, 4-Sy1.9, 2-Sy1.8, 2-NLSy1 и 1 – скрытый АЯГ) в близкой ( $z < 0.3$ ) Вселенной. По данным телескопов eROSTIA и ART-XC обсерватории СРГ получены рентгеновские спектры объектов в диапазоне 0.2-12 кэВ и расположенных на восточном галактическом небе ( $0 < l < 180$ ). У шестерых из них выявлено сильное поглощение  $N_H > 10^{23}$  см<sup>-2</sup>.

### **Баллистическое проектирование миссии "Спектр-УФ"**

Филиппов М. Л.<sup>1</sup>, Моишеев А. А.<sup>1</sup>, Погодин А. В.<sup>1</sup>, Захваткин М. В.<sup>2</sup>,  
Степаньянц В. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственное объединение имени С. А. Лавочкина (НПО им. Лавочкина)

<sup>2</sup>Институт прикладной математики имени М. В. Келдыша РАН (ИПМ РАН)

В АО «НПО им. Лавочкина» в соответствии с актуальной ФКП РФ проводятся работы по созданию космической астрофизической обсерватории ультрафиолетового диапазона «Спектр-УФ». Выведение будет осуществляться РН «Ангара-А5М» с разгонным блоком ДМ с космодрома «Восточный». В качестве рабочей орбиты определена геосинхронная орбита с наклоном 35 градусов. Параметры орбиты (высоты перигея и апогея, аргумент перигея) выбирались исходя из необходимости исключения опасных сближений с космическими объектами на геостационарной орбите и в защищаемой области вокруг неё. В докладе приводится справочная баллистическая информация по выбранной рабочей орбите (интервалы тени, зоны радиовидимости), а также схема выведения, оценка максимальной массы КА и необходимый запас характеристической скорости для осуществления приведения рабочей орбиты на заданную среднюю географическую долготу, осуществления коррекций поддержания и проведения заключительных операций с КА.

### **Молекула NO, как потенциальный биомаркер в атмосферах экзопланет. Планирование эксперимента с помощью «Спектр-УФ».**

Цуриков Г. Н.<sup>1</sup>, Бисикало Д. В.<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> Институт астрономии РАН (ИНАСАН)

<sup>2</sup> Национальный центр физики и математики (НЦФМ)

Поиск потенциально обитаемых экзопланет представляет собой сложную многопараметрическую задачу. Считается, что наличие N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> атмосферы у экзопланеты земного типа может являться одним из определяющих признаков биологической и геологической активности на данной планете. Молекула NO

является индикатором такой атмосферы и, следовательно, потенциальным биомаркером.

Важную роль в поиске биомаркеров на экзопланетах может сыграть планируемая к запуску обсерватория «Спектр-УФ». В работе определяется возможность обнаружения спектральных признаков NO ( $\gamma$ -полосы, 203 — 248 нм) в атмосферах экзопланет — с помощью спектрографов данной обсерватории. Для этого, рассмотрены два метода регистрации сигнала: трансмиссионная и эмиссионная спектроскопия.

По результатам работы установлено, что регистрация сигнала трансмиссии в  $\gamma$ -полосах NO с помощью обсерватории «Спектр-УФ» возможна в случае, когда условия в атмосфере экзопланеты (супер-земля, суб-нептун) приближены к условиям в атмосфере Земли, и расстояние до планетной системы не превышает 2 пк. При этом, границы наблюдаемости сигнала увеличиваются до 5 и 20 пк для супер-земель и суб-нептунов, которые находятся в зоне потенциальной обитаемости у активных родительских звезд K2, G8 – G1 класса. В то же время, регистрация эмиссии в  $\gamma$ -полосах NO становится потенциально возможной при использовании коронографа на борту «Спектр-УФ» с контрастом порядка  $10^{-8}$  –  $10^{-9}$ . Полученные результаты показывают нашу возможность обнаружить биомаркер NO после запуска «Спектр-УФ».

#### **Калькулятор экспозиций Спектр-УФ: Первая web-версия для пользователей.**

Цуриков Г. Н., Сичевский С. Г., Шмагин В. Е.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

Космическая обсерватория «Спектр-УФ» считается единственным планируемым на ближайшее десятилетие внеатмосферным инструментом, который будет непрерывно получать данные в дальнем и ближнем УФ диапазонах длин волн. Необходимой составляющей обсерватории для планирования и реализации научной программы (подготовка заявок и составление программы наблюдений) является специальное программное обеспечение, которое позволяет оценить возможность регистрации сигнала от интересующего астрономического объекта. Исторически такое программное обеспечение называют калькулятором экспозиций. В рамках подготовки к запуску «Спектр-УФ» была создана первая версия данного калькулятора экспозиции с возможностью работы через web-интерфейс.

В докладе представлены основные возможности калькулятора экспозиций «Спектр-УФ». На основе реальных примеров обсуждается возможность реализации фотометрии и спектроскопии точечного и протяженного источников с использованием различных научных приборов обсерватории. Обсуждаются также дальнейшие планы развития данного калькулятора экспозиций.

## Транзитные наблюдения теплого непуна HATP-11-b в ВУФ области

Шайхисламов И.Ф.

*Институт лазерной физики СО РАН (ИЛФ СО РАН)*

HAT-P-11b представляет собой интересную цель для наблюдений в различных спектральных диапазонах, и особенно в ВУФ. Это одна из немногих экзопланет малой массы, у которой в нижних слоях атмосферы есть вода. HAT-P-11 b имеет полярную и эксцентричную орбиту, что свидетельствует о катастрофических событиях в истории системы. Недавно в системе была обнаружена вторая нетранзитная экзопланета массой Юпитера с эксцентричной и наклонной орбитой. Уникальной особенностью является большая скорость звезды по направлению к Земле  $-63,24$  км/с, что позволяет проводить транзитные наблюдения в центре ряда спектральных линий, обычно поглощаемых в межзвездной среде.

HST провел четыре измерения в транзите инструментом COS и два инструментом STIS. Наблюдались триплет нейтрального кислорода OI 130,4 нм, дублет ионизированного углерода CII 133,5 нм и линия HI Ly $\alpha$  (Ben-Jaffel et al., 2022). Также было обнаружено поглощение HeI при 1083 нм (Мансфельд и др., 2018).

Составная модель, состоящая из различных отдельных модулей нижней и верхней атмосферы, кинетической магнитосферы, эмпирического хвоста и звездного ветра, примененная в работе (Ben-Jaffel et al., 2022), чтобы интерпретировать данные, пришли к противоречивым выводам: металличность атмосферы должна быть минимум в шесть раз меньше солнечной; экзопланета также должна иметь протяженный магнитосферный хвост ( $1,8-3,1$  ae  $> 104 R_p$ ); напряженность экваториального магнитного поля HAT-P-11 b должна составлять около 1–5 Гс.

Мы применили самосогласованную 3D-модель и показывали, что предположения, сделанные Ben-Jaffel et al., 2022 необоснованны. Мы пришли к выводу, что новые измерения в ВУФ обещают результаты, которые станут хорошим тестом существующим моделям моделирования атмосфер горячих экзопланет.

## Режимы наблюдений блока камер поля космической обсерватории «Спектр-УФ»

Шамагин В. Е., Сичевский С. Г., Шугаров А. С.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

Блок камер поля (БКП) - один из основных научных приборов обсерватории «Спектр-УФ». Главной задачей БКП является получение изображений астрономических объектов в нескольких спектральных диапазонах. Для этого в конструкции БКП предусмотрено три канала:

– канал вакуумного ультрафиолета (ВУФ) (115-176 нм) с высокими пространственным разрешением, оснащенный МКП приемником с CsI фотокатодом;

– канал ближнего ультрафиолета (БУФ) (150-320 нм) с высокими пространственным разрешением, оснащенный МКП приемником с GaN фотокатодом;

– канал ближнего ультрафиолетового и оптического диапазона (УФО) (180-1000 нм) с полем зрения 4,5' x 4,5' и КМОП приемником.

МКП приемники каналов ВУФ и БУФ являются солнечно-слепыми (чувствительность в оптическом диапазоне на 3-8 порядков меньше, чем в ультрафиолетовом). Помимо режима получения изображений с использованием светофильтров, предусмотрен режим полевой спектроскопии низкого разрешения. Кроме того, оптическая схема позволяет реализовать режим коронографа по схеме Лио и режим поляриметра. При наличии запроса от научного сообщества, список светофильтров и параметры режимов наблюдений БКП могут быть уточнены.

### **Основные характеристики ПЗС, КМОП и МКП детекторов научных приборов проекта «Спектр-УФ»**

Шугаров А. С., Шмагин В. Е., Сичевский С. Г.

*Институт астрономии РАН (ИНАСАН)*

В научных приборах проекта «Спектр-УФ» используются три типа УФ детекторов космического исполнения – ПЗС, КМОП и МКП. В докладе представлены их основные характеристики и результаты наземных испытаний.

Все каналы Блока спектрографов оснащены заказными ПЗС CCD272-64, изготовленными компанией Teledyne e2v. Спектральный диапазон составляет 115-310 нм, формат ПЗС 3x4 к, пиксель 12 мкм. Архитектура чипа, пикселей и выходные псевдо дифференциальные усилители оптимизированы для работы с сигналом низкого уровня в условиях космической радиации и электромагнитных помех. Изготовлено три варианта ПЗС с различными градиентными антиотражающими покрытиями, согласованными с дисперсионной кривой. Специальных корпус и внешний радиатор обеспечивают температуру ПЗС -100С. Блоки электроники с технологией цифровой коррелированной двойной дискретизации изготовлены STFC RAL Space.

Канал ближнего УФ и оптического диапазона Блока камер поля оснащен малощумящим КМОП GSENSE400BSI формата 2x2к в корпусе производства АО «ЦНИИ Электрон» с Пельтье холодильником.

Каналы ближнего и дальнего УФ Блока камер поля оснащены солнечно слепыми МКП детекторами с фотокатодами CsI (115-176 нм) и GaN (150-320 нм). Формат детекторов 2x2к, размер элемента 10 мкм, режим работы - счет фотонов. В обоих каналах используется оптическая схема считывания на основе быстродействующего охлаждаемого КМОП с кадровой частотой 100 к/с в полнокадровом режиме и до 1000 к/с в ограниченной области.

**Оптическая идентификация событий приливного разрушения на российских телескопах среди внегалактических транзиентов СРГ/еРОЗИТА.  
Возможности российских телескопов для наблюдения сильно-переменных рентгеновских источников.**

Хорунжев Г. А.

*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)*

В 5 обзорах неба телескопа еРОЗИТА размещенного на борту космической обсерватории СРГ обнаружены 49 рентгеновских источников, чей рентгеновский поток между обзорами изменился более чем в 20 раз, и более 800 рентгеновских источников, чей поток изменился более чем 10 раз.

Для выборки 49 рентгеновских объектов с экстремальной переменностью только у 11 источников не было оптической архивной спектральной классификации. В выборке из 800 рентгеновских источников уже половина объектов не имеет даже спектроскопического красного смещения.

Среди переменных в рентгене источников встречаются такие источники как: события приливного разрушения, катаклизмические переменные, активные ядра галактик с переменным типом, блазары, объекты с квазипериодическими осцилляциями, бездомные рентгеновские всплески.

Классификация и дальнейшее исследование данных явлений невозможно без проведения дополнительных наблюдений на оптических телескопах.

В данной работе обсуждаются методы спектральной классификации событий приливного разрушения и активных ядер галактик. А также демонстрируются промежуточные результаты спектральной классификации. В докладе приводятся спектры некоторых уникальных сильнопеременных объектов, которые демонстрируют наблюдательные возможности российских телескопов, участвующих в наземной поддержке СРГ.

**Построение коронографа с адаптивной оптикой для визуализации экзопланет**

Юдаев А. В., Тавров А. В., Кораблев О. И.

*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)*

Орбитальный телескоп двухметрового класса («Спектр-УФ») способен оптически разрешить дифракционные изображения экзопланет у ближайших звезд на удалении 10-20 пк. Для этого дифракционно рассеянный свет родительской звезды следует исправить методом коррекции волнового фронта активной адаптивной оптикой и рассмотреть через звездный коронограф. Ближайший проект NASA, Nancy Grace Roman Space Telescope, также предполагает звездный коронограф с бортовой адаптивной оптикой. В докладе будет дано сравнение алгоритмов прецизионной коррекции волнового фронта для масочного (аподизационного) Лио коронографа и разработанного в ИКИ РАН интерференционного коронографа. Предложен алгоритм и метод прецизионной коррекции волнового фронта, разработанный и экспериментально проверенный нашей группой.

## СПИСОК УЧАСТНИКОВ

ФИО	страницы
Автаева Анастасия Андреевна (ИНАСАН)	6, 15
Альбрант Мария Александровна (СПбГУ)	5, 15
Архипова Наталья Анатольевна (НИУ ВШЭ)	
Ачарова Ирина Александровна (ЮФУ)	
Бакланов Пётр Валерьевич (ККТЭФ НИЦ КИ)	13
Балашев Сергей Александрович (ФТИ Иоффе)	2, 8, 19, 26
Балега Юрий Юрьевич (САО РАН)	
Балюкин Игорь Игоревич (ИКИ РАН)	6, 16
Барков Максим Владимирович (ИНАСАН)	2, 3, 8, 23
Басаргина Ольга Андреевна (ИНАСАН)	
Беляев Денис Анатольевич (ИКИ РАН)	6, 16
Бескровная Нина Георгиевна (ГАО РАН)	19
Бисикало Дмитрий Валерьевич (НЦФМ, ИНАСАН)	14, 27
Блинников Сергей Иванович (ККТЭФ НИЦ КИ)	13
Бусарев Владимир Васильевич (ГАИШ МГУ)	6, 17
Буслаева Анна Ивановна (ИНАСАН)	
Быков Андрей Михайлович (ФТИ им. Иоффе)	
Васильев Кирилл Валерьевич (МГУ)	
Васильев Евгений Олегович (АКЦ ФИАН)	3, 9, 18
Вибе Дмитрий Зигфридович (ИНАСАН)	
Гончаров Георгий Александрович (ГАО РАН)	5, 17
Гринин Владимир Павлович (ГАО РАН)	15
Гуйдя Карина Ивановна (МГТУ им Н.Э. Баумана)	
Дедиков Святослав Юрьевич (АКЦ ФИАН)	5, 18
Деришев Евгений Владимирович (ИПФ РАН)	4, 9
Додин Александр Владимирович (ГАИШ МГУ)	4, 10
Дроздов Сергей Александрович (АКЦ ФИАН)	
Ерошенко Юрий Николаевич (ИЯИ РАН)	3, 18
Зинченко Игорь Иванович (ИПФ РАН)	5, 19
Золотарёв Роман Викторович (ИНАСАН)	
Зубарева Александра Михайловна (ИНАСАН)	
Ибрагимов Мансур Акбарович (ИНАСАН)	
Иванова Александра Денисовна (МФТИ)	
Ихсанов Назар Робертович (ГАО РАН)	3, 19
Казакевич Юрий Васильевич (ИНАСАН)	
Каленский Сергей Владимирович (АКЦ ФИАН)	
Карташова Анна Петровна (ИНАСАН)	
Кильпио Елена Юрьевна (ОФН РАН, КраО РАН)	
Кирсанова Мария Сергеевна (ИНАСАН)	5, 10
Ковалева Дана Александровна (ИНАСАН)	
Кораблев Олег Игоревич (ИКИ РАН)	16, 25, 31

Косенко Дарья Николаевна (ФТИ им. Иоффе)	5, 19
Кукушкин Кирилл Алексеевич (СПбПУ)	
Ламзин Сергей Анатольевич (ГАИШ МГУ)	10
Ларченкова Татьяна Ивановна (АКЦ ФИАН)	2
Лисаков Михаил Михайлович (АКЦ ФИАН)	
Лутовинов Александр Анатольевич (ИКИ РАН)	2
Макаров Дмитрий Игоревич (САО РАН)	3, 20
Макаров Данила Дмитриевич (САО РАН)	20
Макарова Лидия Николаевна (САО РАН)	3, 20
Малков Олег Юрьевич (ИНАСАН)	4, 21
Машонкина Людмила Ивановна (ИНАСАН)	4, 22
Мещеряков Александр Валерьевич (ИКИ РАН)	4, 22
Михеева Екатерина Андреевна (АКЦ ФИАН)	
Михневич Варвара Олеговна (УрФУ)	25
Моисеев Алексей Валерьевич (САО РАН)	3, 11
Мурга Мария Сергеевна (ИНАСАН)	5, 23
Николенко Игорь Владимирович (ИНАСАН)	
Никоноров Игорь Николаевич (ИНАСАН)	3, 23
Плаkitина Каролина Владимировна (ИНАСАН)	
Плишкин Анатолий Иванович (ВАКУУММАШ)	
Погодин Андрей Валерьевич (НПО им. Лавочкина)	27
Попова Алиса Антоновна (СПбПУ)	3, 24
Постникова Екатерина Сергеевна (ИНАСАН)	
Потравнов Илья Сергеевич (ИНАСАН)	4, 24
Романовская Анна Михайловна (ИНАСАН)	24
Руменских Марина Сергеевна (НГУ)	6, 24
Рябчикова Татьяна Александровна (ИНАСАН)	24
Саванов Игорь Спартакович (ИНАСАН)	5, 11
Сачков Михаил Евгеньевич (ИНАСАН)	2, 5, 12, 14
Селезнев Антон Федорович (УрФУ)	5, 25
Сильченко Ольга Касьяновна (ГАИШ МГУ)	3, 4, 12
Симонова Арина Алексеевна (ИНАСАН)	
Сичевский Сергей Григорьевич (ИНАСАН)	28, 29, 30
Смирнова Ксения Ильдаровна (УрФУ)	
Смирнова Александрина Андреевна (САО РАН)	
Сорокина Елена Ильинична (ГАИШ МГУ)	4, 13
Тавров Александр Викторович (ИКИ РАН)	
Теликова Ксения Николаевна (ФТИ им. Иоффе)	5, 26
Тутуков Александр Васильевич (ИНАСАН)	
Усков Григорий Сергеевич (ИКИ РАН)	3, 26
Фатеева Анна Михайловна (ИНАСАН)	
Филиппов Максим Леонидович (НПО им. Лавочкина)	2, 27
Холтыгин Александр Федорович (СПбГУ)	4, 13
Хорунжев Георгий Андреевич (ИКИ РАН)	4, 26, 31
Цуриков Григорий Николаевич (ИНАСАН)	2, 6, 27, 28
Чулков Дмитрий Александрович (ИНАСАН)	

Шайхисламов Ильдар Фаритович (ИЛФ СО РАН)	6, 24, 29
Шахворостова Надежда Николаевна (АКЦ ФИАН)	
Шематович Валерий Иванович (ИНАСАН)	6, 14, 15
Шибанов Юрий Анатольевич (ФТИ им. Иоффе)	4, 14
Широков Никита Михайлович (МФТИ)	
Шмагин Владимир Евгеньевич (ИНАСАН)	2, 28, 29, 30
Шугаров Андрей Сергеевич (ИНАСАН)	2, 29, 30
Шустов Борис Михайлович (ИНАСАН)	2, 12
Щербина Марина Петровна (ИНАСАН)	
Юдаев Андрей Викторович (ИКИ РАН)	6, 31

*Для заметок*

*Для заметок*