

**Структура подпрограммы «Переходные и взрывные процессы в астрофизике»  
Программы фундаментальных исследований Президиума РАН П-7**

1	2	3	4	5
№ п/п	Направления и проекты	Организации исполнители	Руководитель проекта	Ожидаемые результаты
1	Направление: Эволюция и свойства одиночных и двойных звезд			
1.1	Численное моделирование структуры аккреционных течений и режимов горения аккрецированного вещества во взаимодействующих двойных звездах.	ИНАСАН	чл.-корр. РАН Д.В.Бисикало	<p>1. Трехмерное численное моделирование и анализ структуры течения в полуразделенных звездах, относящихся к классу SW Sex, WZ Sge, преко- тактных звездах с быстровращающейся звездой-аккретором, а также молодых двойных звездах типа Т Тельца.</p> <p>2. По результатам численного моделирования будут получены распределения физических величин в окрестностях исследуемых звезд, а также результаты анализа их возможных наблюдательных проявлений.</p> <p>3. Исследование режимов горения в слое аккрецированного гелия в ультракороткопериодических катаклизмических переменных типа AM CVn, в которых донорами являются белые карлики или маломассивные гелиевые звезды. Особое внимание будет уделено возможности взрывного горения, которое может проявляться как гелиевые Новые или Сверхновые типа Ia.</p>
1.2	Диагностика физических условий в атмосферах и оболочках звезд на основе	ИНАСАН	акад. А.А.Боярчук	<p>1. Исследование начальной стадии кривой блеска SN 2014J с целью оценки внешней границы радиоактивного <sup>56</sup>Ni. Исследование эффектов асимметрии оболочки по эмиссионным линиям на небулярной стадии. Построение модели свечения оболочки SNIa в линиях на небулярной стадии. (Отв.</p>

1	2	3	4	5
	спектральных наблюдений			<p>исп. д.ф.-м.н. Н.Н.Чугай.)</p> <p>2. Калибровка не-ЛТР метода определения параметров атмосферы по линиям Fe I и Fe II для холодных гигантов с большим дефицитом металлов на примере 5 звезд в галактике Sculptor, для которых имеются спектры высокого разрешения (<math>R \approx 45000</math>), полученные на 8-м телескопе VLT2 (ЕЮО, Чили). Не-ЛТР расчеты для Fe I-Fe II и определение параметров атмосферы по линиям Fe I и Fe II для всей выборки наблюдаемых звезд с <math>[Fe/H] &lt; -2</math> в галактике Sculptor. Не-ЛТР расчеты для Ti I-Ti II с полученными параметрами атмосфер и проверка ионизационного равновесия Ti I/Ti II для каждой из звезд. Выбор спектральных линий различных элементов от Na до Eu, наблюдаемых в спектрах холодных гигантов с <math>[Fe/H] &lt; -2</math>, сбор и анализ атомных данных. Не-ЛТР расчеты для Na I, Mg I, Al I, Si I, Ca I, Sr II, Ba II и определение содержания химических элементов. (Отв. исп. д.ф.-м.н. Л.И.Машонкина.)</p> <p>3. Впервые будет проведен спектральный мониторинг звезды PZ Mon – одному из немногих активных гигантов типа RS CVn, обладающей необычной кривой лучевых скоростей. Будут получены спектры высокого разрешения звезды PZ Mon, величины содержаний химических элементов, интерпретация кривой лучевых скоростей. (Отв. исп. к.ф.-м.н. Ю.В.Пахомов.)</p> <p>4. Определение содержания редкоземельных элементов в спектрах пяти звезд (UVES), для которых хорошо известны параметры моделей атмосфер. Для звезд со спектрами FEROS на первом этапе будут определены параметры моделей по калибровкам Стремгеновской и Женевской фотометрических систем. Будет проведен анализ содержаний РЗЭ и построены зависимости от эффективной температуры и от значения напряженности глобального магнитного поля на поверхности по результатам наших измерений и литературных данных. Затем будет осуществлен анализ этих зависимостей и их значения для предсказаний диффузионной теории. (Отв. исп. д.ф.-м.н. Т.А.Рябчикова.)</p>
1.3	Сложные молекулы	ИНАСАН	д.ф.-м.н.	1. Разработка методики моделирования реакций синтеза сложных молекул

1	2	3	4	5
	в протозвездных и протопланетных объектах		Д.З.Вибе	на поверхностях космических пылинок. Реализация методики в модели эволюции протозвёздного объекта. 2. Поиск и включение в модель актуальных лабораторных данных о химических реакциях с участием сложных молекул и об их взаимодействии с излучением. 3. Разработка методики моделирования эволюции (коагуляции и разрушения) пылевых частиц в протозвездных и протопланетных объектах.
2	Направление: Звездная переменность: наблюдения и теория			
2.1	Наблюдательные и теоретические исследования ключевых классов переменных звезд – пульсирующих переменных и оптически переменных рентгеновских источников	ИНАСАН	проф. Н.Н.Самусь, д.ф.-м.н. Ю.А.Фадеев	1. Поиск новых цефеид и взрывных переменных по цифровым образам негативов астрономических фототек и новым наблюдениям. Выявление мультипериодических цефеид по данным обзоров неба и по оригинальным фотометрическим данным, определение мод пульсаций. 2. Определение физических характеристик новых переменных звезд и заново изученных переменных звезд по фотометрическим, поляриметрическим, спектральным наблюдательным данным. Определение эволюционного статуса, моды колебаний и фундаментальных параметров отдельных короткопериодических цефеид. 3. Исследование структуры межзвездной среды по межзвездным линиям в направлении на рентгеновскую переменную звезду V1357 Лебедя (Лебедь X-1). 4. Проведение расчетов эволюции звезд промежуточных масс (от 4 до 6 масс Солнца). Моделирование нелинейных звездных пульсаций. Сравнение результатов расчетов с данными наблюдений короткопериодических цефеид. Оценка значений параметра конвективного овершутинга на эволюционных стадиях главной последовательности и термоядерного горения гелия в ядре.
2.2	Циклические, колебательные и волновые явления на Солнце и звездах	ГАО	чл.-корр. РАН А.В.Степанов, д.ф.-м.н. Ю.А.Наговицын	1. Развитие диагностических возможностей методов корональной сейсмологии. Анализ наблюдательных данных о квазипериодических колебаниях вспышек на Солнце и магнитарах. Определение механизмов возбуждения КПК. Диагностика параметров солнечных вспышек по двум моделям пульсаций: (1) МГД-колебания вспышечных арок и (2) вспышечная арка как эк-

1	2	3	4	5
				<p>вивалентный электрический контур.</p> <p>2. Получение физических параметров избранных вспышек на Солнце и звёздах поздних спектральных классов с целью совершенствования моделей звездных вспышек.</p> <p>3. Определение параметров магнитосфер магнетаров из каталога McGill SGR/AXP Online Catalog (<a href="http://www.physics.mcgill/~pulsar/magnetar/main.html">http://www.physics.mcgill/~pulsar/magnetar/main.html</a>) по КПК. Разработка механизма излучения вспышек магнетаров в диапазоне ТГц.</p> <p>4. Построение непротиворечивой картины изменений солнечной активности на временах порядка 10000 лет.</p>
2.3	Фотометрические наблюдения и исследование нестационарных астрофизических объектов на телескопе АЗТ-33ИК	ИСЗФ СО РАН	чл.-корр. РАН В.М.Григорьев	<p>1. Мониторинг нестационарных объектов в оптическом диапазоне – в фотометрических полосах BVRI, выполняемый на 1.6-м телескопе АЗТ-33ИК.</p> <p>2. Обработка рядов наблюдательных данных и анализ переменности исследуемых объектов.</p> <p>3. Разработка программных модулей управления камерой ближнего ИК-диапазона и отработка методики инфракрасных наблюдений с использованием матричного фотоприемного устройства.</p> <p>4. Обнаружение оптических послесвечений космических гамма-всплесков и их фотометрические наблюдения. Поиск особенностей кривых блеска (немонотонность, излом) и/или признака сверхновой. Глубокие наблюдения области послесвечения для поиска родительских галактик.</p> <p>5. Наблюдения в рамках задачи оптической поддержки рентгеновского обзора неба обсерватории «Спектр-РГ».</p>
2.4	Исследование гипотезы о влиянии экзопланет на звездную активность	НИИЯФ МГУ	д.ф.-м.н. И.С.Веселовский	<p>Сравнительный и корреляционный анализ имеющейся обширной базы данных о параметрах солнечной и звездной активности, числах пятен, площади корональных дыр, корональных выбросов и вспышек, солнечного и звездного ветра и солнечной и звездной короны. Анализ звездных каталогов КраО (Р.Е. Гершберг), каталогов экзопланетных систем и каталогов солнечной активности на предмет выбора подходящих объектов, ситуаций и периодов времени для более подробного рассмотрения. Предварительное безразмерное масштабирование режимов в системах с экзопланетами по</p>

1	2	3	4	5
				числам Кнудсена, Штрухалю, Фруда, Маха, Маха-Альвена, Фарадея, Мураками и Триестским геометрическими параметрам для степени открытости магнитных систем типа «звезда-планета-звездный ветер» по потокам энергии, импульса и массы в них.
2.5	Исследование влияния вспышечного излучения звёзд на планетные системы	ИНАСАН	д.ф.-м.н. И.С.Саванов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование проявлений магнитной активности звезд с супервспышками по фотометрическим наблюдениям с космическим телескопом NASA Kepler.</li> <li>2. Расчеты эффективности нагрева атмосферы планеты с преобладанием водорода при супервспышке с энергией порядка <math>10^{32}</math>–<math>10^{34}</math> эрг.</li> <li>3. Получение оценок параметров активных областей звезд, обладающих супервспышками.</li> </ol>
3	Направление: Сверхновые, пульсары, нейтронные звезды			
3.1	Численное моделирование несимметричного взрыва сверхновых с учетом конвективных и турбулентных процессов и расчет нуклеосинтеза. Природа гамма-бастеров и их моделирование. Магнитное поле в природе джетов	ИПМ	проф. В.М.Чечеткин	Проведение серии вычислительных экспериментов для всестороннего исследования гидродинамики взрыва сверхновой типа PISN (связанных с неустойчивостью из-за возникновения в ядре предсверхновой электрон-позитронных пар) во вращающейся конфигурации. Исследование роли крупномасштабных гидродинамических процессов при взрывах сверхновых. Расчет гидродинамики сверхновых в несферических моделях с детальным разрешением структуры течения с помощью Кусочно-параболического метода на локальном шаблоне (PPML) – низкодиссипативного метода высокого порядка точности для интегрирования уравнений гидродинамики. Исследование нуклеосинтеза при взрывном горении в модели сверхновой при меняющихся гидродинамических параметрах вещества. Расчет распределения образующихся нуклидов по скоростям, получение геометрической конфигурации химических элементов в сбрасываемой оболочке.
3.2	Магнитоплазменные процессы в астрофизике	ИКИ	проф. Г.С.Бисноватый-Коган	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение расчетов для взрыва сверхновой в двумерной постановке с учетом нейтринных потерь и уравнения состояния вещества при экстремально больших температурах и плотностях. Разработка и отладка трехмерной программы для расчета гравитационного потенциала на сетке, состоящей из тетраэдров.</li> <li>2. Проведение отладочных расчетов задачи о формировании</li> </ol>

1	2	3	4	5
				<p>направленного струйного выброса под действием лазерного импульса.</p> <p>3. Определение параметров последних устойчивых круговых орбит пробных тел с собственным моментом вращения в гравитационном поле черной дыры. Исследование особенностей круговых орбит пробных тел со спином вблизи горизонта событий предельной керровской черной дыры.</p> <p>4. Вычисление коэффициентов тепло и электропроводности в плазме с учетом вырождения электронов в магнитном поле на основе решения кинетического уравнения Больцмана методом Чепмена–Энскога.</p> <p>5. Получение фотометрических оценок для 30 гамма-всплесков в оптическом диапазоне, оценить количество предвсплесков в данных эксперимента SPI-ACS до 2013 г., получение параметров продленного излучения коротких гамма-всплесков в данных эксперимента SPI-ACS до 2013 г.</p>
3.3	Исследование динамики излучающих структур пульсарных туманностей и механизмов вспышечной активности в рентгеновском и гамма-диапазоне	ФТИ	д.ф.-м.н. А.М.Быков	Нелинейное моделирование эволюции динамических излучающих структур в пульсарных туманностях с учетом влияния неравновесных компонент пульсарного ветра. Анализ синхронных многоволновых наблюдений Крабовидной туманности. Будут проанализированы многолетние и синхронные многоволновые данные об излучении динамических структур в ряде галактических пульсарных туманностей. Будет разработана количественная модель вспышечной активности динамических структур в пульсарных туманностях.
3.4	Процессы остывания и нагрева нейтронных звезд	ФТИ	чл.-корр. РАН Д.Г.Яковлев	<p>1. Развитие теории вещества нейтронных звезд: расчеты термодинамических и транспортных свойств вещества в различных слоях нейтронных звезд, что необходимо для моделирования эволюции нейтронных звезд и правильной интерпретации их наблюдений.</p> <p>2. Моделирование эволюции нейтронных звезд и сравнение с наблюдениями: использование новых данных о термодинамических и транспортных свойствах вещества нейтронных звезд для моделирования теплового излучения этих звезд, строения их теплоизолирующих оболочек, остывания одиночных нейтронных звезд и эволюции нейтронных звезд разного типа с источниками подогрева. Сравнение результатов с наблюдениями для полу-</p>

1	2	3	4	5
				чения информации о параметрах нейтронных звезд и свойствах сверхплотного вещества в их недрах.
3.5	Исследование влияния циклотронного излучения на функцию распределения электронов в замагниченной плазме атмосфер вырожденных звезд.	ИПФ	чл.-корр. РАН Вл.В.Кочаровский	Анализ устойчивости стратифицированной сильнозамагниченной плазмы в поле интенсивного циклотронного излучения в условиях, характерных для изолированных и аккрецирующих нейтронных звезд и белых карликов.
3.6	Исследование условий формирования гигантских всплесков радиоизлучения пульсара в Крабовидной туманности.	ИПФ	акад. В.В.Железняков	1. Расчет максимального инкремента неустойчивости и оценка связанного с ним полного усиления сравнительно низкочастотных электромагнитных волн в активной области в релятивистской электрон-позитронной плазме с примесью нерелятивистских протонов, имеющих модельное неравновесное распределение по импульсам. 2. Сопоставление факторов, влияющих на перенос электромагнитного излучения из области сильного магнитного поля в окрестности светового цилиндра магнитосферы пульсара в разреженную межзвездную плазму. Обоснование возможности интерпретации наблюдаемого динамического спектра радиоизлучения пульсара в Крабовидной туманности в рамках сформулированных теоретических представлений.
3.7	Исследование радиоизлучения от аномальных пульсаров и построение их моделей	АКЦ ФИАН	д.ф.-м.н. И.Ф.Малов, д.ф.-м.н. В.М.Малофеев, д.ф.-м.н. Т.В.Смирнова	1. Анализ данных наблюдений объектов, проведенных на различных наземных и космических телескопах (в частности, на большой решётке — LAT космического аппарата Fermi). Также предполагается провести обзор всех теорий и моделей, предложенных для описания особенностей аномальных пульсаров. 2. Проведение серий наблюдений пульсаров по 10-20 дней. Проведена обработка данных с целью измерения интегрального профиля и плотности потока на частоте 111 МГц. Будет проведен сравнительный анализ этих данных в широком диапазоне частот. 3. Обработка и анализ данных интерферометрических наблюдений (с

1	2	3	4	5
				наземными и космическими базами) межзвездных мерцаний пульсаров PSR 0525+21 и PSR 1919+21. Разработка модели распределения турбулентной межзвездной плазмы в направлении этих пульсаров.
3.8	Вторичные динамические спектры пульсаров — индикаторы неоднородностей космической плазмы.	АКЦ ФИАН	д.ф.-м.н. М.В.Попов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение РСДБ-наблюдений пульсаров с помощью космического радиотелескопа и крупных наземных радиотелескопов. Анализа данных наблюдений, выполненных в прошлые годы на Большом радиотелескопе метрового диапазона волн (GMRT) в Индии.</li> <li>2. Проведение корреляции данных на штатном корреляторе АКЦ и на программируемом корреляторе Отдела космической радиоастрономии АКЦ.</li> <li>3. Посткорреляционный анализ методом построения вторичных динамических спектров с целью определения структуры неоднородностей межзвездной плазмы в Галактике в направлении исследованных пульсаров.</li> </ol>
3.9	Поиск и исследование гигантских импульсов пульсаров и других спорадических всплесков космического радиоизлучения на коротких временных масштабах.	АКЦ ФИАН	д.ф.-м.н. Р.Д. Дагкесаманский, к.ф.-м.н. В.А. Потапов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поиск оптимальных режимов наблюдений, а также алгоритма детектирования ГИ пульсаров и всплесков радиоизлучения, характеризующихся большой мерой дисперсии, подобных обнаруженным в последние годы в дециметровом диапазоне волн. Разработка соответствующего программного обеспечения.</li> <li>2. Проведение регулярных наблюдений (мониторинга) секундных пульсаров северного неба, генерирующих ГИ на частоте 111 МГц (не менее 6). Поиск ГИ с высоким (миллисекундным) временным разрешением, определение их энергетических характеристик, архивация данных. Поиск пульсаров, генерирующих ГИ, в выборке не менее чем 20 пульсаров северного неба. Регулярные наблюдения выборки 6-10 радиотихих пульсаров северного неба (гамма и рентгеновских), поиск периодического излучения и мощных одиночных импульсов в радиодиапазоне.</li> </ol>
4	Направление: Переходные и взрывные процессы с участием магнитных полей в астрофизической плазме			
4.1	Эволюция магнитного поля в процессах аккреции вещества на активные ядра	ГАО	проф. Ю.Н.Гнедин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Развитие новой методики определения физических параметров сверхмассивных черных дыр, включая определение их масс, на основе спектрополяриметрических наблюдений.</li> <li>2. Определение структуры магнитного поля в стационарных аккреционных</li> </ol>



1	2	3	4	5
	галактик и в звездах с оболочками			дисках. Исследование генерации азимутального магнитного поля. 3. Определение величин спинов сверхмассивных черных дыр для активных ядер галактик на больших космологических расстояниях.
4.2	Поиск и изучение CP-звезд с магнитным полем в спектрально-двойных системах	CAO	д.ф.-м.н. И.И.Романюк	Изучение выборки CP-звезд, которые с высокой вероятностью являются членами двойных и кратных систем и ранее детально не изучались. Проверка факта двойственности звезд выборки. Проведение наблюдений на 1-м и 6-м телескопах CAO CP-звезд с магнитными полями с определением эффективной температуры, величины поверхностного и продольного магнитного поля, скорости вращения, типа химических аномалий и эволюционного статуса. Сравнение полученных результатов с аналогичными характеристиками одиночных CP-звезд. Планируется сделать выводы о частоте встречаемости новых и малоизученных магнитных звезд в составе спектрально-двойных систем.
4.3	Поляризационные эффекты при формировании излучения в континууме одиночных белых карликов с сильным магнитным полем	ИПФ	акад. В.В.Железняков	1. Получение аналитического частотного профиля спектральной излучательной способности в континууме для холодной плазмы фотосфер одиночных магнитных белых карликов, свидетельствующего о снижении мощности тормозного излучения для данной среды по сравнению со случаем отсутствия магнитного поля. 2. Получение аналитических выражений для коэффициентов столкновительного поглощения в холодной плазме фотосфер белых карликов с квантующим магнитным полем. 3. Анализ отличий столкновительного поглощения для нормальных волн с разной поляризацией в холодной плазме фотосфер белых карликов с сильным магнитным полем, которое может порождать высокую степень поляризации излучения в континууме звезд данного класса.
4.4	Вспышечная активность вырожденных звездных объектов	ГАО	д.ф.-м.н. Н.Р.Ихсанов	1. Построение радиокарты взрывной переменной AE Водолея. Определение параметров вспышечного источника и его временной эволюции. Сравнение предсказаний модели нетеплового излучения на фронте ударной волны с наблюдениями. 2. Построение доплеровской томограммы AE Водолея в линиях H-альфа, H-бета и H-гамма и эволюции спектра в течение орбитального цикла. Сравне-

1	2	3	4	5
				<p>ние результатов наблюдений с картой течения вещества в тесной двойной системе, полученной в рамках численной МГД-модели.</p> <p>3. Уточнение сценария образования изолированных и долгопериодических рентгеновских пульсаров в ходе эволюции массивной двойной системы. Определение диапазона амплитуды и времени переменности этих источников.</p>
4.5	Исследование взрывных процессов нагрева плазмы и ускорения частиц в магнитных петлях на звёздах поздних спектральных классов.	ИПФ	д.ф.-м.н. В.В. Зайцев	Определение параметров корональных магнитных петель на звёздах поздних спектральных классов с использованием имеющихся данных о мере эмиссии и времени затухания соответствующих вспышек в мягком рентгеновском диапазоне. Определение электрических токов в магнитных петлях и запасённой в них свободной энергии. Исследование возможности генерации электрических токов за счёт взаимодействия фотосферной конвекции с корональными магнитными полями в основаниях петель и получение условий на соответствующие значения скорости фотосферной конвекции.
5	Направление: Процессы аккреции и физика астрофизических дисков и джетов			
5.1	Моделирование структуры аккреционных дисков с учетом сдвиговой неустойчивости и магнитных полей.	ИПМ	проф. В.М.Чечеткин, чл.-корр. РАН Ю.П.Попов	<p>1. Разработка двумерных математических моделей магнитного аккреционного диска. Предполагается, что изначально диск пронизан силовыми линиями азимутального магнитного поля. В процессе эволюции и, возможно, развития магниторотационной неустойчивости в диске генерируется полоидальное магнитное поле. В диске движется планета, возбуждающая в нем волны и обменивающаяся с диском моментом вращения, что приводит к ее миграции. Двумерные модели этих процессов будут построены путем усреднения уравнений МГД по направлению вращения, перпендикулярному плоскости экватора. Различие моделей обусловлено теми или иными допущениями относительно структуры магнитного поля в диске.</p> <p>2. Разработка и реализация вычислительных алгоритмов для численного моделирования уравнений МГД в двумерной геометрии на вращающихся сетках. Использование вращающихся (вместе с планетой) сеток позволит более аккуратно учесть взаимодействие планеты с диском.</p>
5.2	Динамические про-	ГАО	проф.	1. Обработка и анализ полученных в КрАО в сентябре 2014 г эшельных

1	2	3	4	5
	цессы в околозвездном окружении молодых звезд и их наблюдательные проявления		В.П.Гринин	<p>спектров звезды типа UX Ori RZ Psc.</p> <p>2. Анализ полученных с помощью телескопа АЗТ-24 ИК наблюдений звезд типа UX Ori VX Cas и V517 Cyg.</p> <p>3. Спектральные и фотометрические наблюдения программных звезд на телескопах КрАО, Коуровской обсерватории и на Терсколе.</p> <p>4. С помощью модифицированной программы будут проведены тестовые расчеты газодинамических моделей околозвездных дисков, возмущаемых массивными телами (компонентами двойных систем). Будет также разработан и протестирован алгоритм неЛТР-расчетов линии нейтрального гелия 10830 А в спектрах звезд AeVe Хербига.</p>
5.3	Кинематика сверхтонкой структуры активных областей астрофизических объектов	ИКИ	проф. Л.И.Матвеевко	<p>1. Построение карт указанных объектов в поляризованном излучении с разрешениями от 200 до 10 микросекунд дуги (около 70 эпох) в случае объекта ЗС 454.3 и от 100 до 20 микросекунд дуги (4 эпохи) в случае радиогалактик М87 и 1803+784.</p> <p>2. Определение параметров фрагментов, ориентации плоскости поляризации, меры вращения в направлении отдельных фрагментов, яркостные температуры фрагментов, даны оценки количества тепловых электронов и величины магнитного поля, определена кинематика.</p> <p>3. Проведение предварительной интерпретации данных по объектам 1803+784 и ЗС 454.3. Впервые будут определены процессы, сопровождающие активность ядер.</p>
5.4	Локальные гравитационные коллапсы при планетообразовании	ИК СО РАН	к.ф.-м.н. В.Н.Снытников	<p>1. Методами математического моделирования изучение механизмов захвата глыб (гравитационный захват, аккреция и трение) и газа крупными сгущениями в диске для разных этапов его эволюции (характеризуется отношением массы диска к массе центрального тела и параметром Тоомре) в рамках нестационарной модели тонкого гравитирующего диска.</p> <p>2. Реализация численной модели динамики массивного диска в трехмерной постановке на основе метода SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) и точного метода свертки в декартовой системе координат для уравнения Пуассона.</p> <p>3. Приготовление и характеристика образцов для лабораторных экспери-</p>

1	2	3	4	5
				ментов по столкновению и слипанию твердых тел в вязкой оболочке.
6	Направление: Переменность гамма-, рентгеновских, радио- и инфракрасных источников			
6.1	Экспериментальное исследование гамма-всплесков космологического происхождения и мягких гамма-репитеров	ФТИ	К.ф.-м.н. Р.Л.Аптекарь	<p>1. Исследования временных и спектральных характеристик космических гамма-всплесков космологического происхождения в российско-американском эксперименте КОНУС-ВИНД в рамках всеволновых наблюдений источников всплесков синхронно с американскими миссиями СВИФТ и Ферми и сетью наземных оптических и радиотелескопов.</p> <p>2. Отработка методов детального исследования временных и спектральных характеристик космических гамма-всплесков и мягких гамма-репитеров применительно к планируемым наблюдениям аппаратурой «Конус-УФ» (проект «Спектр-УФ») и «Конус-ФГ» (проект «ГАММА-400»).</p>
6.2	Нестационарные и взрывные процессы, сопровождающие рождение, жизнь и смерть черных дыр, нейтронных звезд и белых карликов в рентгеновских двойных	ИКИ	д.ф.-м.н. С.А.Гребенев	<p>1. Будет проводиться регулярный анализ поступающих общедоступных данных и данных российской квоты наблюдений обсерватории ИНТЕГРАЛ с целью отслеживания вспышек транзиентных рентгеновских источников в Галактике и выявления ранее неизвестных источников.</p> <p>2. По данным обсерваторий ИНТЕГРАЛ и SWIFT будет выполнен более глубокий анализ (обзор) короткоживущих (с временем жизни несколько часов) рентгеновских источников в системах с массивными ОБ-спутниками (так называемых «быстрых транзиентов») с целью уточнения механизма их вспышек и его моделирования.</p> <p>3. По данным обсерваторий ИНТЕГРАЛ, SWIFT, MAXI и телескопа RXT-150 будет проводиться мониторинг долговременной (дни и месяцы) переменности рентгеновских двойных, и прежде всего — рентгеновских новых, с целью исследования их переходов между разными спектральными состояниями и зависимости этих переходов от темпа аккреции и других возможных параметров. Будут построены широкополосные спектры рентгеновских новых, в разных состояниях, выполнено моделирование наблюдаемых спектров излучения.</p> <p>4. Будет выполнен поиск ранее неизвестных барстеров с низким уровнем постоянного излучения в данных обсерватории ИНТЕГРАЛ, составлен полный каталог зарегистрированных обсерваторией рентгеновских</p>

1	2	3	4	5
				<p>всплесков, связанных с термоядерными взрывами на поверхности нейтронных звезд. Будет проведен статистический анализ частоты всплесков в разных источниках и морфологический анализ их профилей, выполнено теоретическое моделирование профилей всплесков, образующихся при термоядерном взрыве, и их сравнение с наблюдениями.</p> <p>5. По данным обсерватории ИНТЕГРАЛ будут построены спектры жесткого рентгеновского и гамма-излучения нескольких близких молодых остатков сверхновых (и спектры возможной вновь вспыхнувшей сверхновой) с целью поиска и исследования линий излучения прямого вылета или комптонизированного непрерывного излучения, связанного с распадом в разлетающейся оболочке радиоактивных изотопов, синтезированных при взрыве: Ti-44, Na-22, Fe-55, Co-60, Co-56, Ni-56, Co-57. Будут выполнены оценки содержания этих изотопов: проведено сравнение с результатами численного моделирования процесса взрывного нуклеосинтеза при разных предположениях о механизмах взрыва данных сверхновых.</p>
6.3	Поиск и исследование внутрисуточной переменности внегалактических радиоисточников.	ИПА	проф. А.В.Ипатов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение радиометрических наблюдений внегалактических радиоисточников с внутрисуточной переменностью на радиотелескопах РТ-32 в обсерваториях ИПА РАН «Зеленчукская» и «Бадары».</li> <li>2. Обработка наблюдений и формирование статистики индекса модуляции потока источников как функции галактической широты.</li> <li>3. Исследование возможности построения изображений внегалактических радиоисточников с внутрисуточной переменностью по РСДБ-наблюдениям этих источников на обсерваториях комплекса «Квazar-КВО».</li> </ol>
6.4	Исследование переменной радиоизлучения активных ядер галактик	ИПА	к.ф.-м.н. М.А.Харинов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение и обработка радиометрических наблюдений активных ядер галактик на радиотелескопах РТ-32 в обсерваториях «Зеленчукская» и «Бадары» комплекса «Квazar-КВО».</li> <li>2. Определение характера и физического механизма переменности, различия между радио-яркими и радио-спокойными активными ядрами.</li> <li>3. Исследование характера переменности радиоизлучения активных ядер галактик.</li> </ol>

1	2	3	4	5
6.5	Изучение характера переменности источников высоких энергий на основе регулярных фотометрических и спектральных наблюдений в оптическом и ИК-диапазонах	ГАО	к.ф.-м.н. А.А.Архаров	Проведение интенсивных наблюдений на телескопах АЗТ-24, АЗТ-8 и LX200 в оптическом и ИК диапазонах в режиме постоянного фотометрического (для некоторых объектов и спектрального) мониторинга, в том числе в рамках согласованных кампаний, приуроченных к сеансам космических телескопов.
6.6	Поиск радиопослесвечения космических гамма-всплесков и сверхновых	ИПА	к.ф.-м.н. Харин М. А.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение радиометрических наблюдений космических гамма-всплесков и их возможных источников – сверхновых на радиотелескопах обсерваторий «Зеленчукская» и «Бадары».</li> <li>2. Проведение длительных наблюдений космических гамма-всплесков с обнаруженным послесвечением в радиодиапазоне.</li> <li>3. Обработка радиометрических наблюдений космических гамма-всплесков и сверхновых.</li> <li>4. Анализ переменности радиоизлучения исследуемых объектов.</li> </ol>
7	Направление: Активные процессы в галактиках; переходные и взрывные явления и структура нашей Галактики			
7.1	Физические процессы в ядрах активных галактик, центральных областях нормальных галактик и в скоплениях галактик	ИКИ	акад. Р.А.Сюняев	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расширение выборки скоплений галактик, используемая для последующих высокоточных измерений функции масс скоплений.</li> <li>2. Расширение выборки близких AGN из обзоров неба, выполненных спутниками ИНТЕГРАЛ и SWIFT, более точно измерена зависимость доли поглощенных AGN от их светимости, определены физические свойства газопылевых торов AGN.</li> <li>3. Исследование эволюции AGN, уточнение истории роста сверхмассивных черных дыр во Вселенной.</li> <li>4. Анализ сверхмассивной черной дыры в ядре нашей Галактики и ее эволюции.</li> </ol>
7.2	Исследование проявления активности галактик на различ-	САО	д.ф.-м.н. В.Л.Афанасьев	1. Спектрополяриметрический мониторинг 4х AGN на 6-м телескопе 2.1- м телескопе Кананео (Мексика), интерпретация наблюдений переменности AGN за 2008-2014 гг.

1	2	3	4	5
	ных пространственных и временных масштабах			<p>2. Определение масс черных дыр выборки AGN с экваториальным рассеянием на газовой-пылевой торе по наблюдаемой зависимости «скорость-угол полосности поляризации» в линии H<math>\alpha</math>.</p> <p>3. Построение поля скоростей в линиях [OIII] и H<math>\alpha</math> в области ENLR с ИФП и исследование динамики и химического состава звезд диска и балджа у некоторых активных галактиках.</p> <p>4. Модернизация блока IFU спектрографа SCORPIO-2 и проведение пробных наблюдений дисков галактик в диапазоне 1.5-2.5 мкм с новым ИК-спектрофотометром БТФ.</p>
7.3	Вспышечные процессы в активных галактических ядрах (АГЯ) в радио - и гамма - диапазонах	ГАО	д.ф.-м.н. А.Т.Байкова	<p>Измерение временной задержки излучения между радио- и гамма-диапазонами на основе кросс-корреляции четырехлетних рядов наблюдений источников на частоте 15 ГГц на системе апертурного синтеза VLBA и в диапазоне энергий 0.1-100 ГэВ на гамма-телескопе Fermi-LAT.</p> <p>2. С помощью анализа поперечных сечений струй, а также информации о видимых скоростях – проведение статистических исследований видимых и истинных углов раскрытия релятивистских выбросов на парсековых масштабах, а также зависимости этих параметров от лоренц-фактора, спектрального класса (квазары и объекты типа BL Lacertae) и гамма-яркости наблюдаемых источников. Получение с помощью моделирования методом Монте-Карло распределения доплер-фактора и угла к лучу зрения. Анализ формы выбросов по измерениям поперечных размеров струй вдоль хребтовой линии, а также изучение связи между степенью коллимации и наличием ускоренного движения плазмы.</p> <p>3. Доведение нового метода восстановления изображений только по амплитуде функции видности, предложенного ранее, до рабочего алгоритма, эффективно подавляющего шум в данных (в том числе, ошибки калибровки), его программная реализация и применение для картографирования активных галактических ядер по VLBA-данным. Метод основан на минимизации функционала энтропии и включает в себя в качестве искомых параметров также фазовую составляющую спектра изображения.</p>
7.4	Свойства радиоизлу-	САО	д.ф.-м.н.	1. Наблюдения на РАТАН-600: 4 цикла в год по текущим наблюдательным

1	2	3	4	5
	чения активных ядер галактик и связь с излучением в других диапазонах		М.Г.Мингалиев	заявкам на комплексе вторичного зеркала №1 (1.38, 2.7, 3.9, 6.2 см) и 2 долговременных цикла в год на комплексе ЭРИДАН (1.38, 2.7 и 6.2 см). 2. Обработка материала, работа с литературой по сбору данных в других диапазонах Выявление возможного спектрального отличия (радиодиапазон) различных подклассов активных ядер галактик, связанного с морфологическими особенностями групп объектов; 3. Размещение наблюдательных данных для публичного доступа на страницу обсерватории. Разработка инструментов интерактивного расчета характеристик спектров и параметров переменности
7.5	Спектральные и фотометрические исследования нестационарных внегалактических объектов и звезд Галактики	CAO	к.ф.-м.н. В.В.Власюк	1. Проведение совместных наблюдений в оптическом и радиодиапазоне активных ядер галактик с целью обнаружения быстрой (IDV) переменности потока излучения и установления корреляции вариаций потока от источников в указанных ниже диапазонах длин волн. Предполагается провести синхронные наблюдения выборки из 10 объектов на 1-метровом рефлекторе Цейсс-1000 с штатным ПЗС-фотометром в основном в R-фильтре и на 22-метровом радиотелескопе НИИ КрАО (Украина) на частотах 22 и 36 ГГц. По результатам наблюдений и их обработки, провести совместный анализ данных, полученных в оптическом и радиодиапазонах. 2. По результатам фотометрических и спектральных наблюдений, полученных на 1-м и 6-м телескопах CAO, исследования предкатаклизмических переменных звезд PN G068.1+11.1 и G054.2+03.4. Исследование эффектов лучистого взаимодействия компонент тесных двойных систем и определение их фундаментальных параметров. 3. Картирование с помощью методики доплеровской томографии областей формирования эмиссионных линий водорода и ионизованного гелия в новых полярах BS Tri, USNO-B1.0 1340-00183028 и CSS130604:215427+155714. Исследование структуры аккреции. 4. Оценка на основе моделирования гармоник циклотронного излучения в оптических спектрах новых полярных BS Tri и USNO-B1.0 1340-00183028 величины магнитных полей сильно заманиченных белых карликов, которые они содержат.



1	2	3	4	5
				5. Совместный анализ фотометрических спектральных и поляриметрических результатов наблюдений новых полярных USNO-B1.0 1340-00183028 и CSS130604:215427+155714, полученных на телескопе БТА. Определение фундаментальных параметров данных систем и исследование особенностей процесса аккреции в катаклизмических переменных звездах на сильнозаманенный белый карлик.
7.6	Оптическое отождествление и классификация объектов, найденных в рентгеновских обзорах	САО	к.ф.-м.н. С.Н.Додонов	<p>1. Завершение модернизации 1-м телескопа Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории (БАО). Установка в фокусе телескопа CCD-детектора (4k x 4k Apogee 16M CCD с жидкостным охлаждением, RON ~ 11.1 e) с элементом разрешения порядка 0.89 arcsec и полем зрения около 1 кв. град. и проведение пробных наблюдений. Отработка методики наблюдений и калибровки получаемых данных. Подготовка математического обеспечения архивизации наблюдательных данных. Адаптация математического обеспечения редукции наблюдательных данных под конкретные наблюдательные задачи.</p> <p>2. Уточнение программы наблюдений, с учетом открытых баз данных рентгеновских, ультрафиолетовых, оптических, инфракрасных и радио обзоров.</p> <p>3. Получение наблюдательных данных и их анализ. Создание выборки активных ядер галактик из 2000 – 3000 объектов. Оценка качества методики отождествления и измерения красных смещений активных ядер галактик по результатам наблюдений в среднеполосных фильтрах с помощью спектральных наблюдений на 2.6-м телескопе БАО и 6-м телескопе САО РАН.</p>
7.7	Изучение спиральной структуры Галактики по объектам в областях активного звездообразования	ГАО	д.ф.-м.н. В.В.Бобылев	<p>1. Определение параметров галактического вращения, параметров галактической спиральной волны плотности, а также уточнение значения галактоцентрического расстояния Солнца.</p> <p>2. По выборке мазеров с измеренными тригонометрическими параллаксами планируется изучение их <math>W</math>-скоростей, те скоростей, направленных перпендикулярно к галактической плоскости;</p> <p>3. Планируется для анализа движения планет на орбитах с высоким эксцентриситетом применять кеплеровы периодограммы, которые существенно более эффективны по сравнению с периодограммами Ломба–Скаргла</p>

1	2	3	4	5
				даже в случае мультичастотных периодограмм. 4. Анализ гиперскоростных звезд, вылетающих из галактического центра со скоростями, превышающими скорость отрыва от гравитационного поля Галактики
7.8	Спектральные и пространственные исследования газопылевых конденсаций межзвездной среды на наземных радиотелескопах и сетях.	АКЦ	д.ф.-м.н. И.Е.Вальтц	1. Выполнение тщательного анализа методов определения параметров газа по наблюдениям линий метанола и поиск возможностей избежания ошибок при интерпретации наблюдений метанола. 2. Исследование взаимосвязи вспышечной активности гидроксильных мазеров в источнике W75N с величиной магнитного поля. 3. Проведение статистического анализа параметров метанольных мазеров I класса и гидроксила на ранней эволюционной стадии развития газопылевых конденсаций межзвездной среды.
7.9	Феноменологическая модель излучения релятивистских ударных волн.	ИПФ	чл.-корр. РАН Вл.В.Кочаровский	Планируется вычислить спектр синхротронного излучения релятивистской ударной волны для различных режимов спадания магнитного поля за фронтом, в частности вычислить дифференциальные спектральные индексы в области частот ниже и выше максимума в спектре.
8	Направление: Космологические аспекты			
8.1	Исследование процессов в ранней Вселенной	АКЦ ФИАН	проф. В.Н.Лукаш	1. Анализируя квантованные решения уравнения Уилера-де Витта для модели Вселенной с положительной кривизной, несколькими безмассовыми скалярными полями и Лямбда-членом, будет исследовано, каким образом возникает квазиклассическая волновая функция Вселенной. В качестве начального условия будет использовано естественно возникающее вакуумное состояние. 2. Будет завершено исследование по обобщению решения проблемы энергии в теории тяготения Эйнштейна на случай пространств Римана-Картана с помощью новой концепции калибрующих и локально сохраняющихся тетрадных токов. 3. Будет исследовано несколько моделей скалярного поля (квинтэссенции) как модели скрытой энергии и будут выявлены их наблюдательные предсказания.
8.2	Межзвездные моле-	ФТИ	акад.	1. Участие в программах наблюдений на 8-метровом телескопе VLT/ESO.

1	2	3	4	5
	кулярные облака на космологических красных смещениях		Д.А.Варшалович	<p>Выполнение первичной редукции спектров и анализа полученных результатов. Получение и обработка спектров новых квазаров. Исследование физических условий и химического состава абсорбционных систем в спектрах этих квазаров.</p> <p>2. Детальное исследование влияния распадов частиц темной материи (с доминированием адронных каналов) на возможное изменение барион-фотонного отношения в различные космологические эпохи. Получение зависимости концентрации барионов от космологического красного смещения для различных времен жизни частиц темной материи.</p>
8.3	Исследование процесса перехода Вселенной к стадии доминирования темной энергии и обратно	ИТФ	акад. А.А.Старобинский	<p>1. Получение новых ограничений на зависимость плотности энергии современной темной энергии во Вселенной от времени (красного смещения) из новых наблюдательных данных по сверхновым Ia типа, обилию скоплений галактик, барионным осцилляциям и другим тестам.</p> <p>2. Исследования возможности описания переходного процесса эволюции Вселенной к стадии доминирования темной энергии на базе модифицированной теории гравитации (скалярно-тензорной и <math>f(R)</math>-гравитации и их обобщений) и совместимости этих теорий с инфляционной стадией в ранней Вселенной, в том числе также основанной на модифицированной гравитации.</p> <p>3. Построение новых моделей распада современной темной энергии как на темную, так и на видимую материю, и проверка их по наблюдательным данным.</p> <p>4. Исследование распада первичной темной энергии в модифицированной гравитации.</p>

\* Расшифровка сокращенных обозначений организаций–исполнителей:

АКЦ ФИАН – Астрокосмический центр Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н.Лебедева Российской академии наук

ГАО – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук

- ИКИ – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук
- ИК СО РАН – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К.Борескова Сибирского отделения Российской академии наук
- ИНАСАН – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт астрономии Российской академии наук
- ИПА – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной астрономии Российской академии наук
- ИПМ – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша Российской академии наук
- ИПФ – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной физики Российской академии наук
- ИСЗФ СО РАН – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук
- ИТФ – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической физики им. Л.Д.Ландау Российской академии наук
- НИИЯФ МГУ – Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В.Скобельцына Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова»
- САО Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
- ФТИ – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе Российской академии наук

Координатор подпрограммы «Переходные и взрывные процессы в астрофизике»  
Программы фундаментальных исследований Президиума РАН П-7  
чл.-корр. РАН

Б.М.Шустов