

Структура Программы 22 Президиума РАН
«Фундаментальные проблемы исследований и освоения Солнечной системы»
2013 г.

№ п/п	Проекты	Направления исследований	Руководитель, организации, участвующие в проекте	Ожидаемые результаты
1.	ФОРМИРОВАНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	<p>Происхождение и ранняя эволюция Солнечной системы, модельная реконструкция.</p> <p>Межзвёздные газопылевые молекулярные облака, космохимия и астрокатализ, проблемы нуклеосинтеза и термального метаморфизма.</p> <p>Ключевые проблемы исследований внеземного вещества.</p> <p>Проблемы аккреции, дифференциации и эволюции космических тел.</p> <p>Изучение проблемы происхождения ультрарефракторных минералов в протосолнечной туманности и фракционирования элементов, геохронология.</p> <p>Лабораторные изучения метеоритов.</p> <p>Космогонические проблемы исследований ГКЛ.</p> <p>Устойчивость планетных систем, динамика хаотических орбит и захвата в резонансы.</p> <p>Эволюция орбитальной, вращательной и столкновительной динамики планетезималей.</p> <p>Сравнительная космогония,</p>	<p>Руководитель М.Я. Маров</p> <p>ГАО РАН ГЕОХИ РАН ИКИ РАН ИНАСАН ИПА РАН ИПМ РАН ФИАН</p>	<p>Создание математических моделей структуры и эволюции газопылевых аккреционных турбулентных дисков, образования пылевых сгущений и первичных твёрдых тел. Эволюция орбитальной, вращательной и столкновительной динамики планетезималей. Исследование динамической и космогонической эволюции Солнечной и экзопланетных систем. Торможение, разрушение и захват гиперзвуковых болидов аккреционными дисками планет гигантов. Свойства планет. Происхождение и ранняя эволюция Солнечной системы, модельная реконструкция. Физика океанических планет (планетанов). Свойства объектов типа Плутино. Исследование и поиск внесолнечных планет. Исследование процессов взаимодействия атмосферы экзопланеты со звездным ветром. Формирование и динамика систем экзопланет. Космогонические проблемы исследований галактических космических лучей. Образование сложных химических соединений в астрохимии. Исследования полярных районов вечной мерзлоты Луны на основе данных измерений прибора ЛЕНД. Исследования распространенности воды и сезонных изменений Марса приборами ХЕНД на борту КА Марс Одиссей и ДАН на борту Марсианской научной лаборатории. Ключевые проблемы исследования внеземного вещества. Проблемы аккреции, дифференциации и эволюции космических тел. Изучение проблемы происхождения ультрарефракторных минералов</p>

		экзопланеты.		в протосолнечной туманности и фракционирования элементов. Лабораторное изучение метеоритов, геохронология. Построение долгосрочной теории движения Луны. Исследование столкновительных взаимодействий пылевых кластеров и первичных твердых тел и их роль в ранней эволюции протопланетного диска
2.	СОЛНЦЕ и ГЕЛИОСФЕРА	<p>Формирование, строение и эволюция Солнца. Солнечная активность</p> <p>Гелиопауза, звёздный ветер и магнитные поля.</p> <p>Проблема формирования солнечного ветра.</p> <p>Исследование процессов взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой на границе гелиосферы.</p> <p>Исследование взаимодействия солнечного ветра с планетами и малыми телами Солнечной системы, атмосферно-плазменные взаимодействия.</p> <p>Роль малых ионных составляющих, нейтральной и пылевой компонент в динамике гелиосферы.</p> <p>Лабораторные методы исследований космической плазмы</p>	<p>Руководители: А.В. Степанов, Ю.И. Ермолаев</p> <p>АКЦ РАН ГАО РАН ИЗМИРАН ИКИ РАН ИНАСАН ИПМех РАН ИПФ РАН ОИВТ РАН ПРАО АКЦ ФИАН СПбФ ИЗМИРАН ФИАН ФТИ РАН</p>	<p>Исследование ускорения заряженных частиц при взаимодействии электромагнитных волн с плазмой на границе гелиосферы. Исследование турбулентности солнечного ветра и магнитослоя с рекордно высоким временным разрешением</p> <p>Взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой Земли. Исследование крупномасштабных типов солнечного ветра и их роли в переносе возмущений от Солнца к магнитосфере Земли. Изучение физических процессов, происходящих в околоземном космическом пространстве. Солнечная генерация и модуляция космических лучей по наземным наблюдениям. Численное и аналитическое решение задачи о взаимодействии солнечных магнитогидродинамических (МГД) быстрых ударных волн со структурами с постоянным давлением, типичными для солнечного ветра, и с магнитосферой Земли, приводящем к распаду произвольного разрыва. Механизм ускорения солнечного ветра; физическая природа турбулентности солнечного ветра. Закономерности формирования и ускорения солнечного ветра по данным его радиозондирования сигналами заходящих за солнце космических аппаратов. Газодинамические модели физических явлений, встречающихся в солнечной системе. Проект направлен на решение фундаментальной проблемы взаимодействия Солнца и межпланетной среды с окружающей их межзвездной средой и телами солнечной системы. Исследование физических процессов на границе гелиосферы - области взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой - посредством теоретического анализа взаимодополняющих экспериментальных данных</p> <p>Долговременные вариации потоков солнечного</p>

			<p>корпускулярного излучения. Исследование устойчивости циклического режима солнечной активности на временной шкале до сотен миллионов лет. Исследование воздействия космических лучей, солнечной активности и солнечного ветра на нижнюю атмосферу Земли. Изучение динамики плазмы, волновых процессов и неустойчивостей в бесстолкновительной замагниченной плазме солнечной короны и солнечного ветра с учетом эффектов анизотропии температуры. Связь вариации крупномасштабных магнитных полей на Солнце и долговременных вариаций солнечной активности. Природа эруптивных явлений на Солнце и их влияние на космическую погоду. Выделение эволюционных дескрипторов солнечных эруптивных событий на разных уровнях атмосферы Солнца и оценка их предсказательной эффективности. Влияние крупномасштабного магнитного поля на формирование короны и солнечного ветра. Исследования структуры и динамики магнитных полей на Солнце, моделирование активных солнечных образований. Многоволновая диагностика солнечных источников возмущений в гелиосфере: вспышки, ускоренные частицы. Формирование предвспышечного состояния активных областей по данным спектрально-поляризационных радионаблюдений. Механизмы формирования и источники энергии солнечных вспышек малых энергий. Исследование механизма накопления энергии для солнечной вспышки – МГД моделирование для реальных активных областей и анализ наблюдательных данных. Получение временных, энергетических и угловых зависимостей функции распределения ускоренных электронов на основе экспериментального и теоретического изучения генерации жесткого рентгеновского излучения на разных стадиях развития вспышки. Нагрев плазмы, ускорение частиц и генерация электромагнитного излучения в солнечной атмосфере. Исследование процесса ускорения электронов, генерирующих жесткое рентгеновское и микроволновое</p>
--	--	--	--

				излучение без эффективного нагрева плазмы в длительных солнечных вспышках. Построение уточненной модели Солнца на основе последних достижений в описании свойств слабонеидеальной плазмы и процессов в ней. Длительные изменения физических характеристик солнечных пятен
3.	ЛУНА И ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ, СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПЛАНЕТОЛОГИЯ	Геология и геохимия. Формирование поверхности и структуры Луны и планет. Внутреннее строение Луны и планет, сейсмическая активность. Процессы кратерообразования Проблема содержания летучих и воды в породах Луны и планет. Магнетизм планет. Проблемы освоения и использования ресурсов Луны.	Руководители Базилевский А.Т., Иванов Б.А ГЕОХИ РАН ИЗМИРАН ИКИ РАН ФИРЭ РАН	Геохимико-геофизические модели состава, внутреннего строения и химической дифференциации Луны. Изучение пространственной картины сезонного накопления льда воды в поверхностном грунте Марса и выяснение его абсолютного содержания при современных климатических условиях планеты. Анализ смены вулканических режимов Венеры как ключа к пониманию геологической эволюции этой планеты. Анализ ресурсов воды на Луне перспективных для использования при освоении этого небесного тела. радиолокационное зондирование поверхностных и подповерхностных структур грунта Лун и планет. Развитие систем и методов двухпозиционного зондирования атмосфер, поверхностей, грунта Венеры, планет и их спутников, с помощью бортовых и наземных радиосредств, а также мощных источников километрового и дециметрового радиоизлучения (Солнце, Земля, Юпитер, Сатурн и др.) Магнетизм, перенос и эволюция системы ядро-мантия в планетах земной группы и Луны
4	ПЛАНЕТЫ ГИГАНТЫ,-ИХ СПУТНИКИ И КОЛЬЦА	Внутреннее строение и свойства планет-гигантов. Динамика систем спутников и колец, роль приливных взаимодействий. Динамика, строение, химический и изотопный состав атмосфер планет-гигантов и их спутников, формирование и эволюция. Магнитосферы и их взаимодействие со спутниками.	Руководители О.Л. Кусков, Ю.М. Торгашин, П.А. Беспалов ГАО РАН ГЕОХИ РАН ИКИ РАН	Построение численных теорий движения основных спутников систем планет – гигантов и их использование для уточнения эфемерид Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна. Внутреннее строение и химическая дифференциация Титана. Исследование структуры токовых слоев, динамики частиц и процессов ускорения в магнитосферах планет гигантов (Юпитер, Сатурн). Исследование электродинамических процессов в электродинамической цепи, существующей между ионосферами планет-гигантов и их спутниками, и проявлений этих процессов в ускорении

		Спутники планет-гигантов: внутреннее строение, вулканическая активность, океаны, поверхность.	ИПА РАН ИПФ РАН	частиц и генерации декаметрового, километрового и ультрафиолетового излучений, наблюдающихся от этих планет и их спутников. Особенности распределения концентрации фоновой плазмы в магнитосферах планет-гигантов и крупномасштабные токовые системы, обусловленные нетвердотельным вращением магнитосферы. Позиционные наблюдения спутников планет и исследование их динамики с целью уточнения теорий движения. Образование атмосфер спутников Сатурна Титана и Энцелада
5.	АТМОСФЕРЫ И КЛИМАТ ПЛАНЕТ	Формирование и эволюция планетных атмосфер. Химический и изотопный состав. Тепловой режим, динамика и климат. Атмосферные аэрозоли. Взаимодействие атмосферы и литосферы. Верхние атмосферы планет.	Руководители О.И. Кораблев, В.И. Шематович ГИ КНЦ РАН ИКИ РАН ИНАСАН ИПФ РАН ИФА РАН ПГИ КНЦ РАН ФИРЭ РАН ФТИ РАН	Исследование водяного и пылевого циклов Марса по данным наблюдений Марс-Экспресс. Исследование структуры, состава и динамики атмосферы Венеры по данным спектрометрии на КА «Венера-Экспресс»: (1) изучение трехмерных полей температуры и плотности облаков; (2) картирование и мониторинг нетеплового излучения кислорода и других эмиссий в верхней мезосфере; (3) измерение содержания малых газовых составляющих; (4) восстановление трехмерных полей скорости ветра путем трассировки деталей облаков, малых составляющих атмосферы на различных высотах и нетепловых эмиссий. Исследование распределения малых составляющих мезосферы Венеры. Разработка упрощенной мезомасштабной модели атмосферных течений в нижней тропосфере Марса. «Марс-пыль». Проект направлен на исследование фундаментальной проблемы генерации квазистатического электрического поля в атмосферах планет Солнечной системы (электрического динамо) и выявление связи электрических явлений с особенностями радиационного режима, общей циркуляции и гидрологического цикла планет. Электрическое динамо в атмосферах планет Солнечной системы. Исследование процессов выноса пустынного аэрозоля с поверхности Марса и дальнейшего его транспорта в марсианской атмосфере. Теоретическое моделирование индуцированных и континуальных спектров молекулярных пар и ван-дер-

				<p>ваальсовской ассоциации молекул в атмосфере. Исследование роли динамических и радиационных процессов в формировании общей циркуляции атмосфер Венеры и Титана. Сравнительный анализ горячих корон планет земной группы. Идентификация и исследование волновых процессов в атмосферах планет земной группы по радиозатменным данным: (1). Воздействие на состав атмосфер и климат мощных солнечных вспышек с учетом вклада всех составляющих СКЛ (протоны, тяжелые ионы, электроны) и ионизирующего излучения. Моделирование будет проводиться для различных величин магнитного поля Земли в соответствии с имеющимися данными по его вариациям в прошлом и эволюции плотности атмосферы Марса на шкале от 10^5 до 10^9 лет. (2). Атмосферные и климатические эффекты, вызванные вариациями потоков всех типов КЛ во время глобальных депрессий солнечной активности типа Маундеровского минимума и столкновений Солнечной Системы с плотными межзвездными облаками. (3). Воздействие вариаций потоков аккрецируемой космической пыли на земную атмосферу и климат. Оценки возраста атмосферы. Эволюция потоков летучих элементов из силикатных резервуаров в атмосферу и конвекции силикатной Земли, обеспечивающей эти потоки. Оценки потоков атмосферных газов в мантию Земли.</p>
6.	МАГНИТОСФЕРА	<p>Формирование и динамика магнитосферы. Бури и суббури. Процессы конверсии энергии в магнитосферах: образование и разрыв токовых слоев, ускорение частиц. Внутренняя магнитосфера: формирование и динамика радиационных поясов, роль холодной плазмы, магнитосферные циклотронные мазеры. Турбулентность и самоорганизация плазмы, мелкомасштабная структура.</p>	<p>Руководители А.А.Петрукович А.Г. Демехов</p> <p>ИЗМИРАН ИКИ РАН ИПФ РАН ИФЗ РАН ПГИ КНЦ РАН</p>	<p>Динамические волновые процессы в системе солнечный ветер-магнитосфера Земли. Особенности протонных и электронных высыпаний в периоды геомагнитных возмущений, их связь с волновыми явлениями и с вариациями полей и частиц в магнитосфере. Авроральное структурирование и турбулентные явления в магнитосферно-ионосферной плазме. Распространение волн и их резонансное взаимодействие с частицами в планетарных магнитосферах. Аналитическое описание структуры, стационарного состояния и внутренней динамики крупномасштабных магнитосфероподобных плазменных объектов в рамках кинетической теории.</p>

		Генерация и распространение излучений, роль волновых процессов в динамике магнитосферной плазмы.		Физическое моделирование околопланетных плазменных границ для решения фундаментальной проблемы взаимодействия солнечного ветра с Землей и другими планетами. Экспериментальные исследования механизмов ускорения заряженных частиц в хвосте магнитосферы Земли. Авроральное километровое излучение и его связь с процессами в магнитосфере. Низкочастотные волновые явления в околоземной среде. Геометрические эффекты взаимодействия электрических и магнитных полей солнечного ветра с магнитным полем земли в геомагнитной активности и геофизических данных. Исследования динамики сверхтепловой плазмы солнечного и ионосферного происхождения в авроральной магнитосфере, Квазистационарные структуры в хвосте магнитосферы. Теоретически исследовать влияние уровня турбулентности в ТС геомагнитного хвоста на устойчивость резонансных областей ускорения ионов. Теоретически исследовать влияние амбиполярного электрического поля в ТС хвоста на энергетический скейлинг ионных пучков, ускоренных в процессе резонансного взаимодействия с ТС. Процессы переноса энергии и импульса плазменного магнитосферного хвоста
7.	ИОНОСФЕРА	Исследование отклика ионосферы Земли на воздействие солнечного ветра на основе комплексного анализа наземных и спутниковых данных. Исследование ионосфер планет земной группы и их влияния на дистанционное зондирование поверхностных и под поверхностных структур этих планет. Исследование плазменно-электродинамических процессов взаимодействия в системе ионосфера-атмосфера.	Руководители В.Д. Кузнецов, М.И. Веригин ИЗМИРАН ИФА РАН ФИРЭ РАН	Исследование свойств ионосферы в зависимости от гелиогеофизических условий. Исследование электродинамических процессов взаимодействия в системе атмосфера-ионосфера. Экспериментальное исследование и численное моделирование динамики возмущенной ионосферы. Исследования ионосферы Земли и планет радиофизическими методами. Исследование вариаций плотности ионосферы вызванных солнечным ветром.

8.	МАЛЫЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	<p>Астероиды, кометы, метеороиды, их динамика и состав. Динамика пыли, её состав Миграционные, столкновительные и ударные процессы. Пояса малых тел: космогонические процессы, динамическая и физическая структура, связь с генезисом комет. Резонансная и столкновительная динамика малых тел, сближающихся с планетами. Исследование астероидов и кометных ядер, представляющих АКО.</p>	<p>Руководители А.В. Захаров, Л.В. Рыхлова</p> <p>ИКИ РАН ИДГ РАН ИНАСАН ИПА РАН ИПМ РАН ОИВТ РАН ФИРЭ РАН ФТИ РАН</p>	<p>Исследование процессов миграции малых тел в околоземное пространство. Исследование динамических и физических характеристик астероидов и комет, сближающихся с планетами, и решение проблем астероидно-кометной опасности. Роль гигантских ударов в ранней эволюции Луны, планет земной группы, и крупнейших астероидов. Планируется провести исследование вековых эффектов в движении астероидов методами современной теории гамильтоновых систем. Астероиды, кометы, метеороиды, их динамика и состав. Резонансная и столкновительная динамика малых тел, сближающихся с планетами. Динамика движения малых тел Солнечной системы. Пояса малых тел: космогонические процессы, динамическая и физическая структура, связь с генезисом комет. Исследование генезиса летучих соединений во внеземном веществе. Разработка и обоснование метода синтеза двумерных радиоизображений пролетающих вблизи Земли астероидов по радиолокационным эхо-сигналам. Апробация метода на материалах радиолокации астероидов "1998 WT24" , "1991 JX" и анализ возможности применения метода в экспериментах РСДБ-локации астероида "2004 XR14" и фрагментов "космического мусора". Моделирование структуры ядра Тунгусского космического тела (ТКТ). Исследование динамики пыли малых тел Солнечной системы. Создание целостной картины, характеризующей роль плазменно-пылевых процессов в системе Земля-Луна. Исследование свойств и характеристик Луны; проблемы освоения и использования ресурсов Луны. Пылевая плазма вблизи поверхности Луны. Разработка методов и приборов для регистрации пыли в различных условиях космического пространства. Пыль в Солнечной системе, её динамика, состав, свойства. Электризация и динамика заряженной пыли у поверхности космических тел, лишенных атмосферы (Луна, Меркурий, астероиды). Исследование потоков метеорного вещества через околоземное пространство и их</p>
----	------------------------------	---	---	--

				динамики. Нарушения зеркальной симметрии энантиомеров в процессе их синтеза в локальных хиральных физических полях плазменного факела метеоритного удара.
9.	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИ Й СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	Новые дистанционные и контактные методы и приборы для научных исследований. Перспективные аппараты для солнечных, гелиосферных и планетных исследований. Баллистические сценарии и необходимые характеристики новых проектов. Бортовые приборы ориентации, управления, сбора и обработки научной информации. Наземные системы обработки и распределения научной информации. Методы обнаружения биологических и палеобиологических объектов, а также их биомаркеров. Устойчивость земных биоформ в космической и инопланетной среде.	Руководители Г.К. Боровин, В.Ф. Гальченко ГЕОХИ РАН ИПФ РАН ИКИ РАН ИНАСАН ИНЦ РАН ИПМ РАН ФИАН ФИРЭ РАН ФТИ РАН М.В. Герасимов,	Глубинное зондирование грунта Луны и радиопросвечивание окололунной плазмы методом бистатической радиолокации. Антенные и зондовые методы диагностики электромагнитных излучений (генерации, распространения и регистрации шумовых и регулярных излучений) в плазме солнечного ветра, в магнитосфере и ионосфере Земли и других планет солнечной системы. Предложение новых методов диагностики параметров неравновесной космической плазмы. Разработка комплекса научной аппаратуры для измерения солнечного терагерцового излучения (баллонный и спутниковый эксперименты). Исследования методики и новых принципов построения прибора для контактных теплофизических измерений. Определение по данным температурного зондирования поверхностного грунта и его теплопроводности, глубины проникновения тепловой волны в толщу грунта и получения информации о физических свойствах пород на поверхности Луны. Исследования возможностей определения элементного и изотопного состава газосодержания проб лунного вещества по аналитическим данным хромато-масс-спектрометрических измерений в проектах "Луна Глоб" и "Луна Ресурс". Исследование зависимости преобразования нейтральных атомов в ионы и оптимизация конвертера нейтральных атомов в ионы (выбор мишени и конфигурации конвертера) для их регистрации ионным масс-спектрометром. Исследование атмосфер и летучих компонент вещества планет и малых тел методом диодно-лазерной спектроскопии. Радиофизические исследования на поверхности Луны. Создание перспективных космических аппаратов и разработка новых методов исследований астрофизических объектов. Детализация модели гравитационного поля Земли (и планет земной группы) с

				<p>использованием градиентометрии. Модифицированный метод виртуальных траекторий для проектирования межпланетных миссий. Разработка методов проектирования траекторий полетов КА с использованием гравитационных маневров для исследований Солнечной системы. Повышение энергоэффективности и радиационной стойкости бортовых солнечных батарей на основе каскадных фотопреобразователей. Разработка лунной солнечной электростанции для энергоснабжения долговременных баз на поверхности Луны. Создание высокотемпературных радиационно-стойких Карбид кремниевых детекторов для регистрации и спектрометрии высокоэнергетичных частиц и ультрафиолетового излучения. Создание программно-аппаратного комплекса архива научных космических данных. Разработка методов астробиологического поиска жизни в Солнечной системе. Устойчивость биоформ и биомаркеров в космической и инопланетной среде. Изучение экзобиологического потенциала Титана и аналогичных ледяных спутников планет – гигантов</p>
--	--	--	--	--