

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт Физики Атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФА им. А.М. Обухова РАН
В.А. Семенов
« 10 » декабря 2024 г.



ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ ИМ.А.М. ОБУХОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК НА 2025-2029 ГГ.

(Рассмотрена на заседании Ученого совета 24.12.2024 г.)

г. Москва 2024

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1	Информация о научной организации	
1.1.	Полное наименование	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук
1.2.	Сокращенное наименование	ИФА им. А.М. Обухова РАН
1.3.	Фактический (почтовый) адрес	119017, г. Москва, ул. Пыжевский переулок, дом 3, стр. 1
2.	Существующие научно-организационные особенности организации	
2.1.	Профиль организации	«Генерация знаний», «Разработка технологий», «Оказание научно-исследовательских услуг»
2.2.	Категория организации	категория 1
2.3.	Основные научные направления деятельности	Диагностика и моделирование климата, параметризация климатообразующих процессов, исследование взаимодействия облачности, аэрозоля и радиации, взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью, изучение региональных изменений климата; Мониторинг и исследование газового и аэрозольного состава атмосферы; прогноз возможных последствий изменений состава атмосферы для окружающей среды и климата Земли; Исследование динамики экологических систем и процессов в условиях меняющегося климата; Исследование атмосферной турбулентности и процессов переноса примесей в пограничном слое атмосферы, геофизическая гидродинамика; Изучение динамических и статистических характеристик вихревых и волновых движений в атмосфере, акустические и внутренние гравитационные волны; Спутниковое зондирование атмосферы; Мониторинг временных и пространственных изменений состояния верхней атмосферы.

РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

2.1. Цель Программы развития

Целью Программы развития Института является развитие научной инфраструктуры и повышение кадрового потенциала для повышения эффективности проведения исследований и решения фундаментальных и прикладных научных задач в области физики и химии атмосферы, исследований климата, взаимодействия атмосферы с природными и техногенными экосистемами и другими компонентами Земной системы, прогнозирования и предотвращения негативных для человека, национальной экономики, энергетической, продовольственной, водной и экологической безопасности Российской Федерации процессов в атмосфере и окружающей среде, защиту её интересов на международной арене, повышение престижа российской науки в мире.

2.2. Задачи Программы развития

- а) Обновление инструментальной базы Института, включая развитие геофизического полигона для проведения атмосферных измерений ГЕОПОЛИСАТ, с целью поддержанию лидирующих позиций Института в области Наук о Земле и реализации приоритетов научно-технологического развития страны;
- б) Модернизация системы наблюдения за процессами в атмосфере, разработка и развитие методов дистанционного зондирования климатически и химически активных газовых и аэрозольных примесей атмосферы и основных физических и химических параметров атмосферы для успешного ответа на современные актуальные научные вызовы;
- в) Разработка и совершенствование численных моделей атмосферы и климата для развития системы определения предсказуемости атмосферных и климатических процессов и явлений, в том числе аномальных, на разных временных и пространственных масштабах для повышения защищенности населения и национальной экономики, повышения энергетической, продовольственной, водной и экологической безопасности Российской Федерации;
- г) Развитие теоретических и экспериментальных методов исследований физических и химических процессов в пограничных слоях атмосферы и океана и свободной атмосфере с целью усовершенствования моделей прогноза погоды и климата, транспортной безопасности РФ и в интересах военно-промышленного комплекса страны.
- д) Развитие и внедрение новых методов анализа данных, характеризующих процессы в атмосфере и в целом в климатической системе;
- е) Развитие теоретической молекулярной спектроскопии атмосферных газов на основе использования современных физических методов и компьютерного моделирования;
- ж) Развитие кадрового потенциала и совершенствование системы управления Института для его дальнейшего успешного развития и эффективного решения новых научных задач в области физики атмосферы и климата;
- з) Развитие системы научной коммуникации и популяризации результатов исследований в области физики атмосферы и климата для повышения престижа науки.

Программа развития предполагает активное участие и повышение роли Института в национальных и международных программах и проектах по исследованию состава и строения атмосферы, взаимодействия атмосферы с другими составляющими земной климатической

системы, анализу и прогнозу изменений климата, мониторингу состава и состояния атмосферы, разработке методов прогноза опасных погодно-климатических и экологических явлений, оценке климатических рисков, исследованию влияния атмосферных процессов на здоровье населения, экономическую и хозяйственную деятельность.

Реализация программы развития позволит укрепить позиции института на национальном и международном уровне, эффективно участвовать в решении важных стратегических задач научно-технологического развития РФ, развивать научный и технический потенциал, успешно проводить кадровую политику.

Поставленные в программе развития задачи соответствуют стратегическим документам развития Российской Федерации:

Стратегия научно-технологического развития РФ (указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145) (вызовы г, д, з).

Климатическая доктрина Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812);

Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений» от 08.02.2021 № 76;

Федеральная научно-техническая программа в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021-2030 годы (утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 08.02.2022 № 133);

Важнейший инновационный проект государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (утвержден Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.10.2022 № 3240-р);

Указ Президента Российской Федерации от 04.11.202 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов»;

Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утверждена Правительством Российской Федерации от 29.10.2021 № 3052-р);

Национальный план мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года (утвержден Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.03.2023 № 559-р);

Национальный проект «Экологическое благополучие»;

Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы) (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р)

РАЗДЕЛ 3. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА

Комплексное исследование физико-химических процессов в атмосфере Земли и их воздействия на экосистемы, население, экономику, энергетическую, экологическую, продовольственную и водную безопасности Российской Федерации, повышение возможности качественной адаптации экосистем, населения и отраслей экономики к климатическим изменениям.

3.1. Ключевые слова

Атмосфера, климат, окружающая среда, экология, мониторинг, газовый и аэрозольный состав атмосферы, загрязнение атмосферы, климатически активные газы, антропогенное влияние, экстремальные погодные явления, метеорология, численное моделирование, прогностические методики, взаимодействие атмосферы с сушей и гидросферой.

3.2. Аннотация научно-исследовательской программы

В рамках Программы планируется совершенствование инфраструктуры Института, его инструментальной и приборной базы, развитие научно-технологического задела и кадрового потенциала. Решение задач Программы позволит достичь конкурентоспособных на мировом уровне и значимых для научно-технологического развития РФ результатов в области наук об атмосфере и климате.

Обновление исследовательской инфраструктуры будет способствовать поддержанию лидирующих позиций Института в геофизической науке, реализации приоритетов научно-технологического развития страны, а также развитию систем геофизических наблюдений. Разработка новых и совершенствование существующих технологий наземных, локальных и дистанционных наблюдений, численных и аналитических методов исследования атмосферных явлений, методов дистанционного зондирования, включая новые передовые системы измерения и использование искусственного интеллекта, обработки, интерпретации и усвоения данных, новых программных и модельных алгоритмов и технологий даст новый импульс для развития всех направлений атмосферных исследований, а также смежных дисциплин. Научные сотрудники Института и партнеры по междисциплинарным исследованиям за счет реализации Программы получают доступ к новым технологиям и методам, расширят возможности применения современных цифровых и аналитических технологий. Это позволит повысить уровень результатов и, соответственно, разрабатываемых Институтom публикаций, практических рекомендаций, экспертных заключений и аналитических материалов.

3.3. Цель и задачи научно-исследовательской программы

Задачами научно-исследовательской программы являются:

- Теоретические исследования динамики и предсказуемости климата, механизмов формирования погодно-климатических аномалий, разработка и совершенствование моделей климата, методов анализа климатических данных, оценки климатических рисков и негативных последствий изменений климата для населения и экономики России.

- Модернизация системы мониторинга концентраций основных климатически и химически активных малых газовых и аэрозольных примесей в атмосфере (от приземного слоя до уровня мезопаузы) с целью получения информации о составе атмосферы и его пространственно-временной вариативности,, определения источников и стоков и инвентаризации эмиссий в атмосферу климатически активных газов и веществ, опасных для живой природы и здоровья населения. Данные наблюдений будут использованы в численных расчетах при помощи транспортно-химических и гидродинамических моделей атмосферы, позволяющих, в частности, контролировать и прогнозировать уровни загрязнения атмосферного воздуха, прогнозировать возникновение экстремальных экологических ситуаций, определять вклад регионального и дальнего переноса в состав атмосферного воздуха и вырабатывать рекомендации по улучшению качества окружающей среды.

- Исследование пространственно-временной изменчивости характеристик слоев атмосферы с учетом литосферных (дегазация и вулканизм, неоднородности гравитационного поля Земли) и космических (солнечная активность, галактические космические лучи, лунные и солнечные приливы) и антропогенных влияний, включая долговременные тренды.

- Исследование физических и химических процессов в атмосфере, приводящих к образованию экстремальных экологических ситуаций и климатических изменений; разработка численных моделей прогнозирования угрозы неблагоприятных изменений состояния воздушной среды. Разработка методов снижения их негативного воздействия на окружающую среду и климат и адаптации экосистем, населения и отраслей экономики к климатическим изменениям.

- Исследования турбулентности, волновых и вихревых структур, пространственно-временных вариаций аэрозольного и газового состава атмосферы, молекулярных спектров атмосферных газов, атмосферного электричества, распространения звуковых волн, апробация новых оригинальных методик измерения спиральности и завихренности, систем акустического зондирования атмосферы с повышенным пространственно-временным разрешением.

- Разработка теоретических основ современной системы комплексного мониторинга структуры и пространственно – временных вариаций состояния атмосферы на различных высотных уровнях с использованием интегрированных дистанционных методов и новейших технологий зондирования, включая спутниковое зондирование, а также результатов математического моделирования для последующих прогнозных оценок состояния атмосферы и её климатических изменений на различных высотных уровнях.

- Экспериментальные и теоретические исследования процессов взаимодействия атмосферы и гидросферы, в том числе в полярных районах и прибрежных зонах; разработка параметризаций для региональных и климатических моделей, мезомасштабное моделирование опасных ветровых циркуляций в прибрежных зонах, включая потоки парниковых газов, разработка новых параметризаций для моделей ветрового волнения.

3.4. Уровень научных исследований по теме научно-исследовательской программы в мире и Российской Федерации

Изменения состава атмосферы, связанные с увеличением антропогенного воздействия и ростом содержания парниковых газов и химически активных загрязняющих атмосферных

примесей, приводят к глобальным и региональным изменениям климата, качества воздуха и всей среды обитания.

По данным инструментальных наблюдений за последние 150 лет отмечается рост глобальной приповерхностной температуры атмосферы. Средние темпы ее роста в течение 1976–2020 гг. составили $0.18\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. Регионально и по отдельным сезонам потепление может быть ещё более значительным. Так, в среднем по России для периода с 1976 по 2023 гг. коэффициент линейного тренда приповерхностной температуры составил $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$.

Существенные изменения отмечаются не только для температуры, но и для других климатических характеристик, напрямую влияющих на состояние экосистем. В частности, отмечаются статистически значимые изменения частоты выпадения экстремально сильных ливневых осадков, рост числа опасных конвективных явлений, природных пожаров, изменение влагосодержания почвы. Для России особенно важными представляются тенденции уменьшения увлажнения в основных регионах сельскохозяйственного производства на юге Европейской части и запада Сибири, а также общий рост осадков в северной части страны. Существенные изменения происходят в полярных регионах, в частности, резко сокращается площадь морского льда в Арктике, наблюдается деградация многолетнемерзлых пород. Изменение состава атмосферы имеет многочисленные последствия, из которых наиболее важными являются изменения качества воздуха и увеличение числа опасных погодных явлений. Оба этих фактора оказывают прямое влияние на качество жизни населения планеты и определяют актуальность данной проблемы. Современные климатические изменения в первую очередь вызваны повышением концентрации так называемых парниковых газов, задерживающих солнечную радиацию и нагревающих атмосферу. За последние десятилетия сильно возрос вклад в климатический форсинг так называемых короткоживущих климатически значимых атмосферных примесей (метан, сажевый углерод, озон, монооксид углерода, оксиды азота), изучение распределения и распространения которых в нижней тропосфере представляет значительный научный и практический интерес. Исследование радиационных процессов с участием парниковых газов представляет интерес для дистанционного зондирования планетных атмосфер и моделирования климата Земли, планет Солнечной системы и экзопланет на разных стадиях их геологической истории.

Новейшие исследования свидетельствуют о нестабильности глобальной фотохимической системы. В последние десятилетия заметно изменились интенсивность антропогенных эмиссий примесей в атмосферу, процессы их переноса и химической трансформации, причем эти изменения, очевидно, связаны напрямую с глобальными климатическими изменениями и могут по-разному проявляться в разные сезоны и в разных регионах. На фоне происходящих климатических изменений изменяются и природные эмиссии многих важных парниковых газов; эти процессы в сочетании с влиянием антропогенных эмиссий приводят к изменению соотношения источники/стоки и времени жизни атмосферных примесей и, таким образом, к изменениям во всей фотохимической атмосферной системе.

Важной проблемой современной климатологии является влияние крупных городов и, в частности, мегаполисов, на климат и состав воздуха. Учеными ИФА РАН разработан метод оценки интегральных эмиссий климатически значимых примесей от городов с использованием базы данных измерений стационарных пунктов и передвижной лаборатории, который позволил существенно повысить достоверность таких оценок. В число контролируемых веществ должны быть включены не только те химические соединения, которые оказывают прямое

неблагоприятное воздействие на человека и окружающую среду, но и те соединения, которые участвуют в образовании вторичных загрязнителей, часто более опасных, чем первичные.

Полученные оценки эмиссий климатически значимых примесей и пространственные структуры распределения примесей, термодинамических и радиационных параметров атмосферы делают возможным существенно улучшить адаптацию численных радиационных и транспортно-фотохимических моделей к условиям России. Применение таких моделей к анализу и интерпретации собранной уникальной по объему и качеству информации о составе атмосферы позволяет решить ряд новых задач, связанных с влиянием на состояние атмосферы лесных пожаров, трансграничных потоков загрязнений, городских выбросов, вулканических извержений. На основе данных мониторинга (наземные и спутниковые наблюдения) и прямого и обратного моделирования могут быть достаточно точно описаны источники, сезонная и межгодовая динамика полей приземных концентраций климатически значимых атмосферных примесей.

За последние десятилетия все чаще отмечаются климатические изменения во многих регионах Земли. В настоящее время очевидно, что без учета реальных характеристик взаимодействия атмосферы и земной (океанской) поверхности, невозможно успешное развитие как моделирования атмосферной циркуляции, так и создаваемых на его основе методов долгосрочного и краткосрочного прогноза погоды и климата. Поэтому исследование волновых и обменных процессов в атмосфере становится все более необходимым для понимания природы климатических и погодных явлений на нашей планете и дальнейшего развития наук гидрологии, метеорологии и океанологии. Недостаточное знание структуры приземного (приводного) слоя атмосферы и обмена его количеством движения, теплом и влагой с волнующейся водной поверхностью и поверхностями суши сложной структуры при различных стратификациях атмосферы является в настоящее время основным препятствием для правильного функционирования оперативных, глобальных и региональных моделей прогноза погоды и экспертных моделей для климата и его изменений. Все это подтверждает необходимость проведения комплексных экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности.

3.5. Основные ожидаемые результаты по итогам реализации научно-исследовательской программы и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)

1. На площадках геофизического полигона для проведения атмосферных измерений ГЕОПОЛИСАТ, а также полевых и стационарных объектах Центральной и Южной России, Северной и Центральной Сибири, над акваториями арктических и дальневосточных морей, а также в прибрежной зоне Черного и Балтийского моря будут проведены измерения состава, структуры и динамики атмосферы. Все измерения характеристик газового и аэрозольного состава атмосферы, атмосферной турбулентности и динамики атмосферы будут проведены по утвержденным международным и национальным методикам, а также по методикам, разработанным в ИФА РАН для конкретных измерительных систем. Планируется создание однотипных комплексов измерений на экспериментальных площадках геофизического полигона. Измерения включают в себя:

1) длительные круглогодичные круглосуточные наблюдения концентраций газовых и аэрозольных примесей в приземном слое атмосферы;

2) периодические краткосрочные (продолжительностью 1-2 месяца) измерительные кампании по наблюдению концентраций малых газовых и аэрозольных примесей атмосферы в различных ландшафтных и сезонных условиях, а также на подвижных станциях наблюдений (автомобиль, речное/морское судно и др.);

3) мониторинг структуры и динамики атмосферы (интегрального содержания климатически активных примесей и парниковых газов, метеорологических параметров, характеристик атмосферной турбулентности, вертикальной структуры атмосферного пограничного слоя, интенсивности солнечной радиации в различных диапазонах на экспериментальных площадках института.

4) Ежегодные морские экспедиции, в том числе в Арктике, по исследованию процессов взаимодействия атмосферы и океана.

2. Будет разработана концепция модернизации системы мониторинга атмосферы в соответствии с современными требованиями, которая включает проведение регулярных измерений выбросов в атмосферу основных загрязняющих веществ и качества воздуха в районах с различной степенью урбанизации, анализ и интерпретацию данных измерений, прогнозирование образования экстремальных экологических ситуаций. Будет получен уточненный перечень выбрасываемых в атмосферу газов и аэрозолей, опасных для здоровья людей и состояния окружающей среды. Будет разработана методология для мониторинга эмиссий загрязняющих веществ, определяющих качество воздуха как вблизи отдельных предприятий, так и в городах и промышленных регионах.

3. На основе теоретических исследований динамики и предсказуемости климата, механизмов формирования погодно-климатических аномалий будет осуществлена разработка и совершенствование моделей климата, методов анализа климатических данных.

4. Будут получены результаты исследования по описанию и параметризации нелинейных, транспортных и динамических эффектов крупномасштабных вихревых, волновых и струйных движений и развивающихся на их фоне мезомасштабных и мелкомасштабных структур и турбулентности, существенно влияющих как на краткосрочную, так и на долгосрочную динамику климатической системы с целью усовершенствования региональных климатических и прогностических моделей и методов прогнозирования опасных погодно-климатических явлений при изменении климата для природных и урбанизированных территорий.

5. Будет осуществлена модернизация системы мониторинга концентраций основных климатически и химически активных малых газовых и аэрозольных примесей в атмосфере (от приземного слоя до уровня мезопаузы) с целью получения информации о составе атмосферы, определения источников и стоков и инвентаризации эмиссий в атмосферу климатически активных газов и веществ, опасных для живой природы и здоровья населения. Данные наблюдений используются в численных расчетах при помощи транспортно-химических и гидродинамических моделей атмосферы, позволяющих, в частности, контролировать и прогнозировать уровни загрязнения атмосферного воздуха, прогнозировать возникновение экстремальных экологических ситуаций, определять вклад регионального и дальнего переноса в состав атмосферного воздуха и вырабатывать рекомендации по улучшению качества окружающей среды.

6. Будут получены результаты исследования физических и химических процессов в атмосфере, приводящих к образованию экстремальных экологических ситуаций и климатических изменений; проведена разработка численных моделей прогнозирования угрозы неблагоприятных изменений состояния воздушной среды и разработка методов снижения их негативного воздействия на окружающую среду и климат и адаптации экосистем, населения и отраслей экономики к климатическим изменениям.

7. Будут получены результаты исследований турбулентности, волновых и вихревых структур, аэрозольного и газового состава атмосферы, атмосферного электричества, распространения звуковых, гравитационных и электромагнитных волн, апробация новых оригинальных методик и технологий измерения волновых и вихревых характеристик воздушных движений, систем акустического зондирования атмосферы с повышенным пространственно-временным разрешением.

7. Будут разработаны теоретические основы современной системы комплексного мониторинга структуры и пространственно-временных вариаций состояния атмосферы на различных высотных уровнях с использованием интегрированных дистанционных методов и новейших технологий зондирования, а также результатов математического моделирования для последующих прогнозных оценок состояния атмосферы и её климатических изменений.

8. Будут получены результаты экспериментальных и теоретических исследований процессов взаимодействия атмосферы и гидросферы, в том числе в полярных районах и прибрежных зонах; проведена разработка параметризаций для региональных и климатических моделей, мезомасштабное моделирование опасных ветровых циркуляций в прибрежных зонах, разработка новых параметризаций для моделей ветрового волнения.

9. На основе данных прямых наблюдений и численного моделирования будут получены характеристики загрязнения атмосферного пограничного слоя (АПС) для различных регионов России в разных условиях, выполнены прогностические расчеты динамики загрязнения АПС. Будет исследована связь характеристик загрязнения АПС (концентрации отдельных загрязняющих компонентов, интегральные характеристики загрязнения) с характеристиками физической структуры АПС (параметры инверсий, островов тепла и др.). Будет исследовано влияние крупных городов на состояние АПС в прилегающих районах, выполнена оценка «городской добавки» по различным загрязнителям атмосферного воздуха.

9. Будет продолжено развитие спутниковых методов мониторинга основных физических и химических параметров атмосферы. Будут разработаны новые методы определения характеристик энерго- и газообмена по данным дистанционного зондирования Земли из космоса. Будет исследована возможность оценки загрязнения АПС различными примесями (O_3 , CO , NO_2 , аэрозоль) при помощи спутниковых измерений. Будут разработаны методы оценки антропогенных и природных эмиссий CH_4 и CO_2 на основе спутникового зондирования. Эти результаты позволят создать основу для прогностических модельных расчетов состояния АПС в различных условиях.

10. Будут разработаны новые модели атмосферной турбулентности, в том числе с учетом формирования упорядоченных (когерентных) структур, устойчивой стратификации и конвективных явлений; на основе экспериментальных данных и данных моделирования с высоким разрешением будут разработаны новые параметризации для описания динамики атмосферного пограничного слоя над поверхностями сложной структуры. Для решения

поставленных задач будут развиваться новые подходы к моделированию с использованием моделей высокого пространственного разрешения, прямых моделей турбулентности и методов машинного обучения.

3.6. Потребители (заказчики) результатов исследований научно-исследовательской программы (обязательно при наличии проектов, включающих проведение поисковых и прикладных научных исследований)

Потребителями результатов исследований научно-исследовательской программы являются ведущие ВУЗы, научно-исследовательские институты различной ведомственной принадлежности, госкорпорации и компании, в том числе: МГУ им. М.В. Ломоносова - физический факультет, кафедра физики атмосферы, Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга, химический факультет, кафедра физической химии, кафедра лазерной химии; географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии; Институт прикладной физики РАН, Институт географии РАН; Южный Федеральный Университет (ЮФУ), Ростов-на-Дону; Государственное бюджетное учреждение науки и охраны природы Республики Крым «Карадагский природный заповедник»; ФБГУ «Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии Федерального медико-биологического агентства РФ», Пятигорск, Россия; Кисловодский сектор научного отдела ФГБУ «Сочинский национальный парк» Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, г. Кисловодск; Institute of Atmospheric Physics of China Academy of Science; Институт оптики атмосферы СО РАН; Санкт-Петербургский государственный университет. Физический факультет; Институт солнечно-земной физики СО РАН; ФНИЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН; Институт космических исследований РАН; НПО Тайфун; НИУ МГСУ; ПАО Русгидро, группа компаний Эн+; АЭРОКОСМОС; Газпром, Норникель, РУТ (МИИТ), ОАО «РЖД», Минсельхоз.

Также возможности измерительных площадок и данные измерений геофизического полигона ИФА РАН используются следующими организациями: Росгидромет; Гидрометцентр РФ; НИЦ «Планета»; Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы; Правительство Московской области; РХТУ им. Д.И. Менделеева; АО «Российские космические системы»; Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь; Институт прикладной геофизики им. Е.К. Федорова; Южный федеральный университет (г. Ростов); Инженерно-технологическая академия ЮФУ (г. Таганрог); Институт водных проблем РАН; Южный научный центр.

РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

Кадровое развитие является одним из важнейших факторов успешного развития института. Развитие кадрового потенциала будет основано на следующих основных принципах:

1. Работа на долгосрочную перспективу с привлечением ведущих ученых института к преподаванию в ведущих высших учебных заведениях страны и отбору наиболее одаренных и заинтересованных студентов для поступления в аспирантуру с адекватным финансированием из текущих проектов.

2. Привлечение и закрепление в науке лучших молодых специалистов с обеспечением достойной оплаты их труда и содействием в решении жилищных проблем.

3. Развитие традиций Института по организации регулярных школ молодых ученых, поощрение участия молодых ученых в публикационной, экспедиционной, грантовой, просветительской и административной деятельности Института, в том числе с активным участием Совета молодых ученых.

Основой для кадрового развития является:

- Совершенствование работы существующих базовых кафедр в МГУ им. М.В. Ломоносова и/или МФТИ и создание новых базовых кафедр в ведущих ВУЗах Российской Федерации, занимающихся подготовкой студентов по профильным специальностям;

- Создание благоприятных условий для прохождения научно-исследовательских и производственных летних практик студентов на базе Института и его научных станций, чему будут содействовать заключенные договоры о проведении практики с ведущими ВУЗами Российской Федерации, занимающимися подготовкой студентов по профильным специальностям;

- Содействие участия научных сотрудников, в первую очередь молодых ученых, в конкурсах на получение научных грантов и субсидий, в том числе для создания новых молодежных лабораторий;

- Содействие аспирантам и молодым ученым в решении жилищных проблем, включая помощь в получении служебного жилья, в том числе на базе Звенигородской научной станции, в подготовке документов для получения жилищного сертификата;

- Ежегодная подготовка и проведение конференций, в том числе для молодых ученых, а также укрепление профессиональных связей научных работников с российскими и зарубежными научными организациями, образовательными организациями высшего образования. Этому будут способствовать заключенные договоры о научно-техническом сотрудничестве;

- Привлечение молодых и высококвалифицированных кадров и увеличение доли молодых исследователей, работающих в Институте;

- Поддержания условий достойной оплаты труда соразмерно результатам научной деятельности, в том числе за счет выплат стимулирующего характера и повышения объема фонда оплаты труда за счет формирования новых тем государственного задания и привлечения дополнительных внебюджетных средств;

- Повышение квалификации научных работников с целью обновления кадрового резерва Института;

– Создание благоприятных условий для выполнения и успешной защиты диссертационных работ. Этому способствует наличие в Институте лицензии на образовательную деятельность по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате» и созданный на базе Института диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук Д 002.096.ХХ (24.1.130.01), утвержденный Приказом Минобрнауки России от 24 октября 2022 г. № 1345/нк, по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате».

РАЗДЕЛ 5. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

5.1. Краткий анализ соответствия имеющейся научно-исследовательской инфраструктуры организации научно-исследовательской программе

Основой научно-исследовательской инфраструктуры ИФА является Геофизический полигон для проведения атмосферных измерений (ГЕОПОЛИСАТ), который объединяет измерительные площадки Института, созданные на базе существующих научных станций института с целью наблюдения и анализа состава и динамики атмосферы. Площадки расположены в регионах с различными физико-географическими характеристиками и имеют достаточно продолжительные ряды наблюдений. В частности, исследования вариаций интегрального содержания газовых примесей проводятся на Звенигородской научной станции (ЗНС) и в центре Москвы (пункт ИФА РАН) с 1970 г. и являются самыми продолжительными в мире. Аналогичные измерения проводятся на горе Шаджатмаз (Северный Кавказ) и на станции ЗОТТО (Красноярский край). Ведется непрерывное зондирование верхней атмосферы, исследуются характеристики распространения волн в атмосфере и ее турбулентная структура. Уникальное расположение Кисловодской высокогорной научной станции позволяет исследовать фоновое состояние атмосферы, а ряд измерений общего содержания озона был начат с 1978 года, что позволило станции войти в международную сеть озонметрических измерений. Измерительный комплекс в г. Кисловодске собирает информацию об аэрозольном и газовом составе атмосферы в курортном регионе Кавказских минеральных вод. Цимлянская научная станция была создана в 1955 году как специализированный полигон по исследованию атмосферной турбулентности. Сочетание климатических условий и характера подстилающей поверхности создает условия, необходимые для эталонных измерений турбулентной структуры атмосферы и распространения волн различных диапазонов. Площадка на крыше здания ИФА РАН в центре Москвы позволяет исследовать климат и структуру атмосферы мегаполиса. Наличие однотипных измерительных систем в ИФА РАН и на Звенигородской научной станции дает возможность определять степень влияния города на состав и структуру атмосферы. На трех площадках (ЗНС, ЦНС и центр Москвы) работают созданные в ИФА РАН акустические локаторы – содары, измеряющие вертикальную структуру атмосферы. На площадках ЗНС, ЦНС, центр Москвы и КНС организован непрерывный мониторинг состояния атмосферного пограничного слоя. Разнообразие климатических зон и ландшафтов делает Геофизический полигон удобной площадкой для проведения подспутниковых экспериментов и валидации спутниковых данных. Измерительное оборудование также может быть использовано для краткосрочных измерительных кампаний по наблюдению концентраций малых газовых и аэрозольных примесей, структуры и динамики атмосферы в различных ландшафтных и сезонных условиях, а также на подвижных станциях наблюдений (автомобиль, речное/морское судно и др.)

Все измерительные площадки ИФА РАН имеют логистические возможности для проведения комплексных сезонных экспедиционных исследований с участием заинтересованных научных организаций.

ИФА им. А.М.Обухова РАН располагает квалифицированными научными кадрами и опытными исследователями в области физики и химии атмосферы, имеют собственные

разработки средств и методов дистанционных спектральных измерений, анализа данных с использованием современных математических моделей.

Вычислительный кластер ИФА на базе суперкомпьютера РСК Торнадо изготовлен ЗАО «РСК Технологии» и состоит из управляющего и 13 вычислительных серверов с двумя процессорами AMD EPYC 7742 64-Core Processor каждый - всего 128 вычислительных ядер на каждом сервере, оперативная память каждого сервера 252 Gb , всего вычислительных ядер кластера 1664. Вычислительные узлы соединены через коммутатор IB Mellanox 100 гбит/сек с поддержкой протокола MPI, установлено программное обеспечение управления заданиями Slurm

5.2. Основные направления и механизмы развития научно-исследовательской инфраструктуры организации (включая центры коллективного пользования и уникальные научные установки)

Развитие научно-исследовательской инфраструктуры ИФА РАН планируется проводить по следующим направлениям:

1. Обеспечение высокоточных измерений приземного газового и аэрозольного состава атмосферного воздуха при помощи локальных (in situ) методов. Развитие приборного комплекса для решения широкого круга задач, связанных с наблюдениями состава атмосферы, оценкой и прогнозом характеристик качества атмосферного воздуха, эмиссий загрязняющих веществ, процессов переноса, накопления и трансформации атмосферных примесей. Приборный комплекс будет задействован как для автоматизированного мониторинга состава атмосферы на экспериментальных площадках ИФА РАН, так и для экспериментальных исследований в Арктике, Сибири, южной и центральной России.

2. Исследования пространственно-временных вариаций полей содержания газовых примесей в толще атмосферы при помощи дистанционных спектроскопических методов и лидарного зондирования. Аэрозольный стратосферный лидар будет введен в эксплуатацию на Звенигородской научной станции в 2025 г. К исследованию будут также привлечены данные международных сетей дистанционного спектрометрического мониторинга и спутникового зондирования, а также транспортно-химическое моделирование.

3. Исследования структуры атмосферного пограничного слоя (АПС) и турбулентности. Развитие комплекса измерительной аппаратуры предполагает использование и разработку как собственных систем акустического и зондирования атмосферы, включая системы с повышенным пространственно-временным разрешением, систем пульсационных измерений температуры, скорости и завихренности, так и приобретение акустических анемометров отечественного и иностранного производства. Для определения пространственных характеристик вихревых структур АПС предполагается развитие сети пульсационных датчиков. На основе получаемых данных проводится разработка и оптимизация алгоритмов непрерывного усвоения данных в региональных атмосферных моделях.

4. Развитие методов математического моделирования, анализа и прогноза атмосферных и климатических явлений, переноса и трендов активных и пассивных примесей и загрязнений в широком диапазоне пространственных и временных масштабов с использованием современных подходов нелинейной динамики и математической физики, созданием и разработкой новых улучшенных блоков микро- и макрофизических процессов в комплексных мезомасштабных и

крупномасштабных атмосферных моделях с комбинированием высокопроизводительных численных расчетов и аналитических подходов.

5. Развитие теоретических методов описания спектров атмосферных газов на основе использования современных физических и вычислительных методов, в том числе квантово-химических вычислений и нейросетевых алгоритмов.

6. Развитие средств и методов получения и анализа данных наблюдений и моделирование динамики экологических процессов в условиях меняющегося климата на природных и урбанизированных территориях Российской Федерации для совершенствования методов оценки воздействия климатических изменений на экономическое развитие России и разработки планов адаптации к этим изменениям для улучшения качества жизни населения и сохранения природной и городской окружающей среды.

7. Исследование современных пулов и углеродных потоков в северных регионах с помощью натурных наземных и спутниковых наблюдений и математического моделирования. Выявление районов на территории России, экосистемы которых необходимо включить в систему мониторинга эмиссии метана.

8. Развитие математических моделей сукцессии растительности после катастрофических нарушений, в частности, массовых пожаров или продолжительных засух.

9. Развитие вычислительного кластера ИФА РАН: увеличение количества процессоров и объема сетевого хранилища.

10. Разработка специализированного программного обеспечения для обработки и анализа орбитальной информации о составе и параметрах атмосферы, а также для валидации спутниковых измерений.

РАЗДЕЛ 6. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Институт, как ведущий в России центр по исследованию атмосферы и климата, должен проводить осознанную и активную политику по развитию существующей (уже достаточно развитой) кооперации и организации новых взаимовыгодных совместных проектов с российскими и зарубежными организациями. При этом должны учитываться планы Министерства науки и образования Российской Федерации и российских фондов по поддержке совместных исследований, актуальные запросы федеральных и региональных потребителей научной продукции. Руководство и ведущие сотрудники института должны активно влиять на такие планы и запросы, участвуя в работе экспертных и координационных органов и взаимодействуя с потенциальными заказчиками. Важным направлением кооперации, помимо научно-исследовательской работы, должны стать обучение и практика студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках совместно организуемых научных конференций, школ, экспедиций и обменов визитами. Поддержка молодых и талантливых сотрудников будет сочетаться с сохранением высококвалифицированных и продуктивных сотрудников старших поколений.

Решение кадровых вопросов будет опираться на долгосрочную стратегию сотрудничества с ведущими институтами/университетами, в первую очередь в рамках базовых кафедр МФТИ и МГУ. Важным элементом кадровой политики станет сотрудничество со специализированными факультетами с целью привлечения квалифицированного инженерного персонала для разработки новых образцов научной аппаратуры и работы со сложным современным оборудованием.

Будут поддерживаться различные, в том числе новые, форматы популяризации результатов исследований и распространения знаний в области атмосферы и климата, в том числе:

- развитие издательской деятельности и работа по повышению цитируемости журнала «Известия РАН. Физика атмосферы и океана»;
- участие сотрудников Института на различных просветительских площадках и форумах для популяризации исследований Института;
- повышение охвата публикаций о результатах деятельности Института в социальных сетях;
- повышение информационной составляющей веб-сайта Института;
- взаимодействие со СМИ и научно-популярными порталами и стимулирование публикационной активности в научно-популярных журналах;
- интенсификация работы со старшеклассниками физико-математических школ Москвы для формирования интереса к поступлению на естественно-научные факультеты и последующей работы в области физики атмосферы, геофизики, наук о климате.

РАЗДЕЛ 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Система управления должна обеспечить более эффективное выполнение научных задач института. Будет сокращено количество бюрократических процедур, связанных с реализацией научных проектов. В то же время следует добиваться от научных работников более четкого понимания их обязанностей, связанных с соблюдением существующих норм отчетности. При выполнении масштабных проектов следует вводить должность менеджеров проектов, ответственных за организационное сопровождение работ. Необходимо проведение регулярной аттестации работников с учетом современных требований и методических рекомендаций, а также развитие более гибкой системы трудовых договоров и контрактов. Руководителей подразделений института следует регулярно привлекать к обсуждению актуальных вопросов в рамках расширенных дирекций. В рамках совершенствования системы управления необходимо привлечение молодежи к работе в администрации, а также более тесное взаимодействие с вышестоящими организациями, органами государственной власти, государственными корпорациями с целью создания условий для максимально эффективной деятельности института. Планируется внедрение современных систем документооборота, а также модернизация соответствующих служб.

При необходимости предполагается проводить реструктуризацию научных подразделений, создание временных лабораторий с целью повышения эффективности работы и концентрации усилий на приоритетных направлениях исследований.

Предполагается способствовать развитию контактов с бизнес структурами о организации прикладных проектов в интересах бизнеса и госкорпораций.

Предполагается усиление и координация действий научных подразделений с целью улучшения качества выполнения работ по государственному заданию.

РАЗДЕЛ 8. СВЕДЕНИЯ О РОЛИ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ И ДОСТИЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД (2021-2030) ГОДЫ

Вклад ИФА им. А.М. Обухова РАН в выполнение Плана Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы).

Институт выполняет государственное задание по направлению Программы фундаментальных научных исследований *Естественные науки. Науки о Земле. Науки об атмосфере и климате* в соответствии с «Приоритетами научно-технологического развития», определенных Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 (п.21), а именно из п.21:

Направления, позволяющие получить значимые научные и научно-технические результаты, создать отечественные наукоемкие технологии и обеспечивающие:

е) повышение уровня связанности территории Российской Федерации путем создания интеллектуальных транспортных, энергетических и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;

з) объективную оценку выбросов и поглощения климатически активных веществ, снижение их негативного воздействия на окружающую среду и климат, повышение возможности качественной адаптации экосистем, населения и отраслей экономики к климатическим изменениям.

Планируется разрабатывать новые проекты для государственного задания, включающие фундаментальные исследования предсказуемости экстремальных погодно-климатических явлений на территории России и связанных с ними климатических рисков в разных отраслях экономики.

Увеличится объем внебюджетных средств, полученных ИФА им. А.М. Обухова РАН, в 2029 г. относительно 2024 г.

Предполагается создание и развитие новых лабораторий, 30% из которых будут руководить молодые перспективные исследователи.

Научные проекты по приоритетам НТР, не менее 50% из которых руководят молодые перспективные исследователи.

Журнал, издаваемый ИФА им. А.М. Обухова РАН, «Известия РАН. Физика атмосферы и океана» с 1937 года, является ведущим журналом по наукам о земле, входит во все реферативные международные и российские базы, имеет уровень 2 «Белого списка», в планах – выйти на уровень 1.

Ожидается увеличение численности ученых, работающих в ИФА им. А.М. Обухова и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в российских и международных базах данных, первого уровня «Белого списка».

Ожидается прирост доли молодых исследователей в возрасте до 39 лет, работающих в эквиваленте полной занятости в 2029 г. относительно 2024 г.

В настоящее время в ИФА им. А.М. Обухова РАН разрабатываются механизмы усовершенствования обучения в аспирантуре по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров. Аспиранты, поступающие в аспирантуру, обладают высоким уровнем подготовки по заявленной специальности, поэтому могут в подавляющем большинстве претендовать на грантовую поддержку аспирантов, если подобная будет осуществляться, как и анонсировалось Правительством.

ИФА им. А.М. Обухова РАН участвует в мероприятиях по обновлению приборной базы, предусмотренных пилотным проектом «Обновление приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, академического сектора науки» в рамках федерального проекта «Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации», утвержденного проектным комитетом по национальному проекту «Наука» (протокол № 3 от 18 декабря 2018 г.).

При условии продолжения финансирования проекта предполагается закупка комплексов для исследования газовых примесей в столбе атмосферы; аэрозольного состава; верхней атмосферы, атмосферной турбулентности, состава водной среды. При планировании закупок установлен приоритет для оснащения однотипным оборудованием измерительных площадок геофизического полигона ИФА РАН.

Полная учетная стоимость, подлежащей списанию приборной базы в течение срока реализации Программы развития составляет 3000 тыс. рублей.

Полная учетная стоимость приборной базы Института на 1 января 2024 года составляет 402 017.50 тыс. рублей.

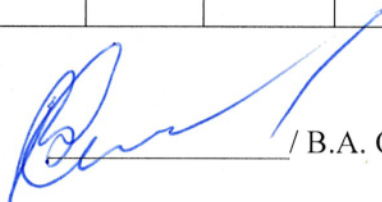
РАЗДЕЛ 9. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

№	Показатель	Единица измерения	Отчетный период	Значение				
				2025 год	2026 год	2027 год	2028 год	2029 год
1.	Общий объем финансового обеспечения Программы развития ¹	тыс. руб.	520 935	419 004	437 737	421 616		
	Из них:							
1.1.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	тыс. руб.	317 691	312 214	327 737	311 616		
1.2.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования	тыс. руб.						
1.3.	субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации	тыс. руб.	681					
1.4.	субсидии на осуществление капитальных вложений	тыс. руб.						

¹ Указывается в соответствии с планом финансово-хозяйственной деятельности организации

1.5.	средства обязательного медицинского страхования	тыс. руб.						
1.6.	поступления от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности	тыс. руб.	202 563	106 790	110 000	110 000		
1.6.1.	В том числе, гранты	тыс.руб.	117 850	54 300	28 800	30 000		

Директор

 / В.А. Семенов /