



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИОА СО РАН)**

Адрес: 634055, Россия, г. Томск, площадь Академика Зуева, 1
Интернет-адрес: www.iao.ru

Директор: д.ф.-м.н. Игорь Васильевич Пташник, director@iao.ru
Зам. директора по научной работе: д.ф.-м.н. Борис Денисович Белан, bbd@iao.ru
Зам. директора по научной работе: д.ф.-м.н. Валерий Викторович Колосов, kvv@iao.ru
Зам. директора по научной работе: д.ф.-м.н. Вадим Витальевич Дудоров, dvv@iao.ru
Зам. директора по научной работе: д.ф.-м.н. Олег Анатольевич Романовский, roa@iao.ru
Ученый секретарь: к.ф.-м.н. Ольга Владимировна Тихомирова, science@iao.ru

Институт специализируется в области физики и оптики атмосферы, входит в состав учреждений, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, курируется Сибирским отделением РАН (Объединенный ученый совет СО РАН по физическим наукам, Объединенный ученый совет СО РАН по наукам о Земле) и Отделениями физических наук и наук о Земле РАН. Институт является ведущим учреждением в области фундаментальных и прикладных исследований распространения оптического, и прежде всего лазерного излучения в атмосфере; линейной и нелинейной атмосферной оптики, молекулярной спектроскопии, в области изучения влияния составляющих атмосферы на радиационный режим и климат Земли.

Свой 50-летний юбилей Институт встречает в расцвете творческой активности. Интересная работа и добрые традиции поддерживать тех, кто пришел в науку недавно, привлекают в Институт выпускников университетов. Генерация новых научных идей, которая обязательно даст практические результаты, в Институте продолжается!

История

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН создан в 1969 г. на базе лаборатории инфракрасных излучений Сибирского физико-технического института при Томском государственном университете. Постановление № 594 о создании в Томске Института оптики атмосферы принято Президиумом Совета Министров СССР 5 августа 1968 г.; 5 сентября 1969 г. академик М.А. Лаврентьев подписал Постановление Президиума Сибирского отделения Академии наук СССР об открытии Института с выделением первых 5 штатных единиц; 14 октября 1969 г. Постановлением Президиума Сибирского отделения Академии наук СССР № 410 доктор физико-математических наук В.Е. Зуев назначен директором Института

Под началом основателя Института, Героя Социалистического Труда, лауреата Государственной премии СССР и премии Совета Министров СССР академика Владимира

Евсеевича Зуева (1925–2003 гг.) Институт сформировался в крупнейшее в мире учреждение, ведущее исследования в области атмосферной оптики.

Работа Института началась с исследований распространения оптического излучения в атмосфере с учетом поглощения атмосферными газами, ослабления аэрозолями, флуктуаций за счет атмосферной турбулентности. В сфере интересов Института оказались также лазерное зондирование атмосферы, генерирование и детектирование световых импульсов с заданными свойствами, создание световых сверхкоротких импульсов заданной формы, разработка новых малоинерционных сверхвысокочувствительных приемников инфракрасного диапазона волн.

В 1971 г. по инициативе В.Е. Зуева организовано Специальное конструкторское бюро научного приборостроения «Оптика» (СКБ НП «Оптика»), основная цель которого заключалась в разработке современной экспериментальной техники для обеспечения фундаментальных исследований по оптике атмосферы. Сотрудниками Института и СКБ разработан широкий спектр научных приборов для натурных измерений аэрозольных, газовых, турбулентных и других характеристик атмосферы, в том числе лидары наземного, самолетного и космического базирования, лазерные навигационные системы для посадки самолетов и проводки судов. Научно-производственный комплекс СКБ позволял создавать экспериментальные и опытные образцы оптико-электронных приборов, организовывать мелкосерийное производство. После успешных наземных испытаний 20 мая 1995 г. на станцию «Мир» в составе модуля «Спектр» был выведен на околоземную орбиту первый российский космический лидар «БАЛКАН», созданный совместно Институт, СКБ НП «Оптика» и НИИ космического приборостроения. Лидар осуществлял зондирование облаков всех ярусов в глобальном масштабе. Успешное формирование научно-исследовательского сектора в СКБ привело к тому, что после ряда преобразований конструкторское бюро превратилось в Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН.

В Институте оптики атмосферы получили развитие научные направления, на основе которых были созданы Институт сильноточной электроники СО РАН в 1977 г. и Институт физики прочности и материаловедения СО РАН в 1984 г.

На основании Решения Томской городской думы № 573 от 17.02.2004 г. площадь на въезде в Академгородок г. Томска названа «Площадь Академика Зуева». 19 декабря 2006 г. Президиум Российской академии наук постановил присвоить Институту оптики атмосферы СО РАН имя академика В.Е. Зуева. 28 января 2015 г. в Институте установлен бронзовый бюст академика В.Е. Зуева.

В 1998–2017 гг. директором Института являлся заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор физико-математических наук Геннадий Григорьевич Матвиенко.

Доктор физико-математических наук Игорь Васильевич Пташник избран директором Института 5 апреля 2018 г., назначен приказом Минобрнауки РФ от 7.09.2018 г. № 20-3/255 п-о.

Основные научные направления

Целью деятельности Института является получение и применение новых знаний, научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в области естественных и технических наук.

Предметом деятельности Института является проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований, создание приборов и разработка технологий в соответствии с основными научными направлениями:

- Фундаментальные проблемы оптики и лазерной физики, в том числе атмосферная оптика и спектроскопия, распространение оптического излучения в атмосфере, исследование процессов, определяющих оптическое состояние атмосферы, оптико-электронные системы и технологии исследования окружающей среды.
- Физические и химические процессы в атмосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и изменения климата, в том числе оптически значимые составляющие атмосферы и процессы, определяющие радиационный режим и климат Земли.

Тематика исследований Института соответствует Приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, Перечню критических технологий

Российской Федерации, Основным направлениям фундаментальных исследований РАН. Институт выполняет ряд проектов, поддерживаемых Российским фондом фундаментальных исследований, ряд проектов в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»; ежегодно проекты сотрудников Института поддерживаются грантами Российского научного фонда, грантами Президента РФ, стипендиями Президента РФ.

В Институте динамично развиваются новые направления исследований: фемтосекундная атмосферная оптика; комплексные (сетевые) исследования аэрозольных и газовых компонентов атмосферы над территорией Сибири; исследования состояния озонового слоя и УФ-солнечной радиации на основе синтеза оптических, биоиндикационных и аналитических методов; технологии глобального моделирования в молекулярной спектроскопии.

Институт активно участвует в прикладных исследованиях в интересах потребителей, входит (в числе восьми институтов СО РАН) в список Минпромторга предприятий ОПК РФ. Приборы, разработанные в Институте, входят в каталог Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Структура научных подразделений

В Институте работает 530 сотрудников, в том числе 217 – научных, из них 43 доктора и 126 кандидатов наук; 4 научных отделения объединяют 18 лабораторий и групп, функционирует научно-образовательный центр и 3 обсерватории:

- ◆ Отделение радиационных составляющих климата (ОРСК)
Руководитель: д.ф.-м.н. Михаил Васильевич Панченко
 - Лаборатория оптики аэрозоля (ЛОА)
 - Лаборатория климатологии атмосферного состава (ЛКАС)
 - Лаборатория атмосферной радиации (ЛАР)
 - Группа атмосферной акустики (ГАА)
- ◆ Отделение распространения оптических волн (ОРОВ)
Руководитель: д.ф.-м.н. Александр Анатольевич Землянов
 - Лаборатория распространения волн (ЛРВ)
 - Лаборатория когерентной и адаптивной оптики (ЛКАО)
 - Лаборатория распространения оптических сигналов (ЛРОС)
 - Лаборатория нелинейно-оптических взаимодействий (ЛНОВ)
 - Лаборатория оптической локации (ЛОЛ)
- ◆ Отделение спектроскопии атмосферы (ОСА)
Руководитель: д.ф.-м.н. Юрий Николаевич Пономарев
 - Лаборатория атмосферной абсорбционной спектроскопии (ЛААС)
 - Лаборатория молекулярной спектроскопии (ЛМС)
 - Лаборатория теоретической спектроскопии (ЛТС)
 - Лаборатория квантовой электроники (ЛКЭ)
 - Группа интегрированных информационных систем (ГИИС)
- ◆ Отделение лазерного зондирования (ОЛЗ)
Руководитель: д.ф.-м.н. Геннадий Григорьевич Матвиенко
 - Лаборатория лидарных методов (ЛЛМ)
 - Центр лазерного зондирования атмосферы (ЦЛЗА)
 - Группа оптического зондирования атмосферы (ГОЗА)
 - Группа теории рассеяния оптических волн (ГТРОВ)
- ◆ Научно-образовательный центр (НОЦ)
Руководитель: д.ф.-м.н. Олег Анатольевич Романовский
 - Лаборатория дистанционного зондирования окружающей среды (ЛДЗОС)
 - Лаборатория радиофотоники (ЛРФ)
 - Лаборатория прогнозирования состояния атмосферы (ЛПСА)
 - Отдел аспирантуры
 - Научно-образовательный центр «Физика окружающей среды»
 - Межведомственная лаборатория нанооптики

- Межведомственная научно-учебная лаборатория радиофизических методов исследования окружающей среды
- ♦ Обсерватории:
 - Отдел управления обсерваториями
 - Байкальская атмосферно-лимнологическая обсерватория (БАЛО)
 - Обсерватория «Базовый экспериментальный комплекс» (БЭК)
 - Обсерватория «Фоновая»

Награды, признание

Основатель Института академик В.Е. Зуев (1925–2003 гг.) – Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии СССР и премии Совета Министров СССР, обладатель 22 правительственных наград.

Сформированная В.Е. Зуевым в Институте научная школа по оптике атмосферы получила мировое признание. Специалистами этой школы выполнен цикл фундаментальных исследований по распространению лазерного излучения в атмосфере Земли, разработаны новые методы решения задач самовоздействия лазерных пучков. Результаты этих исследований отмечены Государственной премией СССР (академик В.Е. Зуев, д.ф.-м.н. Ю.Д. Копытин, д.ф.-м.н. В.В. Покасов, д.ф.-м.н. И.В. Самохвалов, д.ф.-м.н. В.Л. Миронов) в 1985 г., Премией Ленинского комсомола (к.ф.-м.н. Н.Н. Бочкарев, к.ф.-м.н. В.В. Колосов, к.ф.-м.н. Б.А. Тихомиров) в 1987 г. и представлены в серии из 11 монографий «Современные проблемы атмосферной оптики», изданных на русском и английском языках.

Признание мировой научной общественности получила и научная школа по спектроскопии, основанная членом-корреспондентом РАН С.Д. Твороговым (1936–2008 гг.). Достижениями ученых этой школы являются развитие экспериментальных и теоретических методов спектроскопии высокого разрешения, создание теории спектральных проявлений межмолекулярных взаимодействий в газах. За плодотворную научно-педагогическую деятельность С.Д. Творогов был награжден медалью «За трудовую доблесть» и Орденом Дружбы. В 1989 г. результаты выполненных в Институте исследований были отмечены Государственной премией РСФСР (чл.-к. РАН В.В. Зуев, д.ф.-м.н. Ю.Н. Пономарев) в области науки и техники.

Грантами Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-4714.2014.5 в 2014 г., НШ-8199.2016.5 в 2016 г.) отмечена научная школа д.ф.-м.н. Г.Г. Матвиенко «Лазерное зондирование атмосферы и океана». Цель проекта: развитие методов и средств лазерного зондирования атмосферы и океана и изучение их свойств, строения и объемной изменчивости.

За большой вклад в развитие Российской науки директор Института, д.ф.-м.н. Г.Г. Матвиенко (2008 г.) и заместитель директора, руководитель научного направления «Радиационные составляющие климата и оптическая диагностика окружающей среды», д.ф.-м.н. М.В. Панченко (2007 г.) награждены Орденами Дружбы; Медалями Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени удостоены заместитель директора по научной работе, д.ф.-м.н. Б.Д. Белан (2003 г.), заместитель директора, руководитель научного направления «Распространение оптических волн и дистанционное зондирование», д.ф.-м.н. А.А. Землянов (2007 г.), заместитель директора, руководитель научного направления «Спектроскопия атмосферы», д.ф.-м.н. Ю.Н. Пономарев (2008 г.), заведующий лабораторией когерентной и адаптивной оптики, д.ф.-м.н. В.П. Лукин, главный научный сотрудник, д.ф.-м.н. В.А. Погодаев (2008 г.), заведующий лабораторией распространения волн, д.ф.-м.н. В.А. Банах (2010 г.), заведующий лабораторией молекулярной спектроскопии, д.ф.-м.н. Л.Н. Сеница (2016 г.); начальник экспериментального участка В.П. Цюпа (2017), Ордена «Знак Почета» удостоен руководитель группы теории рассеяния оптических волн, д.ф.-м.н. А.Г. Боровой (1982 г.); медалью «За трудовое отличие» награжден к.ф.-м.н. Р.Ш. Цвык (1983 г.), к.ф.-м.н. Ю.Ф. Аршинов награжден медалью «За трудовое отличие» (1986 г.). Звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» присвоено д.ф.-м.н. В.В. Белову (1997 г.) и д.ф.-м.н. Г.Г. Матвиенко (2000 г.). Указом Премьер Министра Французской Республики звание Кавалера Ордена Академических Пальм присвоено заместителю директора ИОА СО РАН, заведующему лабораторией климатологии атмосферного состава, д.ф.-м.н., профессору Б.Д. Белану и заведующему лабораторией теоретической спектроскопии, д.ф.-м.н.

В.И. Перевалову (2016 г.). За заслуги в развитии науки и многолетнюю плодотворную деятельность Почетной грамотой Президента Российской Федерации награжден главный научный сотрудник, д.ф.-м.н. А.Д. Быков (2018 г.). За разработку и реализацию лидарного метода дистанционного обнаружения взрывчатых веществ старшим научным сотрудникам, к.ф.-м.н. Е.В. Горлову В.И. Жаркову присуждена Премия Президента России в области науки и инноваций для молодых ученых за 2018 год (05.02.2019 г.)

ИОА СО РАН – победитель Всероссийских конкурсов «Лидер природоохранной деятельности в России» в номинации «Наука для экологии». За исследования по выявлению резкого увеличения скорости роста концентрации углекислого газа над территорией Западной Сибири и особенностей переноса примесей в Сибирском регионе, включая их поступление в Арктику, Лаборатория климатологии атмосферного состава ИОА СО РАН получила (2018 г.) Национальную премию в области географии, экологии, сохранения и популяризации природного и историко-культурного наследия «Хрустальный компас», в номинации «Научное достижение».

В марте 2018 г. Приказом Федерального агентства научных организаций Институт отнесен к Первой категории организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, по профилю «Генерация знаний» в референтной группе «Физика океана и атмосферы, геофизика». В марте 2019 г. Межведомственная комиссия по оценке результативности деятельности научных организаций (протокол №ГТ-37/пр от 27 марта 2019 г.) присвоила Институту статус ведущей организации академического сектора в области атмосферно-оптических исследований.

Уникальные установки

В Институте создан и функционирует ряд уникальных экспериментальных установок мирового уровня:

- Сибирская лидарная станция (СЛС), расположена в Томске и является единственной точкой на азиатской части России, обеспечивающей регулярное зондирование аэрозоля, озона, газовых составляющих озонового цикла, облачности и температуры. Станция оборудована лидарами с приемными зеркалами диаметром 2,2; 0,5 и 0,3 м и набором лазерных источников, генерирующих излучение в диапазоне 271–1064 нм для изучения механизмов изменчивости стратосферного озона <https://iao.ru/ru/resources/equip/sls>
- Самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик», оснащенный уникальным комплексом контактных и дистанционных систем, используется для всестороннего исследования атмосферы и экологического мониторинга. Самолет-лаборатория позволяет сопровождать изучаемое атмосферное явление на расстоянии в тысячи километров и следить за эволюцией его характеристик <https://iao.ru/ru/resources/equip/plane>
- Малая станция высотного зондирования оснащена многофункциональным УФ-лидаром с передатчиком на эксимерном XeCl-лазере и приемным телескопом с диаметром зеркала 1 м. На станции проводятся комплексные оптико-физические исследования верхней тропосферы и стратосферы, измерения вертикального распределения концентрации озона, температуры и стратификации аэрозоля.
- Сеть солнечных радиометров развивается в составе двух подсистем: размещение на территории Сибири фотометров CE 318 аэрозольной сети AERONET и развитие региональной сети SibRad с использованием автоматизированных фотометров собственной разработки.
- Аэрозольная станция предназначена для выполнения регулярных синхронных измерений характеристик аэрозоля в приземном слое в локальном объеме воздуха <http://aerosol.iao.ru/?lang=ru>
- TOR-станция предназначена для изучения аэрозольно-газового состава атмосферы, измерения радиационных характеристик и метеопараметров <http://lop.iao.ru/RU/tor/MeteoandGas/>
- Радиационная станция предназначена для регулярных наблюдений приходящей радиации и спектральной прозрачности атмосферы.

- Спектрофотометрический комплекс на основе многоходовых кювет с базой 110 и 30 м с устройствами для создания поглощающей среды контролируемого состава и оптическими системами, обеспечивающими необходимую при регистрации поглощения длину оптического пути <https://iao.ru/ru/resources/equip/fts>, <https://iao.ru/ru/resources/equip/cells>
- Большая аэрозольная камера (объем 2000 м³) предназначена для экспериментальных исследований закономерностей распространения лазерных пучков в моделируемых аэрозольных образованиях (облака, туманы и пр.). Малая аэрозольная камера (объем 180 м³) обеспечивает уникальные возможности моделирования в контролируемых условиях дымов, смогов и других аэрозольных сред и исследования оптическими методами их структуры и свойств <https://iao.ru/ru/resources/equip/acams>.
- Центр приема и тематической обработки спутниковой информации для автоматизированной интерпретации данных аэрокосмического зондирования атмосферы и земной поверхности. На базе Центра осуществляется программа космического мониторинга лесных пожаров Томской области <https://iao.ru/ru/resources/equip/cosmo>, <http://cosmo.iao.ru/ru>
- Лидарные системы. Мобильные лидары – для зондирования аэрозолей (включая их микрофизические характеристики), температуры, влажности, скорости и направления ветра, элементного состава частиц аэрозоля и воздуха. Корабельные лидары – для зондирования атмосферы и водной поверхности в интересах решения проблемы взаимодействия атмосферы и океана <https://iao.ru/ru/resources/equip/lidars>, <http://loza.iao.ru/Data>
- Метеорологические акустические локаторы (содары) «Волна».
- Астрономическая площадка, оборудованная звездным телескопом, горизонтальным солнечным телескопом, панорамным фотометрическим комплексом «Взор» и другими астрономическими инструментами, предназначена для выполнения астрономических наблюдений в интересах решения задач оптики атмосферы.
- Панорамно-оптическая станция «TomSky» <http://sky.iao.ru/>
- Лазерные спектрометры высокого и сверхвысокого спектрального разрешения с концентрационной чувствительностью.
- Комплекс спектрофотометрических анализаторов.
- Мобильная станция АКВ-2
- Лазеры на парах бромида меди с активным теплоизолятором
- Автоматическая станция контроля шума авиатранспорта
- Солнечный трекер для Фурье-спектрометра с оптоволоконной оптикой
- Комплекс аппаратуры измерения астроклиматических и метеопараметров атмосферы

Сибирская лидарная станция <http://ckp-rf.ru/usu/73575/> и Самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик» <http://ckp-rf.ru/usu/200991/> зарегистрированы Минобрнауки России как уникальные научные установки; Станция, Самолет-лаборатория и ряд крупномасштабных модельных установок составляют основу ЦКП «Атмосфера», входящего в реестр центров коллективного пользования РФ <http://ckp-rf.ru/ckp/3049/>.

Обсерватории

Сотрудники Института проводят исследования на базе трех обсерваторий:

- Успешно функционирует совместная (Лимнологический институт СО РАН – ИОА СО РАН) Байкальская атмосферно-лимнологическая обсерватория (БАЛО), где изучаются процессы взаимодействия атмосферы и водного бассейна озера Байкал, проводятся комплексные междисциплинарные исследования состояния природной среды региона в условиях меняющегося климата и антропогенной нагрузки
- В обсерваториях «Базовый экспериментальный комплекс» (БЭК) и «Фоновая» <http://lop.iao.ru/RU/fon/gas/> ведутся регулярные измерения градиентов температуры и влажности воздуха, вертикальных профилей скорости и направления ветра, натурные эксперименты по распространению звука в атмосфере и акустическому зондированию пограничного слоя атмосферы, по оценке влияния турбулентных характеристик атмосферы

на распространение лазерных пучков над земной поверхностью, эксперименты по одновременному синхронному мониторингу оптико-метеорологических величин и состава воздуха в фоновом и в подверженном антропогенному влиянию районах, измерения спектральной прозрачности атмосферы и другие эксперименты.

Экспедиционные работы

- Постоянно-действующая комплексная экспедиция «СМЛ-Экология»: продолжение самолетного зондирования атмосферы над югом Западной Сибири с целью сохранения многолетних рядов измерений оптико-метеорологических величин, газового и аэрозольного состава воздуха; обеспечение эксплуатации 8 постов парниковых газов, крупномасштабные исследования распределения газовых и аэрозольных примесей на территории Сибири.
- Комплексная межинститутская экспедиция «Байкал»: исследование климатических и метеорологических параметров атмосферы в горной котловине оз. Байкал, временная изменчивость малых газовых примесей, субмикронной фракции и химического состава аэрозолей в атмосфере, дистанционное лазерное зондирование вертикальной структуры аэрозольных полей тропосферы.
- Комплексная экспедиция «Астроклимат Сибири»: продолжение многолетних экспериментальных исследований особенностей астроклимата юга Сибири, включая районы горной котловины оз. Байкал, обсерватории Монды.
- Экспедиция «АРГонавт»: экспериментальные исследования вариаций аэрозольной оптической толщи и влагосодержания атмосферы, полей спектральной яркости неба, солнечной радиации, настройка и испытания новых оптико-электронных приборов.
- Экспедиция «Шпицберген»: измерения аэрозольной оптической толщи, влагосодержания атмосферы, массовой и счетной концентрации аэрозоля, массовой концентрации сажи и ионного состава аэрозоля в приземном слое атмосферы.
- Экспедиции по Дальневосточным морям: комплексные исследования оптических, микрофизических характеристик аэрозоля в акватории Японского, Охотского, Берингово, Чукотского и Восточно-Сибирского морей.
- Экспедиция «Монголия»: изучение климатических и метеорологических параметров атмосферы Центральной Азии, временной изменчивости малых газовых примесей, субмикронной фракции и химического состава аэрозолей в атмосфере, дистанционное лазерное зондирование вертикальной структуры аэрозольных полей тропосферы.
- Участие в Российских антарктических экспедициях (НЭС «Академик Федоров»): измерения оптических, микрофизических характеристик и химического состава аэрозоля над Атлантическим и Южным океаном, интеркалибровка солнечных фотометров.

Информационные системы

В Институте ежегодно обновляется экспериментальная база, создаются и совершенствуются Интернет-доступные информационные системы «Спектроскопия атмосферных газов» <http://spectra.iao.ru>, «Спектроскопия и молекулярные свойства озона» <http://ozone.iao.ru> (совместно с Университетом Реймса, Франция), «HITRAN on the web» <http://hitran.iao.ru/> (совместно с Гарвардско-Смитсоновским астрофизическим центром, США), научные порталы по атмосферным наукам «ATMOS» <http://atmos.iao.ru> и по спектроскопии «SP@DIS» (<http://www.saga.iao.ru/>). Созданные в Институте банки параметров спектральных линий для молекул углекислого газа CDSD (<ftp://ftp.iao.ru/pub/CDSD-296>), закиси азота NOSD (<ftp://ftp.iao.ru/pub/NOSD>) и двуокиси азота NDSD (<ftp://ftp.iao.ru/pub/NDSD>) по своим характеристикам превосходят широко известные базы данных HITRAN, HITEMP и GEISA в части соответствующих молекул. Системы и банки данных используются при решении задач атмосферной оптики, атмосферной химии, физики лазеров, мониторинга атмосферных параметров, палеонтологии.

Международное сотрудничество

Ученые Института активно участвуют в международных программах, сотрудничают с коллегами из научно-исследовательских организаций и университетов Беларуси, Великобритании, Германии, Китая, Монголии, Южной Кореи, Польши, Сингапура, США, Тайваня, Франции,

Японии. Институт участвует в исследованиях по международной программе «Геосферно-биосферные исследования» совместно с Национальным институтом изучения окружающей среды (Япония); по Международной программе «Глобальная аэрозольная автоматизированная сеть AERONET» совместно с Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США (NASA); в рамках международного Полярного года сотрудники Института проводят изучение состава атмосферы на разных высотах в полярных широтах Сибири и Дальнего Востока; в рамках Соглашения о создании международного научного консорциума «Атмосферная химия Сибири» Институт сотрудничает с Университетом Хьюстона, США; в рамках Соглашения Национального центра научных исследований (НЦНИ) Франции и Китайской академии наук о Международной ассоциированной лаборатории «SAMIA» ведутся исследования совместно с институтами и университетами Франции и Китая. Институт является участником проекта «Виртуальный атомный и молекулярный центр» (VAMDC), объединяющего ведущие университеты Европы и российские институты под эгидой 7 Европейской рамочной программы. Масштабные аэроаблюдения Сибирского региона по программе YAK-AEROSIB проводятся Международной ассоциированной лабораторией по Соглашению между РАН, РФФИ и НЦНИ. В 2018 г. подписано соглашение «Долговременные измерения характеристик аэрозольного рассеяния и поглощения света в приземном слое в Сибири» с Национальной администрацией океанических и атмосферных исследований (NOAA), США. В 2019 г. Институт инициировал создание Китайско-российского объединенного исследовательского центра оптики атмосферы в городе Хэфэй; Совместного Российско-Китайского Института по дистанционной оптике на базе Северо-Западного Политехнического Университета города Сиань, компании Beijing Caton Global Technology Co, Ltd и ИОА СО РАН.

Сотрудники Института активно участвуют в деятельности международных научных организаций: Американская ассоциация аэрозольных исследований, Американский геофизический союз, Американское оптическое общество OSA, Европейская акустическая ассоциация ЕАА, Европейская ассоциация аэрозольных исследований, Европейский геофизический союз, Европейское общество по атмосферным загрязнителям, Международная комиссия по лазерным исследованиям атмосферы ICLAS, Международное оптическое общество SPIE, Международное технологическое общество IEEE, Скандинавское общество аэрозольных исследований.

Подготовка кадров и взаимодействие с научно-образовательными организациями

Институт ведет подготовку высококвалифицированных специалистов в области физики атмосферы и оптики в аспирантуре, специальности: радиофизика, оптика, физика атмосферы и гидросферы <https://iao.ru/ru/education>.

На базе Института работает Диссертационный совет Д 003.029.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, специальности: оптика, физика атмосферы и гидросферы <https://iao.ru/ru/theses>.

Институт является соучредителем Ассоциации некоммерческих организаций «Томский консорциум научно-образовательных и научных организаций», объединяющей 18 научных и научно-образовательных организаций города Томска.

Журнал

С 1988 г. Институт издает научно-теоретический журнал Российской академии наук «Оптика атмосферы и океана» <http://ao.iao.ru/ru>. Первоначальное название журнала «Оптика атмосферы» изменено в 1993 г. в связи с расширением тематики. Институт является соучредителем журнала наряду с Сибирским отделением РАН. Тематика журнала охватывает широкий круг проблем, связанных с оптикой атмосферы и океана, экологией и климатом Земли. Журнал индексируется базой данных РИНЦ, входит в состав базы RSCI на платформе Web of Science. С 1989 г. в полном объеме печатается и распространяется за рубежом версия журнала на английском языке. С 2009 года Международная академическая издательская компания «Наука/Интерпериодика» выпускает на английском языке журнал «Atmospheric and Oceanic Optics», являющийся несколько сокращенной версией журнала «Оптика атмосферы и океана»: <http://www.maik.ru/ru/journal/optatoc/>. Журнал печатается издательством Springer: <http://link.springer.com/journal/12605>, индексируется базами данных Scopus:

<https://www.scopus.com/sourceid/21100431105?origin=resultslist> и [Emerging sources citation index \(ESCI\)](#) на платформе Web of Science, Academic OneFile, CAB Abstracts, CAB International, Chemical Abstracts Service (CAS), Global Health, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, OCLC, Summon by ProQuest, Ulrich's Periodicals Directory.

Конференции

Институт проводит <http://symp.iao.ru/ru> Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы» совместно с Институтом солнечно-земной физики СО РАН, Международный симпозиум «Молекулярная спектроскопия высокого разрешения», Международную конференцию «Импульсные лазеры на переходах атомов и молекул», Совещания Рабочей группы «Аэрозоли Сибири», Международную школу молодых ученых «Физика окружающей среды» совместно с Национальным исследовательским Томским госуниверситетом.

Важнейшие научные достижения

- Разработана современная концепция самофокусировки света, на основе которой создаются модели процессов распространения лазерного излучения в средах, обеспечивающие прогресс в развитии лазерных технологий, экологии, биофизике, атмосферной оптике. Развита прогностическая модель оптической нелинейности воздуха при распространении в нем импульсного лазерного излучения в десятимикронном диапазоне длин волн. Осуществлено управление положением на трассе области множественной филаментации тераваттных импульсов Ti:Sapphire-лазера изменением числовой апертуры пучка. Впервые экспериментально установлены аномально низкие угловые расходимости постфиламентационных каналов и энергетического резервуара (области внутри пучка, обеспечивающей устойчивое распространение высокоинтенсивных структур) по сравнению с расходимостью пучка в целом.
- Разработанная процедура итерационной адаптивной амплитудно-фазовой коррекции параметров лазерного пучка, распространяющегося в турбулентной атмосфере, позволяет сфокусировать оптическое излучение на шероховатую поверхность объекта в пятно, размеры которого меньше дифракционного, то есть достигнуть суперфокусировки.
- Решена задача дистанционного определения параметров субмикронного аэрозоля средствами зондирования атмосферы фемтосекундными лазерными импульсами с использованием явления генерации суперконтинуального излучения..
- Создана эффективная компьютерная технология атмосферной коррекции инфракрасных спутниковых изображений земной поверхности.
- В результате совместной работы коллектива ученых ИОА СО РАН, Института сильноточной электроники СО РАН и Института проблем химико-энергетических технологий СО РАН создан лидарный комплекс для высокочувствительного лазерного дистанционного обнаружения взрывчатых веществ, обеспечивающего превышение мирового уровня в 3 раза.
- Разработаны теория и методы лидарной диагностики турбулентности и когерентных структур в атмосфере. Совместно с Германским аэрокосмическим центром выполнены обширные экспериментальные исследования эволюции вихревых структур, возникающих в следе самолета.
- Сотрудниками ИОА СО РАН и ИСЗФ СО РАН экспериментально обнаружен неколомгоровский эффект перемежаемости флуктуаций астрономических изображений.
- В приближении физической оптики решена задача рассеяния света на ледяных гексагональных кристаллах перистых облаков в окрестности направления рассеяния назад.
- Институт сочетает работу оптимально размещенных мониторинговых станций с постановкой крупных комплексных экспериментов по измерению основных климатически значимых параметров атмосферы. Активно действуют мобильные лаборатории, базирующиеся на наземных, судовых водных и воздушных (самолеты-лаборатории Ту-134 «Оптик» и Ан-2.) транспортных средствах. Созданная Институтом уникальная многоуровневая система мониторинга парниковых газов отвечает требованиям Всемирной метеорологической организации, предъявляемым к точности измерений.

- Разработана динамическая эмпирическая модель оптических характеристик аэрозоля в нижнем 5-км слое атмосферы Западной Сибири.
- По данным многолетнего самолетного мониторинга парниковых газов над югом Западной Сибири установлено, что концентрация CO₂ и N₂O растет во всей толще зондируемой атмосферы (0–7 км).
- На территории России от Звенигорода до Уссурийска в сотрудничестве с институтами РАН и NASA развернута фотометрическая сеть, в которой пункты наблюдений фотометрами сети «AERONET» органично сочетаются со станциями, оснащенными созданными в Институте фотометрами.
- Совместно с учеными Великобритании впервые экспериментально показано, что континуальное поглощение водяного пара в окнах прозрачности атмосферы ближнего ИК диапазона при повышенных температурах может на порядок величины превышать значения, используемые в современных моделях дистанционного зондирования атмосферы и предсказания климата. Также впервые показано, что континуальное поглощение водяного пара в полосах поглощения в значительной степени (до 50–70%) определяется димерами воды.
- На основе анализа и теоретического моделирования новых спектров высокого разрешения молекул H₂O, CO₂, O₃, N₂O, CH₄, CH₃Cl, C₂H₂ и H₂S значительно расширена информация о параметрах спектральных линий этих молекул, что позволило внести существенный вклад в международную базу данных HITRAN и информационную систему «HITRAN on the Web».
- Получена высокоточная модель поверхности дипольного момента метана. С помощью вариационных методов вычислены частоты и интенсивности переходов метана в диапазоне частот 0–9300 см⁻¹, идентифицировано более 3000 линий.
- Зарегистрировано поглощение H₂ на запрещенных переходах колебательной полосы 0–1 в нанопорах аэрогеля в измерениях на Фурье-спектрометре Bruker IFS 125 HR в диапазоне 4000–4800 см⁻¹ с разрешением 3 см⁻¹ при комнатной температуре и давлении 1 атм.
- На уникальном спектрометрическом комплексе ИОА СО РАН достигнуты рекордные значения чувствительности по коэффициенту поглощения для Фурье-спектрометра с многоходовой 30-метровой оптической кюветой в ИК диапазоне – лучше 10⁻⁹ см⁻¹ и для Фурье-спектрометра со светодиодными источниками в видимой области – 6 × 10⁻⁹ см⁻¹.
- Созданы и применяются на практике лидары различного целевого назначения, разработаны системы оптического и акустического дистанционного определения скорости и направления ветра, параметров турбулентности, температуры и влажности воздуха, характеристик аэрозольных и газовых составляющих атмосферы. Создана и эксплуатируется многоуровневая система глобального мониторинга высотной стратификации оптических и физических параметров атмосферы на основе уникального комплекса стационарных и мобильных установок наземного, морского, воздушного и космического базирования для дистанционного экологического и метеорологического мониторинга.
- Созданы и применяются на практике лазеры на парах галогенидов металлов.
- Определены значения диаметров нанопор в аэрогелях и их зависимости от плотности образца по измеренным ширинам спектральных линий поглощения CO.
- Экспериментально подтверждена возможность использования рассеянного лазерного излучения для трансляции и приема информационных потоков на основе рассеянного лазерного излучения по атмосферным, водным и смешанным каналам.
- Впервые рассчитаны сигналы лидаров с азимутальным и коническим сканированием при зондировании перистых облаков, содержащих кристаллические частицы с преимущественной пространственной ориентацией.
- На основе глобального моделирования спектров высокого разрешения молекул закиси (N₂O) и двуокиси (NO₂) азота созданы высокотемпературные банки параметров спектральных линий, которые могут быть использованы для исследования горячих газовых сред, включая горячие атмосферы планет и экзопланет.
- Впервые предложен и экспериментально исследован согласованный способ ввода энергии возбуждения для CuBr-лазера, работающего в режиме сдвоенных импульсов накачки.

- Теоретически обосновано и впервые экспериментально зарегистрировано явление зеркального отражения оптического излучения наземных источников от атмосферного слоя кристаллических частиц.
- Разработан и экспериментально апробирован новый метод формирования вихревых оптических пучков с изменяемой величиной орбитального углового момента (ОУМ) на основе сложения излучения матрицы волоконных лазеров. Формирование пучка происходит путем управления фазами нескольких субпучков с частотой сдвига фаз более 10^{10} Гц. Метод позволит создавать высокоскоростные системы беспроводной оптической связи для кодировки информации величиной ОУМ с целью защиты от несанкционированного доступа.
- Впервые осуществлен прием и передача информации по атмосферному и подводному каналам распространения рассеянного лазерного излучения на длине волны 510.6 нм в полевых условиях в реальной фоновой обстановке на расстояния до 40 м под водой и до 70 км – в атмосфере. Теоретически и экспериментально доказана возможность создания оптико-электронных систем в видимом диапазоне длин волн для информационного обмена на расстояниях до сотен метров в водной среде и сотен километров в атмосфере.
- На основе глобального моделирования спектров высокого разрешения молекулы ацетилена (C_2H_2) в рамках метода эффективных операторов создан высокотемпературный банк параметров спектральных линий, который может быть использован для исследования горячих газовых сред, включая горячие атмосферы планет и экзопланет, а также для детектирования этого газа в выхлопах различных двигателей.
- Впервые решена задача визуально-оптического контроля (высокоскоростной визуализации) объектов и процессов, экранированных от наблюдателя фоновым излучением, в том числе, при их удаленном расположении (свыше 10 м). В основе метода – использование высокоскоростных усилителей яркости на парах металлов, для которых входной сигнал формируется за счет подсветки объекта наблюдения дополнительным источником излучения.
- Впервые показана возможность управления спектром пропускания нанопористого SiO_2/Al_2O_3 ксерогеля в ближнем ИК-диапазоне при заполнении нанопор молекулами аммиака и ацетона за счет физической адсорбции данных газов. Обнаруженный эффект управляемого просветления нанопористых материалов открывает новые перспективы для создания на их основе оптических сенсоров и затворов.
- На основе данных многолетнего мониторинга атмосферного аэрозоля определены условия «взрывного» образования наночастиц из газовой фазы (нуклеационных всплесков – НВ) в приземном слое атмосферы бореальной зоны Западной Сибири. Всплески наблюдаются в условиях ясной (малооблачной) и маловетреной погоды при низкой суммарной площади поверхности присутствующих в атмосфере аэрозольных частиц. Как правило, они являются результатом конденсации паров продуктов фотохимического и химического окисления биогенных летучих органических соединений. Значимость явления НВ определяется обратными связями, закольцовывающими возрастающие концентрации CO_2 , аэрозоли и климат в лесных экосистемах.
- По результатам многолетних измерений показано, что фотопериодичность водной биоты является ключевым фактором, определяющим суточный ход концентрации CO_2 в поверхностной воде и его потоков в системе «атмосфера–вода» в литоральной зоне Байкала. Предложена эмпирическая модель параметризации суточного хода для периода открытой воды в единых «солнечных координатах», входными параметрами являются дата и время суток.
- В 2009–2018 гг. сотрудниками Института издано 63 монографии, в том числе 15 – за рубежом, опубликовано 2856 статей в ведущих российских и зарубежных рецензируемых научных журналах, прочитано 4787 докладов на российских и международных конференциях, получено 48 патентов и 267 государственных свидетельств о регистрации программ и баз данных; защищено 55 кандидатских и 9 докторских диссертаций.

Важнейшие научные результаты 2018 года:

- В результате многолетнего самолетного мониторинга атмосферы юга Западной Сибири сотрудниками ИОА СО РАН выявлены особенности изменения концентрации углекислого газа на разных высотах в летний период. В частности, установлено, что с 2005 года летние значения концентрации углекислого газа в пограничном слое атмосферы растут со скоростью, превышающей среднеглобальную величину.
- Разработаны эффективные методы лидарной визуализации ветровых структур, турбулентных и волновых процессов в атмосфере. Впервые получены данные о турбулентности, параметрах ветровых волн и низкоуровневых струйных течений (НСТ) в устойчиво стратифицированном атмосферном пограничном слое, где нередко реализуются опасные для авиатранспорта режимы турбулентности. Установлено, что центральная часть НСТ слабо турбулизована и менее стратифицирована, чем периферийные области.
- Впервые экспериментально реализован новый режим передачи высокой интенсивности ультракоротких лазерных импульсов в воздухе в виде пучка бесплазменных протяженных слаборасходящихся каналов, обладающих широким спектром излучения. Фазовые искажения частей лазерного пучка позволяют варьировать положение области филаментации на всей протяженности модельной 140-метровой трассы. В поперечном сечении канала формируются многочисленные узкие протяженные высокоинтенсивные широкоспектральные, слаборасходящиеся оптические структуры. Теоретически установлено, что пространственная устойчивость каналов обеспечивается интерференцией волн центра канала и периферии пучка.
- Впервые выявлены закономерности широтного изменения оптических и микрофизических и характеристик аэрозоля на маршруте от Ла-Манша до Антарктиды, полученных на основе многолетних исследований в Российских антарктических экспедициях 2004–2017 гг. Показано, что пространственное распределение аэрозоля формируется под влиянием континентальных выносов и ледовитости океана. Предложены эмпирические модели средних характеристик аэрозоля для шести широтных зон Восточной Атлантики и 3 зон южной части Мирового океана.
- Предложен метод эмпирической оценки величин регулярной рефракции и расширения лазерного пучка в пограничном слое атмосферы за счет турбулентности. На основе результатов мониторинга микроструктуры и стратификации температурного поля вычислены возможные значения этих величин в разные сезоны года и время суток. Измерения проводились с использованием содара «Волна-4М», метеорологического температурного профилемера МТР-5 и ультразвуковых анемометров-термометров. Установлено, что на наклонных трассах сильная рефракция и одновременно значительное расширение лазерного пучка наиболее часто наблюдаются в холодный период года.
- Установлено, что функция отражения многослойного диэлектрического зеркала изменяется при вариации влажности среды. Наблюдаемый эффект объясняется проникновением водяного пара в нанопористую структуру диэлектрических покрытий. Влияние влажности исследуемого газа существенно зависит от типа многослойного покрытия. Изменение коэффициента отражения зеркал может привести к серьезным ошибкам в измерениях, выполненных с применением высокочувствительных спектроскопических методов, использующих высококачественные резонаторы с коэффициентом отражения зеркала выше 0.9999.
- Впервые выявлен спектральный интервал $60\text{--}200\text{ см}^{-1}$, в котором совместный анализ экспериментальных данных по континуальному поглощению водяным паром, полученных с помощью специального резонаторного спектрометра, и расчетов по асимптотической теории крыльев линий позволяет в пределах вращательной полосы водяного пара выделить спектральные проявления стабильных димеров воды из данных спектроскопического эксперимента.
- Впервые показано, что при зондировании сканирующим лидаром эффект уголкового отражения проявляется как пик коэффициента обратного рассеяния при углах наклона луча лидара около 30° от зенита при наличии в облаке квазигоризонтально ориентированных ледяных пластинок.

Основные приборные разработки 2009–2018 гг.

- Автоматизированный трассовый фотометр
- Автоматическая станция контроля шума авиатранспорта АСКША-4
- Автоматический осадкосборник.
- Адаптивная оптическая система «Ангара»
- Базовый модуль дистанционного газоанализатора с лазерами ИК диапазона.
- Бортовой двухканальный радиометрический комплекс для определения уровня радиационного фона
- Двухкоординатный пьезокерамический корректор углов наклона волнового фронта.
- Двухосевая система управления и контроля поворотом зеркала многоходовой вакуумной кюветы.
- Диффузионный спектрометр для измерения распределения массовой концентрации сажи по размерам в субмикронном аэрозоле
- Зеркальный телескоп с встроенной камерой контроля точности наведения.
- Измеритель высоты нижней границы облачности ИНГО-М.
- Измеритель поляризационных элементов с лазерными реперами.
- Измеритель поляризационных элементов с лазерными реперами.
- Измерительная приставка к Фурье-спектрометру IFS 125 HR.
- Измерительный оптический комплекс на базе Фурье-спектрометра IFS 125HR и 30 метровой многоходовой кюветы с оптической системой Уайта.
- Комплекс аппаратуры для высокоточного контроля состояния облачности над территорией аэродрома
- Комплекс аппаратуры измерения астроклиматических и метеопараметров атмосферы.
- Комплекс измерения астроклиматических и метеорологических параметров КИАМП
- Контроллер ветрового доплеровского лидара.
- Лабораторный электромагнитный реактор для ускорения химических процессов.
- Лазер на бромиде меди с активным теплоизолятором, компьютерным управлением режимами работы и средней мощностью генерации 20 Вт.
- Лазер на парах бромида меди с активным теплоизолятором и транзисторным источником питания (CUBR-AT-T-ЛАЗЕР)
- Лидар «ФАРАН-М2».
- Лидар для зондирования оптических и микроструктурных характеристик стратосферного аэрозольного слоя на длинах волн 355, 532 и 683 нм.
- Лидар для синхронного измерения профилей температуры и влажности атмосферы.
- Малогабаритный измеритель вектора Стокса с лазерными реперами, датчиком горизонтального уровня и оптическим прицелом.
- Малогабаритный усилитель яркости/лазер на парах бромида меди.
- Метеорологический акустический локатор (сонар) «Волна-4М-СТ».
- Многоволновый дифференциальный аэталометр «МДА»
- Многоканальные приборы счета фотонов.
- Многофункциональный контроллер экспериментальной установки с управлением через интернет.
- Мобильный (самолетный) поляризационный лидар «ЛОЗА-A1».
- Мобильный многоволновой поляризационный лидар «ЛОЗА-A2».
- Модуль оптической фазированной решетки с внутренним контуром обратной связи.
- Неинвазивная технология контроля герметичности бронхолегочной системы при хирургических вмешательствах в условиях искусственной вентиляции легких
- Низкотемпературная вакуумная кювета.
- Ореольный фотометр закрытого объема
- Панорамно-оптическая станция «TomSky».
- Панорамный сканатор.
- Портативный солнечный фотометр SPM
- Прецизионный зеркальный модулятор интенсивности лазерного излучения

- Программно-аппаратный комплекс для регистрации слабых оптических сигналов методом счета фотонов.
- Проточный флуориметр
- Расширитель лазерного пучка четырехволнового Nd:YAG лазера.
- Регулятор выпрямленного напряжения.
- Сетевой солнечный фотометр SP-9
- Система для микрообработки материалов на базе CUBR-AT-лазеров (лазеры на парах бромида меди с активным теплоизолятором)
- Сканирующий многоволновой поляризационный лидар «ЛОЗА-МЗ».
- Солнечный трекер для Фурье-спектрометра с оптоволоконной оптикой
- Типовая камера для измерения потоков парниковых газов с поверхности почвы.
- Трёхволновый зеркальный перестраиваемый коллиматор
- Трёхволновый расширитель лазерного пучка.
- Угловой поляризационный спектронефелометр APSN-02
- Универсальный юстировочный столик.
- Установка для разделения изотопов лития методом зонной плавки.
- Устройства для прецизионных поляризационных измерений.
- Устройство для измерения параметров лазерных пучков.
- 32-канальный оптимизирующий процессор
- 8-канальный 2-х частотный модулятор фазы оптического сигнала.
- CDSD-4000: Высокотемпературный банк параметров спектральных линий CO₂.