

**Важнейшие достижения Института оптического мониторинга СО РАН, опубликованные в отчетах РАН и СО РАН за 1993–2001 гг.**

**1993**

**Из отчета «О деятельности Сибирского отделения Российской академии наук в 1993 году»**

В Институте оптики атмосферы совместно с КТИ «Оптика» завершено формирование приборного комплекса для летающей лаборатории на базе самолета АН-30. Этот комплекс обеспечивает климато-экологический мониторинг атмосферы и подстилающей поверхности и включает широкий набор средств прямых и дистанционных измерений (спектрометры, лидары, теле- и тепловизионная техника).

Проведен анализ данных многолетнего самолетного зондирования нижней тропосферы над территорией Западной Сибири, позволивший, в частности, обнаружить межгодовые циклы изменчивости содержания аэрозоля.

Периоды максимального содержания аэрозоля в атмосфере совпадают с действием мощных извержений вулканов: в 1982 г. – вулкана Эль-Чичон в Мексике и в 1991 г. – вулкана Пинатубо на Филиппинах (рис. 1).

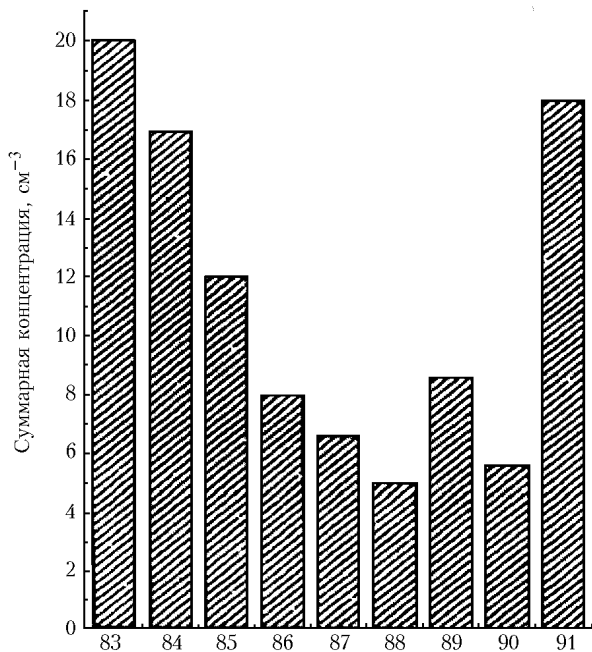


Рис. 1. Гистограмма среднегодовой общей концентрации частиц аэрозоля с размерами более 0,2 мкм по радиусу в слое атмосферы от 0 до 3 км

На региональном уровне влияние замутненности атмосферы (из-за переноса частиц, попадающих в нее при извержении вулканов) на климат наиболее отчетли-

во проявляется в годовой амплитуде температуры нижних слоев атмосферы – при максимальной замутненности имеют место более теплые зимы и более прохладное лето и, наоборот, в периоды минимального содержания аэрозоля наблюдается наибольший температурный контраст между летом и зимой, т.е. увеличивается континентальность климата.

**1994**

**Из «Отчета о деятельности Сибирского отделения Российской академии наук в 1994 г. Том I. Основные результаты фундаментальных исследований по приоритетным направлениям развития науки и техники»**

1. Создана эколого-метеорологическая обсерватория, позволяющая проводить комплексные исследования атмосферы и изучение влияния на состав воздуха и климат естественных и антропогенных факторов. Обсерватория оснащена уникальным оборудованием, включая лазерные и радиоволновые станции дистанционного зондирования атмосферы и является одновременно центром фундаментальных исследований земной атмосферы и полигоном для испытания новых эколого-метеорологических приборов (Конструкторско-технологический институт «Оптика».)

2. Завершены работы по разработке промышленного лазерного интерферометра для контроля крупногабаритных оптических деталей. В основу устройства положены оригинальные технологические решения в силовой части (диаметр апертуры 1 м), блоке компенсатора, устройстве обработки интерферограмм, отличающие его от известного мирового уровня (MARK-IV, фирмы ZIGO, USA). (Конструкторско-технологический институт «Оптика».)

**1995**

**Из отчета «О деятельности Сибирского отделения Российской академии наук в 1995 году»**

В мае 1995 г. на трехгодичный срок эксплуатации на станции «Мир» (модуль «Спектр») запущен первый российский космический лидар «БАЛКАН-1», разработанный в Институте оптики атмосферы совместно с КТИ «Оптика», для зондирования облачных полей и земной поверхности из космоса (рис. 2).

В июле – октябре успешно проведены первые серии экспериментов с лидаром «БАЛКАН-1», подтвердившие правильность заложенных в нем научных и технических решений.

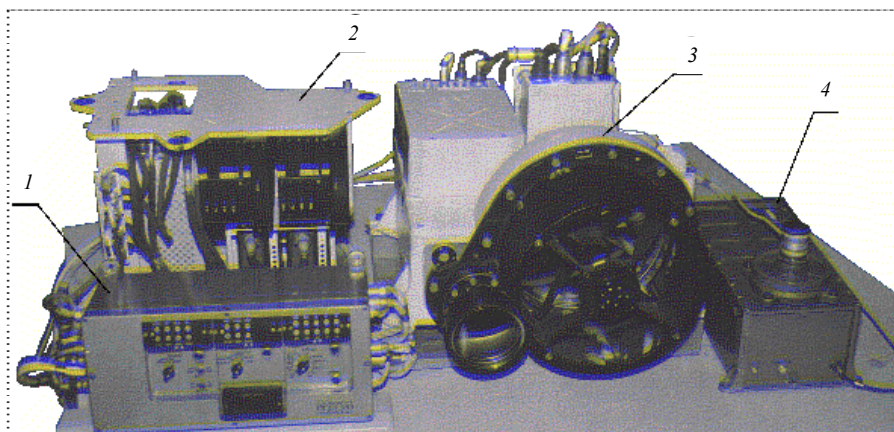


Рис. 2. Внешний вид составных частей лидара «БАЛКАН»: 1 – пульт управления; 2 – блок дальномерного канала; 3 – приемопередатчик; 4 – блок лидарного сигнала

1998

**Из отчета «О деятельности Сибирского отделения Российской академии наук в 1998 году»**

1. Институтом оптического мониторинга разработаны высоко воспроизводимая (до 50%) технология выращивания монокристаллов  $ZnGeP_2$  и технология отжига, обеспечивающая контролируемые оптические свойства кристаллов (коэффициент поглощения менее  $0,1 \text{ см}^{-1}$ ) в диапазоне длин волн 3–8 мкм (рис. 3), что существенно повысило эффективность преобразователей частоты ИК-диапазона на их основе, предназначенных для систем дистанционного зондирования атмосферы. (Науки о Земле. Геохимия, минералогия, петрография).

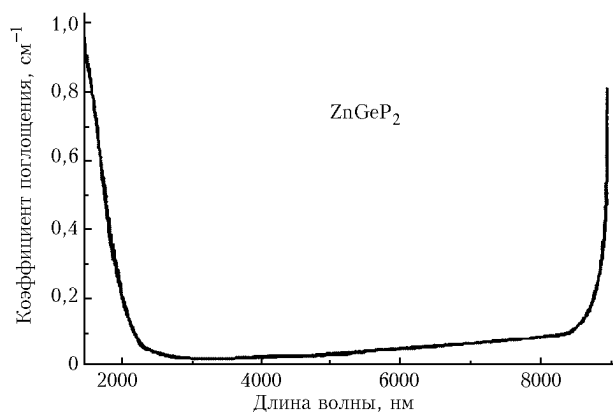


Рис. 3. Спектр поглощения кристаллов  $ZnGeP_2$

2. Институтом оптического мониторинга совместно с кафедрой метеорологии и климатологии Томского госуниверситета путем обработки данных за период несколько десятилетий по 114 метеостанциям северного полушария выявлена высокая корреляция среднегодовых значений приземной температуры воздуха ( $T$ ) и амплитуды ее годового хода ( $A_T$ ). Последняя определялась как усредненная по годам половинная разность среднемесячных температур наиболее холодного и теплого месяцев для каждой метеостанции. Как видно из рис. 4, высокая корреляция значе-

ний  $T$  и  $A_T$  выявляет общую закономерность для различных климатических зон северного полушария.

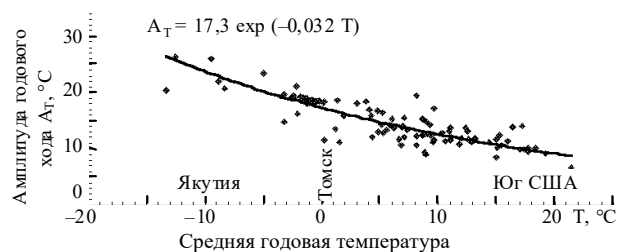


Рис. 4. Зависимость между средней годовой температурой и амплитудой годового хода температур для северного полушария

При этом из анализа многолетних изменений температуры следует, что процессы глобального потепления ведут к постоянному уменьшению амплитуды годового хода. Одним из проявлений этой закономерности является меньший рост температуры в летние месяцы по сравнению с зимними при общем потеплении. (Науки о Земле. Океанология, физика атмосферы и география).

1999

**Из «Отчета о деятельности Российской академии наук в 1999 году. Науки о Земле. Океанология. Физика атмосферы. География»**

1. Создан не имеющий аналогов в мире алгоритм расчета потоков теплового излучения в радиационных блоках климатических моделей. Оптимизированный эталонный алгоритм и его параметрическая модификация на основе преобразования Лапласа значительно сокращают время вычислений при погрешности вычислений не более 0,5% (ИОМ СО РАН).

2. Разработан и экспериментально подтвержден метод оценки физических свойств нового класса нелинейно-оптических кристаллов смешанного типа (ИОМ СО РАН).

3. Разработана аналитическая трехпоточковая модель для последовательного расчета потоков прямого и рассеянного солнечного излучения с обоснованными границами

применимости в безоблачной атмосфере и при сплошной облачности. С помощью предлагаемой модели впервые обеспечивается строгое описание изменений радиационных потоков в указанных условиях под воздействием природных или антропогенных факторов (ИОМ СО РАН).

**Из отчета «О деятельности  
Сибирского отделения Российской  
академии наук в 1999 году»**

Институтом оптического мониторинга впервые выращены кристаллы смешанного типа и впервые реализовано в этом классе нелинейно-оптических кристаллов преобразование частоты, а именно, генерация второй гармоники CO<sub>2</sub>-лазера в кристаллах AgGa<sub>0,6</sub>In<sub>0,4</sub>Se<sub>2</sub>, представляющих смесь исходных кристаллов AgGaSe<sub>2</sub> и AgInSe<sub>2</sub> (рис. 5).

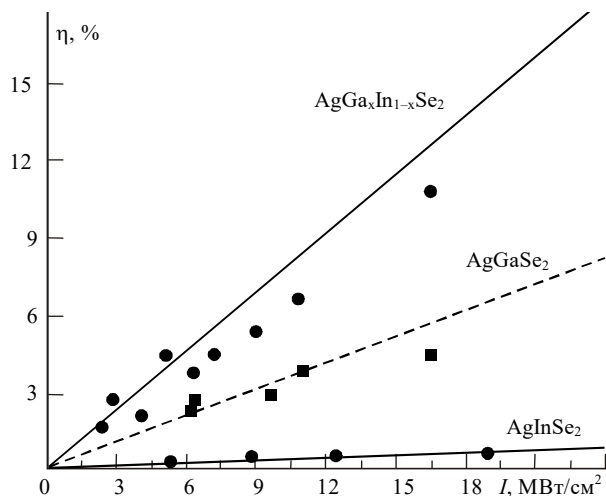


Рис. 5. Зависимость эффективности генерации второй гармоники CO<sub>2</sub>-лазера в исходных кристаллах AgInSe<sub>2</sub> (нижняя сплошная линия – теория, точки – эксперимент) и AgGaSe<sub>2</sub> (пунктирная линия – теория, прямоугольники – эксперимент), и в смешанном кристалле AgGa<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Se<sub>2</sub> длиной 11 мм при  $x=0,6$  (верхняя сплошная линия – теория, точки – эксперимент)

Подбором состава обеспечено выполнение условий некритичного фазового синхронизма, что обусловило трехкратное преимущество по эффективности смешанного кристалла по сравнению с максимальными возможностями исходных кристаллов. Дальнейшее ее увеличение будет пропорционально квадрату длины используемых кристаллов. (Науки о Земле. Петрология, геохимия, минеральные ресурсы).

**2000**

**Из отчета «О деятельности  
Сибирского отделения Российской  
академии наук в 2000 году»**

1. Институтом оптического мониторинга выполнен статистический анализ температурного режима Северной Азии по данным 134 метеостанций за период с 1955 по 1998 г., позволивший выявить очаговый характер потепления с максимальным трендом, превышающим 0,5 °C/10 лет (рис. 6). При этом межсезонная амплитуда колебаний среднемесячной температуры уменьшается с ростом среднегодовой для Северной Азии в целом, за исключением района

Верхоянского полюса холода, где соответствующая зависимость имеет противоположный характер. (Науки о Земле. Геология окружающей среды, геоэкология).

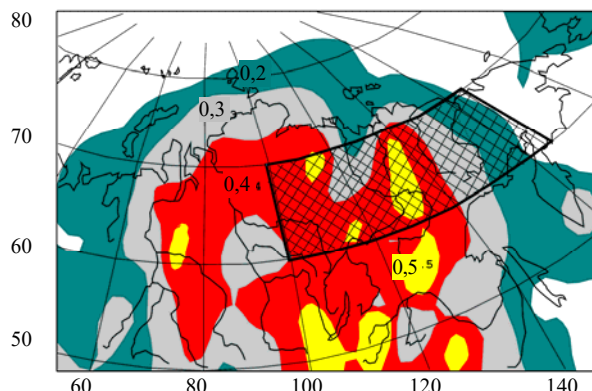


Рис. 6. Уровни трендов потепления Северной Азии, °C/10 лет. Штриховкой выделен район, в котором амплитуда годового хода температуры увеличивается с ростом среднегодовой температуры

2. Институтом оптического мониторинга предложен и впервые апробирован системно-эволюционный подход к исследованиям современных изменений региональных природно-климатических систем и к многофакторному моделированию процессов энергомассопереноса в земной атмосфере с учетом согласованности межсистемных отношений. На основе этого подхода разработаны не искажающие сглаживающим осреднением новые методы обработки и анализа результатов мониторинга для оценки региональных климатических изменений. На рис. 7 в качестве примера приведены результаты обработки метеорологических данных по трем городам Сибири, позволяющие выявить региональные особенности эволюции температур, изломы эволюционной траектории, в частности заметный излом в 60-е г., отмеченный для всего северного полушария. (Науки о Земле. Геология окружающей среды, геоэкология).

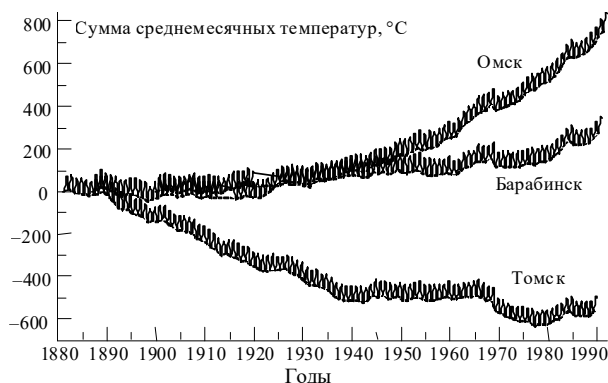


Рис. 7. Эволюционные траектории температурного режима для трех региональных природно-климатических зон Сибири

3. Институтом оптического мониторинга развит метод дифференциального поглощения для перекрывающих полос в ультрафиолетовой области спектра и завершена разработка автоматизированного газоанализатора окиси азота и двуокиси серы в дымовых выбросах с пороговой чувствительностью 1 мг/м<sup>3</sup> (рис. 8).

Импортозамещающий двухкомпонентный газоанализатор «ДОГ-2» предназначен для экологического контроля выбросов и оперативного регулирования режима сжигания топлива на ТЭЦ.

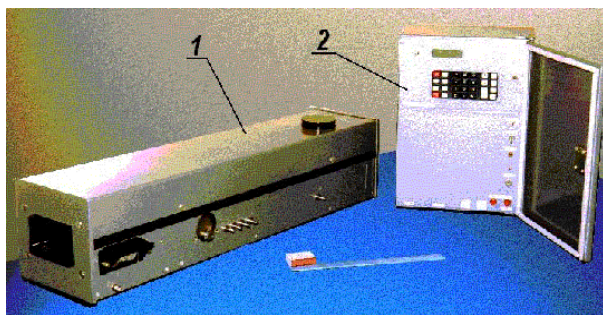


Рис. 8. Газоанализатор «ДОГ-2»

Разработанные научные основы и новые технические решения обеспечивают для газоанализатора высокие эксплуатационные качества (срок непрерывной работы – до одного года), многофункциональные технологические возможности и малую инерционность (время одного измерения – 8 с). (Науки о Земле. Геология окружающей среды, геоэкология).

4. Этим же институтом разработана новая технология производства кристаллов с повышенным оптическим качеством для эффективных преобразователей частоты лазерного излучения систем дистанционного мониторинга атмосферы в среднем инфракрасном диапазоне. Она основана на результатах многолетних экспериментальных исследований по влиянию на коэффициент поглощения кристаллов  $ZnGeP_2$  условий синтеза соединения, выращивания и легирования монокристаллов, их термообработки и дозированного облучения электронными пучками.

Как видно из рис. 9, термообработка кристаллов заметно улучшает их оптические свойства, а последующее облучение быстрыми электронами (с энергией более 5 кэВ) приводит к дальнейшему уменьшению коэффициентов поглощения в среднем ИК-диапазоне ( $< 0,05 \text{ см}^{-1}$  на длине волны 2 мкм).

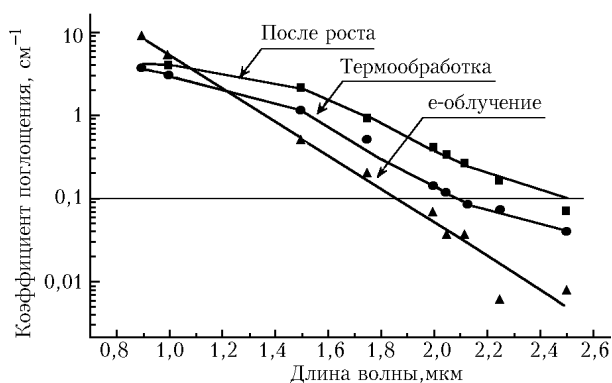


Рис. 9. Спектры поглощения кристаллов  $ZnGeP_2$  на различных стадиях их производства

Достигнутый уровень оптического качества кристаллов, полученных по разработанной технологии, обеспечивает производство параметрических генераторов света с повышенной эффективностью в диапазоне 3–10 мкм при использовании лазерной накачки с различными активными элементами ( $LiYF_4$ : Ho, ПГС на основе КТР с накачкой YAG:Nd-лазера). (Науки о Земле. Геология окружающей среды, геоэкология).

1997–2001

*Из отчета «Отчетные материалы о деятельности Президиума РАН в 1997–2001 гг. Науки о Земле. Океанология, физика атмосферы и география»*

Статистический анализ температурного режима Сибири по данным 134 метеостанций за период с 1955 по 1998 г. выявил очаговый характер потепления с максимальным трендом, превышающим  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}/10$  лет. Межсезонные колебания среднемесячной температуры уменьшаются с ростом среднегодовой амплитуды для Сибири в целом, за исключением района Верхоянского полюса холода, где соответствующая зависимость имеет противоположный характер. (ИОМ СО РАН).

*Из отчета «Сибирское отделение Российской академии наук. 1997–2001 гг.»*

1. В Институте оптического мониторинга разработана серия импортозамещающих газоанализаторов для контроля содержания  $NO$  и  $SO_2$  в дымовых выбросах с пороговой чувствительностью  $1 \text{ мг}/\text{м}^3$ . Одно- и двухкомпонентные газоанализаторы сертифицированы и производятся для экологического мониторинга дымовых выбросов и оптимизации режима сжигания топлива на тепловых электростанциях. (Науки о Земле. Приборостроение).

2. Институтом оптического мониторинга по результатам статистического анализа температурного режима приземного слоя атмосферы за последние десятилетия на юге Сибири установлено, что на фоне систематического повышения среднегодовой температуры выявлен устойчивый очаговый характер ускоренного потепления ее отдельных регионов с максимальным трендом более  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  за 10 лет (см. рис. 6). При этом амплитуда годового хода среднемесячной температуры в приземном слое атмосферы  $A_T$ , характеризующая устойчивость климатической системы, сохраняет в среднем зависимость от среднегодовой температуры  $T$  (в кельвинах), близкую к линейной типа  $A_T = \alpha (300 - T)$ , где  $\alpha$  для северного полушария в целом равна 0,56, а для различных климатических зон Сибири принимает значения от 0,4 до 0,8. (Науки о Земле. Прогноз глобальных изменений природной среды и климата, география).

*Материалы подготовлены ученым секретарем института к.т.н. О.В. Яблоковой*