

И.И. Ипполитов, М.В. Кабанов, В.Н. Маричев*

Геофизический стационар ИОМ СО РАН для мониторинга климато-экологических изменений

*Институт оптического мониторинга СО РАН,
Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

Поступила в редакцию 12.11.2001 г.

Рассмотрено состояние средств наблюдений на геофизическом стационаре ИОМ СО РАН. Помимо сертифицированной метеостанции II категории в составе стационара действуют посты наблюдений рассеянной УФ-радиации, напряженности электрического поля, содержания ртути в окружающей среде. Дается краткое описание соответствующих средств наблюдений и приводятся некоторые полученные с их помощью результаты. Рассматриваются ближайшие перспективы развития средств наблюдений.

Введение

Причинно-следственная связь глобальных изменений окружающей среды и климата, а также влияние региональных особенностей и антропогенных факторов на эти изменения относятся к числу современных фундаментальных проблем наук о Земле, решение которых нуждается в корректном пересмотре как методологии исследований [1], так и технических средств долговременных природных наблюдений.

С учетом того что перечень климатообразующих и антропогенных факторов постоянно уточняется, а многие из факторов являются многопараметрическими, становится ясно, что задача климато-экологического мониторинга имеет сложный и многоплановый характер. Для решения этой задачи разработаны и применяются наземные, космические, самолетные, корабельные и аэростатные средства наблюдений, призванные получать наблюдательную информацию, разрешенную по пространству и времени.

Научно-методические основы регионального климато-экологического мониторинга разработаны одним из авторов этой статьи и опубликованы в [2–4]. В них сформулированы приоритетные задачи мониторинга, касающиеся режимов природных измерений, физического и математического моделирования атмосферных процессов и явлений, применения геоинформационных технологий при накоплении, систематическом анализе и обобщении информационного материала по различным природным образованиям.

Основной задачей, которую призваны решать стационарные пункты наблюдений, является получение длительных однородных рядов параметров, характеризующих поля различных геофизических величин. Из полученных рядов наблюдений могут быть определены характеризующие изменчивость величины, такие как тренды, явные и скрытые периодичности, важные с точки зрения предстоящих изменений.

Отметим также то обстоятельство, что информация, получаемая на стационарных пунктах наблюде-

ний, используется как входная в климатических моделях и моделях общей циркуляции атмосферы, а также для верификации спутниковых наблюдений.

Наконец, ряды наблюдений, полученные на стационарных пунктах, эффективно используются для установления статистических связей между различными метеорологическими и геофизическими величинами, что способствует выявлению физических механизмов, лежащих в основе климатической изменчивости под воздействием природных и антропогенных факторов.

Назначение геофизического стационара ИОМ СО РАН

Геофизический стационар ИОМ СО РАН находится на восточной окраине Томского академгородка на площади 4,9 га. На этой площади располагается монтажно-испытательный корпус, здание операторской, электрическая подстанция и другие вспомогательные сооружения.

Возникновение и развитие геофизического стационара тесно связаны с формированием в 1993 г. проекта «Климато-экологический мониторинг Сибири» (КЭМС), исполнителями которого являются ряд академических и вузовских организаций Сибири, а координирующей организацией – ИОМ СО РАН. Главная цель проекта КЭМС состоит в том, чтобы на основе систематического и комплексного контроля физико-химического состояния атмосферы с учетом возрастающего антропогенного воздействия выявить долговременные климато-экологические изменения и дать своевременные рекомендации по учету влияния этих изменений на социально-экономическое развитие Сибири. Этот проект получил существенную поддержку, связанную с подписанием в 1993 г. председателем СО РАН академиком В.А. Коптюгом и главой администрации Томской области В.М. Крессом соглашения о совместных действиях по реализации программы КЭМС на территории Томской области. Этим соглашением была предусмотрена организация в г. Томске

базового центра по долговременному контролю воздушного бассейна Сибирского региона по метеорологическому обеспечению экологических и гидрометеорологических технических средств, по геоинформационно-аналитическому обеспечению мониторинга. Во многом благодаря этой поддержке в 1994 г. в составе ИОМ СО РАН была открыта сертифицированная метеостанция II категории и получили развитие описанные ниже посты наблюдений.

Геофизический стационар осуществляет работы в следующих основных направлениях.

1. Мониторинг геосферных процессов в условиях антропогенных воздействий.

2. Испытания новых приборов, комплексов и технологий мониторинга в натуральных условиях.

3. Осуществление роли учебного научного полигона для практикума студентов томских вузов и повышения квалификации специалистов.

Действующие технические средства наблюдений

На геофизическом стационаре ИОМ СО РАН работают в мониторинговом режиме: сертифицированная метеостанция II категории, пост наблюдений рассеянной УФ-радиации, пост измерения напряженности электрического поля в атмосфере, пост измерения ртутных загрязнений в окружающей среде.

Метеостанция

На метеостанции в стандартном (8 сроков в сутки) режиме производится определение метеорологических параметров атмосферы, приведенных ниже.

Параметр	Точность измерения
Атмосферное давление воздуха (барометр), мбар	0,1
Температура воздуха при барометре, °С	0,1
Температура воздуха (ртутный термометр), °С	0,1
Максимальная температура воздуха, °С (ртутный термометр)	0,1
Минимальная температура воздуха, °С (спиртовый термометр)	0,1
Относительная влажность, %	
психрометр (выше -10 °С)	1
волосной гигрометр (ниже -10 °С)	1
Температура подстилающей поверхности (ПП), °С	0,5
Максимальная температура ПП, °С (ртутный термометр)	0,5
Минимальная температура ПП, °С (спиртовый термометр)	0,5
Температура почвы под естественным и вскопанным покровом, °С	0,1
Скорость ветра, м/с	1
Направление ветра, град	
анеморумбометр	1
флюгер	5-10
Высота нижней границы облачности, м	
РВО	5-10
визуально	50-100
Количество осадков, мм	0,1
Высота снежного покрова, см	1
Облачность (10-балльная система), балл	1
Степень покрытия ориентира дымкой, балл	1

Пост наблюдения рассеянной УФ-радиации

Выбор для мониторинга рассеянной компоненты солнечной УФ-радиации на поверхности Земли был обусловлен тем обстоятельством, что для г. Томска характерно преобладание в году числа дней с облачностью, поэтому накопление с помощью наземных технических средств представительных рядов наблюдений для прямой радиации является проблематичным.

Наблюдения проводятся с помощью фильтрового УФ-спектрофотометра [5]. В приборе в качестве приемной антенны использован полушар из кварца КУ-2, обращенный вверх выпуклой стороной. Эта антенна обеспечивает сбор излучения в телесном угле, плоский угол в вершине которого равен 110°. При высоте Солнца более 35° на приемную антенну прибора, установленного горизонтально, попадает и прямое, и рассеянное солнечное излучение; при высоте Солнца менее 35° только рассеянное.

Спектральная часть прибора реализована в виде блока, содержащего два светофильтра в соответствии с областями спектра УФ-А, УФ-В. Характеристики использованных светофильтров приведены на рис. 1.

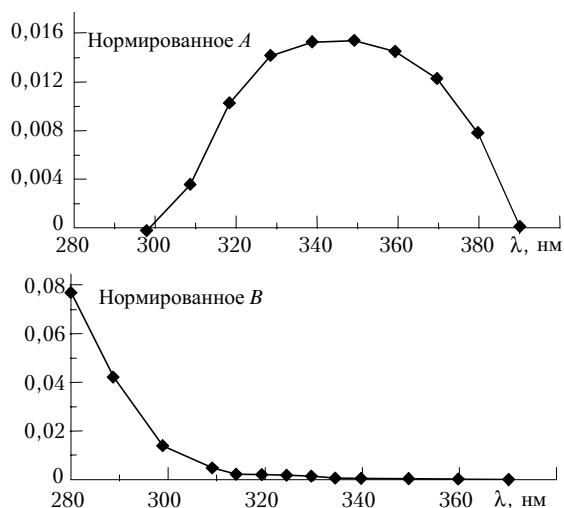


Рис. 1. Нормированные на единицу кривые спектральной чувствительности каналов А и В спектрофотометра

Приемником монохроматического излучения является фотоумножитель с теллурурбидиевым фотокатодом ФЭУ-170. Выбор этого фотоумножителя определяется следующим обстоятельством. Поток излучения области В от Солнца и неба на несколько порядков слабее, чем поток излучения области А. Поэтому необходимо, чтобы чувствительность фотоприемника в области В была значительно выше, чем в области А. Кривая чувствительности теллурурбидиевого фотокатода в полной мере обладает этим свойством.

Для измерения электрического сигнала от фотоумножителя использован измерительный цифровой блок с жидкокристаллической индикацией. Отдельный выход предназначен для подключения спектрометра к персональному компьютеру.

На рис. 2 представлен типичный суточный ход потока рассеянной УФ-В радиации, полученный для облачных условий наблюдений 30.06.99 г.

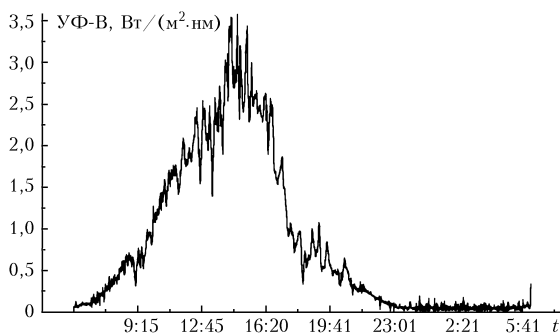


Рис. 2. Суточный ход потока УФ-В-радиации

Мониторинговые измерения УФ-радиации проводятся с 1994 г. по трем мировым геофизическим дням каждого месяца. Накопленные ряды наблюдений были использованы для оценки влияния на радиационные потоки таких факторов, как альbedo поверхности, состояние облачности, общее содержание озона [6, 7].

Пост измерения напряженности электрического поля в атмосфере

Для измерения напряженности электрического поля используется аппаратный комплекс с автоматической обработкой результатов измерения, блок-схема которого представлена на рис. 3.

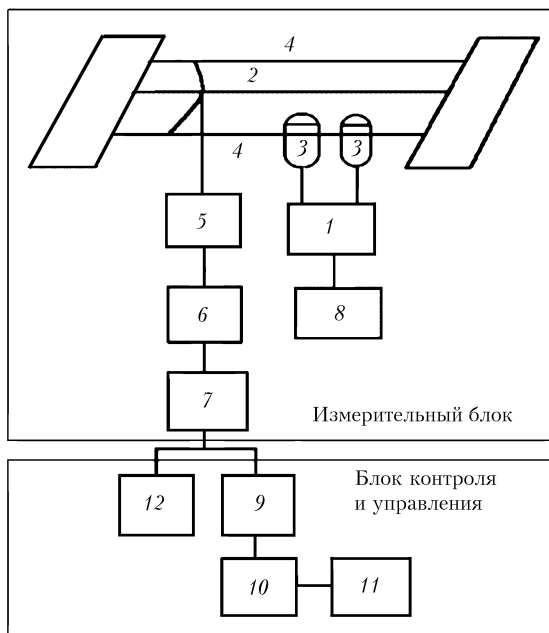


Рис. 3. Структурная схема аппаратного комплекса «ELEFIELDS»

Он состоит из измерительного блока 1–8, который представляет собой струнный датчик электростатического поля [8], и блока контроля и обработки ин-

формации 9–12, включающего в себя цифровой вольтметр 12 для визуального контроля показаний датчиков, аналого-цифровой преобразователь 9, ЭВМ типа IBM PC 10 и дисковод 11. Струнный датчик работает следующим образом. Задающий генератор 1 возбуждает в стальной струне 2 через контурные катушки 3 колебания с частотой 400 Гц. На этой же струне, заземленной через корпус датчика, индуцируется электрическим полем заряд, пропорциональный напряженности этого поля. За счет колебаний заряженной струны периодически, с заданной частотой, изменяется электрическое поле на измерительной струне 4. Переменное электрическое поле, возникающее в измерительной цепи, усиливается предварительным усилителем 5, далее выпрямляется детектором 6, усиливается выходным усилителем постоянного тока 7 и затем поступает в блок контроля и обработки информации. На выходе прибора измеряется постоянное напряжение, пропорциональное измеряемой величине напряженности электрического поля. Для калибровки датчика и построения градуировочной кривой $E = f(V)$ В/м (где V – величина напряжения, снимаемого с датчика) используется плоский конденсатор с компенсацией краевых эффектов размером $50 \times 50 \times 50$ см, на обкладки которого попадает напряжение от калиброванного источника питания.

На рис. 4 приведены результаты (обработка Ю.А. Пхалагова, ИОА СО РАН) синхронных наблюдений потока УФ-излучения и напряженности электрического поля для безоблачных условий наблюдений 26.05.2000 г. Видно, что максимальному значению потока соответствует минимум напряженности

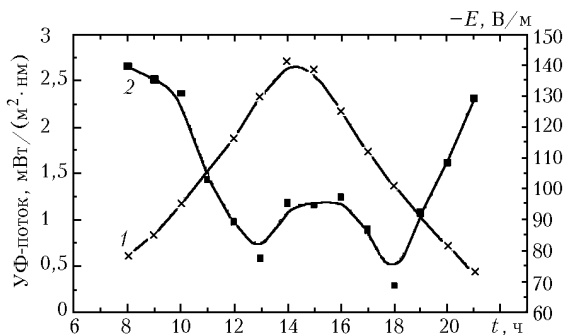


Рис. 4. Суточный ход потока УФ-излучения (1) и напряженности электрического поля (2), полученный для безоблачных условий 26.05.2000 г.

электрического поля. Такая зависимость, полученная также и для дней наблюдений со сплошной облачностью, позволяет рассматривать в качестве наиболее вероятной гипотезу о фотохимическом механизме влияния солнечного УФ-излучения на электропроводимость атмосферы.

Накопленный массив данных наблюдений позволил, в частности, совместно с СФТИ при ТГУ и ИОА СО РАН, выполнить экспериментальную проверку справедливости так называемого электрооптического соотношения, определяющего связь напряженности поля E и аэрозольного коэффициента ослабления α в

виде $E \sim \alpha \sim S_M^{-1}$, где S_M – метеорологическая дальность видимости.

Пост измерения ртутных загрязнений в окружающей среде

Принцип действия разработанного в ИОМ СО РАН газоанализатора РГА-11 основан на методе дифференциального поглощения с использованием эффектов Зеемана и изотопического расщепления резонансной спектральной линии ртути с длиной волны $\lambda = 253,652$ нм [9].

Конструктивно газоанализатор ртути представляет собой два отсека: многоходовая оптическая кювета и измерительный блок, и работает следующим образом. Излучение моноизотопной ртутной лампы ВСБ-1, помещенной в продольное магнитное поле, создаваемое постоянным магнитом, выходит из излучателя и состоит из двух зеемановских компонент с круговой поляризацией. Эти компоненты разделяются во времени с помощью резонансного фотоупругого модулятора поляризации и призмы Глана из исландского шпата. Фотоупругий модулятор состоит из пластины плавленого кварца и склеенного с ней кварцевого резонатора.

Колебания, возбуждаемые пьезокварцем на резонансной частоте ~ 50 кГц, создают в пластине плавленого кварца механические напряжения, приводящие к модулированному на этой же частоте двойному лучепреломлению в пластине. Изменением амплитуды электрического сигнала, прикладываемого к пьезокварцу, и поворотом призмы Глана добиваются того, чтобы линейно-поляризованные σ^+ - и σ^- -компоненты поочередно с частотой модуляции выходили из модулятора. Разделенное указанным способом излучение лампы посредством трехлинзовой системы поочередно направляется в оптическую кювету. Регистрация излучения, прошедшего через оптическую шестиходовую кювету, осуществляется фотоприемником. При наличии в кювете паров ртути фотоприемник выдает переменный сигнал, который после усиления поступает на блок цифровой обработки. Результат измерений отображается на цифровом табло. Имеется аналоговый выход для подключения газоанализатора к внешней ЭВМ.

Газоанализатор не требует пробоподготовки и предварительного концентрирования ртути на сорбентах и при этом обладает очень высокой чувствительностью: в воздухе от 30 до 10000 нг/м³, в воде от 0,1 до 50 нг в пробе объемом 2 мл. Кроме того, все спектроскопические эффекты, используемые для модуляции излучения, осуществляются в спектральном диапазоне шириной 0,004 нм, что обеспечивает чрезвычайно высокую селективность газоанализа.

На рис. 5 показано распределение ртути по глубине, определенное из торфяной колонки месторождения «Самара» Большого Васюганского болота [10]. Анализ показывает, что пик, расположенный в верхнем полуметровом слое торфа, образовался в результате индустриальной деятельности. Колебания содержания

ртути в более глубоких слоях, по-видимому, вызваны различной сорбционной способностью соответствующих слоев торфа.

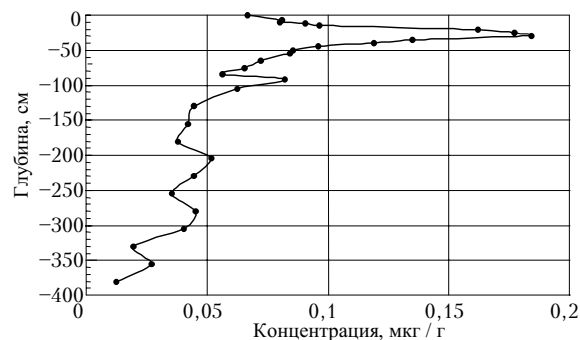


Рис. 5. Распределение ртути по глубине в торфе

Планируемые к вводу технические средства наблюдений

При разработке и установке на геофизическом стационаре ИОМ СО РАН новых технических средств мы исходим из того, что ряд геофизических параметров уже в определенной мере обеспечен измерительными средствами в других организациях г. Томска. Так, фактически в мониторинговом режиме осуществляются наблюдения атмосферного аэрозоля в ИОА СО РАН, многолетние ионосферные наблюдения в радиоволновом диапазоне осуществляются в СФТИ при ТГУ, разработка дополнительных технических средств по дистанционному зондированию атмосферной радиоактивности проводится в ТПУ и ТУСУРе, поэтому приобретение или разработка новых технических средств для геофизического стационара планируется из соображений дополнения, а не дублирования.

Исходя из сказанного, в ближайшие годы предусматривается ввести в состав геофизического стационара дополнительные технические средства, первоочередными из которых являются: актинометрический пост, автоматизированный метеокомплекс АМК-01, пост регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), акустический пост контроля пограничного слоя атмосферы.

На стационаре в настоящее время выполняется также специальная программа по автоматизации измерений. Стандартные и нестандартные измерительные средства через специально разработанные контроллеры подключаются к IBM PC, которая производит сбор данных и обработку результатов измерений. Далее эти результаты через модемную линию связи планируется передавать на сервер климато-экологической обсерватории. При этом существенно, что программными средствами по обработке результатов измерений предусматривается получение не только средних значений измеряемых параметров, но и их первых производных по времени (в пределах обоснованного интервала времени) в соответствии с научно-методическими требованиями по мониторингу природно-климатических изменений.

Актинометрический пост является стандартным в отечественной и мировой практике и позволяет производить наблюдения за такими элементами радиационного режима, как:

– *прямая солнечная радиация*, поступающая непосредственно от Солнца и околосолнечной зоны радиусом 5° (измерения выполняются актинометром Савинова – Янишевского АТ-50);

– *рассеянная солнечная радиация*, поступающая на горизонтальную поверхность от всех точек небесного свода, за исключением диска Солнца и околосолнечной зоны радиусом 5° , в результате молекулярного и аэрозольного рассеяния атмосферы (измеряется затененным пиранометром Янишевского М-80);

– *суммарная солнечная радиация*, отражающая общий приход к горизонтальной поверхности прямой и рассеянной солнечной радиации (измеряется незатененным пиранометром);

– *отраженная радиация*, т.е. та часть суммарной солнечной радиации, которая отразилась от деятельной поверхности (измеряется пиранометром, головка которого повернута к деятельной поверхности).

По величинам суммарной и отраженной радиации рассчитывается *альбеда*, т.е. отношение отраженной солнечной радиации к суммарной. Выражается в долях единицы или процентах. Разность между суммарной и отраженной радиацией определяет *баланс коротковолновой радиации*.

Наблюдения проводятся на уровне 1,5 м в любую погоду за исключением ливня и сильного дождя, метели. В этих случаях срок либо сдвигается, либо отменяется. Сроки наблюдения (время местное): 8.50, 11.50, 14.50, 17.50, 20.50.

Автоматизированный комплекс АМК-01 [11] предназначен для регистрации основных метеорологических параметров атмосферы: скорости и направления ветра, температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления. Комплекс может устанавливаться на грунте (на открытых площадках), на крышах зданий и сооружений, а также в производственных помещениях. Он изготавливается в ранцевом исполнении и поэтому может применяться в качестве как стационарной, так и переносной метеостанции.

Для измерения температуры, скорости и направления ветра в комплексе АМК-01 используется ультразвуковой метод, позволивший существенно повысить информативность и оперативность измерений, их точность и чувствительность, а также стабильность получения информации в условиях воздействия неблагоприятных внешних климатических факторов. Ключевым устройством в АМК-01 является акустический термоанемометр (рис. 6). Термоанемометр производит:

– излучение и прием четырьмя парами пьезоэлектрических преобразователей (ультразвуковых датчиков) акустических сигналов, проходящих через контролируемый объем воздуха в четырех различных направлениях;

– измерение временных интервалов t_i ($i = 1, \dots, 4$) прохождения акустических сигналов между каждой парой ультразвуковых датчиков в отдельности;

– преобразование измеренных временных интервалов t_i в цифровой код, выдаваемый в стандарте RS-232 на внешнее устройство (на ППУ-25 и/или ПЭВМ).



Рис. 6. Общий вид комплекса АМК-01

С помощью акустического термоанемометра в комплексе реализуются измерения температуры воздуха и трех ортогональных компонент скорости ветра, основанные на применении известной зависимости групповой скорости звука в воздухе от указанных метеорологических величин. Для измерения атмосферного давления и влажности воздуха используются дополнительные датчики, выходные напряжения которых U_d и U_v имеют функциональную зависимость от значений этих параметров.

Комплекс обеспечивает измерение и вычисление усредненных значений следующих метеопараметров:

– скорость ветра от 0 до 30 м/с с предельной погрешностью $\pm (0,2 + 0,02V)$ м/с, где V – измеренное значение скорости ветра, м/с;

– направление ветра от 0 до 360° с предельной погрешностью $\pm 4^\circ$;

– температуру воздуха от -50°C до $+50^\circ\text{C}$ с предельной погрешностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$;

– атмосферное давление от 560 до 800 мм рт.ст. с предельной погрешностью ± 1 мм рт.ст.;

– относительная влажность воздуха от 10 до 100% с предельной погрешностью $\pm 4\%$.

Пост регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли представляет собой комплекс, который включает в свой состав датчики регистрации магнитной и электрической составляющей ЕИЭМПЗ, блок сбора и предварительной обработки аналоговых сигналов, источник питания и имеет следующие характеристики измерительных каналов. Каналы для измерения H -компоненты ЕИЭМПЗ: датчик – ферритовая антенна с частотой резонанса 14,5 кГц; максимальный коэффициент усиления – 96 дБ или 63000 раз; коэффициент усиления изменяется от 0 до 63000 с шагом 1; чувствительность по входу составляет 5 мкВ; полоса пропускания усили-

тельного тракта $1 \div 30$ кГц; разрядность аналого-цифрового преобразователя (АЦП) – 12. Канал для измерения E -компоненты ЕИЭМПЗ: емкостной дифференциальный датчик; максимальный коэффициент усиления, изменения коэффициента усиления, чувствительность по входу, разрядность АЦП такие же, как и для H -компоненты; полоса пропускания усилительного тракта – 500 Гц \div 200 кГц. В зависимости от решаемых задач в состав комплекса также входит управляющий компьютер на базе компьютера типа *Notebook* либо настольный персональный компьютер.

Структурная схема блока сбора и предварительной обработки аналоговых сигналов приведена на рис. 7 [12]. Блок состоит из микроконтроллерного устройства управления, двух измерительных каналов по магнитной

составляющей ЕИЭМПЗ (H -компоненты), одного измерительного канала по электрической составляющей ЕИЭМПЗ (E -компоненты). Имеется возможность подключения (на структурной схеме не показано) до пяти дополнительных измерительных каналов.

На рис. 8 показаны примеры зимних и летних суточных режимов движения земной коры в Прибайкалье, зарегистрированные по изменению интенсивности потока импульсов, отражающих динамику движения земной коры [13].

С помощью поста планируется проведение измерений характеристик электромагнитных полей в течение длительного времени. Цель этих измерений состоит в установлении возможных связей между атмосферными и литосферными процессами.

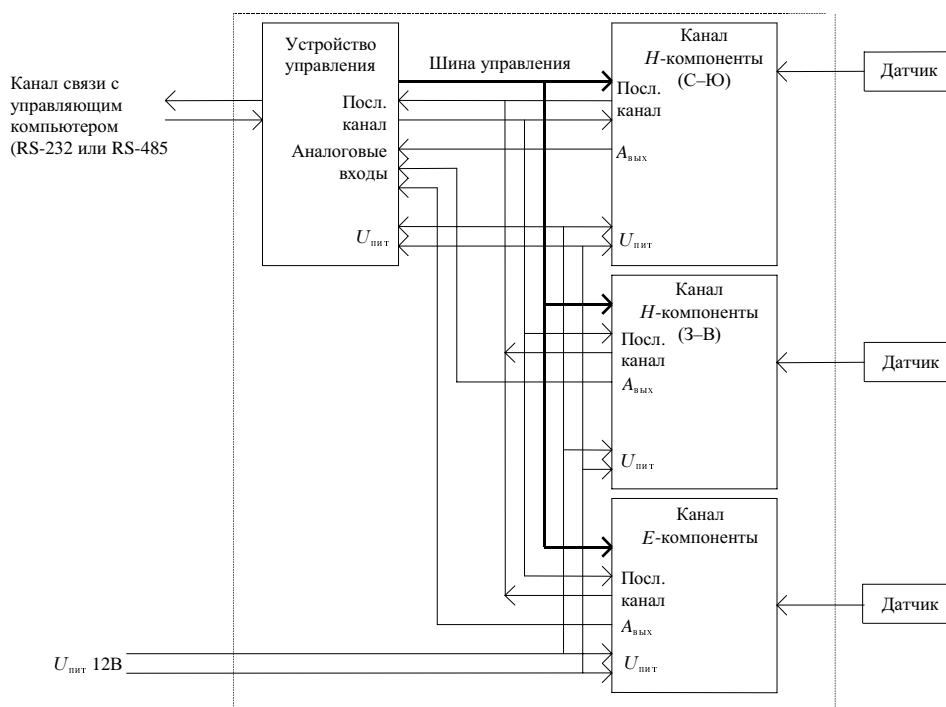


Рис. 7

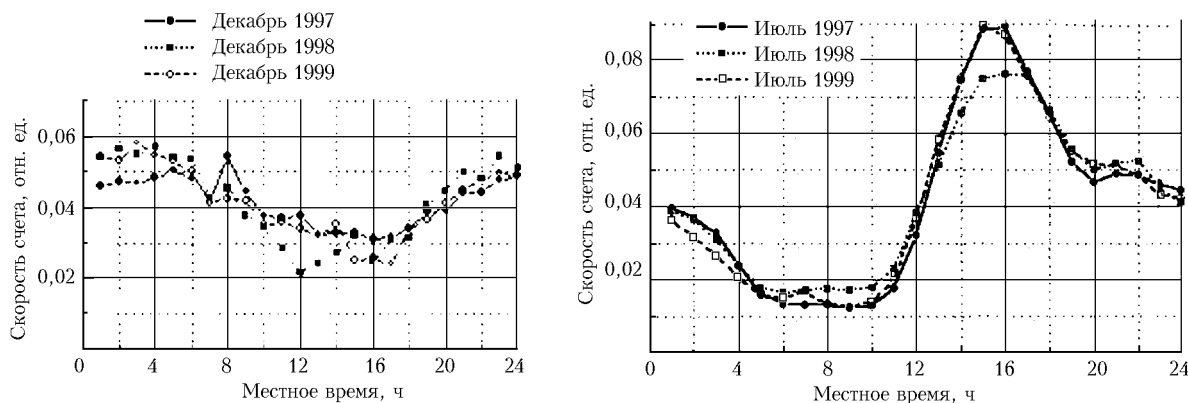


Рис. 8. Примеры типичных зимних и летних суточных ритмов ЕИЭМПЗ, зарегистрированных в Прибайкалье и отражающих суточные ритмы движения земной коры

Акустический пост контроля пограничного слоя атмосферы предназначен для контроля структуры и динамики нижнего слоя атмосферы проводится с помощью разработанного в ИОМ СО РАН высокочастотного малогабаритного акустического локатора (минисодара) МС-1 [14]. Минисодар представляет собой переносной трехканальный доплеровский содар. Каждый из каналов работает в моностатическом импульсном последовательном режиме, обеспечивая излучение, прием и обработку первичной информации в реальном времени, а также и в бистатическом импульсном или непрерывном режимах. После завершения цикла измерений определяются значения составляющих скорости ветра и других параметров атмосферы. Высота зондирования в моностатическом режиме от 8 до 200 м, разрешение 8 м. Функционирование осуществляется под управлением ПЭВМ, включая формирование, прием, обработку и отображение результатов.

Геофизический стационар в перспективе предполагается дополнить аппаратурой по измерению малых газовых составляющих атмосферы (основные биогенные, парниковые и канцерогенные газы), что позволит существенно расширить возможности комплексного мониторинга атмосферы. В качестве основного измерительного средства предполагается использовать инфракрасный газоанализатор FTIR K-300.

Заключение

Действующие и планируемые к вводу новые технические средства на геофизическом стационаре ИОМ СО РАН представляют собой достаточно мощную экспериментальную базу для натурных исследований метеорологических, актинометрических и атмосферно-электрических процессов и явлений. Сосредоточенные в одном месте и работающие в согласованном режиме эти технические средства уже позволили решить ряд конкретных научных задач по выявлению региональных особенностей радиационных, электрооптических и термодинамических режимов в приземном слое атмосферы.

Дальнейшее развитие стационара диктуется рядом новых методологических требований к комплексным исследованиям региональных климато-экологических изменений [2, 15]. Одно из таких требований состоит в том, что для количественной оценки роли антропогенных факторов в наблюдаемых изменениях необходим одновременный и территориально совмещенный мониторинг климатических и экологических изменений. Количественное расширение измерительных средств при этом является неизбежным, но оно не имеет перспективы за счет их простого механического наращивания. Как и ранее, развитие геофизического стационара ИОМ СО РАН с этой точки зрения просматривается в координации натурных на-

блюдений с помощью традиционных и новых технических средств, имеющихся в других научных организациях, а также в создании благоприятных условий на стационаре для более широкого и эффективного сотрудничества отечественных и зарубежных ученых.

Другое требование связано с выявлением закономерностей наблюдаемых климато-экологических изменений. Оно состоит в том, что необходим систематический контроль не только статических параметров, характеризующих состояние природно-химической системы, но и динамических, характеризующих изменение состояний (по меньшей мере, скорости изменения). Из этого требования следует принципиально новое научно-техническое направление по гидрометеорологическому и экологическому приборостроению. Некоторые разработанные в ИОМ СО РАН и планируемые к вводу технические средства уже отвечают этому требованию и по их физико-техническому, и по информационно-технологическому потенциалу. Такое обновление стационара современными техническими средствами, включающими и дистанционные средства зондирования окружающей среды, открывает новые перспективы для успешного решения актуальных проблем мониторинга и моделирования современных природно-климатических изменений.

1. *Заварзин Г.А., Котляков В.М.* Стратегия изучения Земли в свете глобальных изменений // Вестн. РАН. 1998. Т. 68. № 1. С. 23–29.
2. *Кабанов М.В.* Региональный мониторинг атмосферы. Ч. I. Научно-методические основы / Под ред. В.Е. Зуева. Томск: Изд-во СО РАН, 1997. 210 с.
3. *Региональный мониторинг атмосферы. Ч. II.* Новые приборы и методики измерений / Под ред. М.В. Кабанова. Томск: Изд-во СО РАН, 1997. 294 с.
4. *Региональный мониторинг атмосферы. Ч. III.* Уникальные измерительные комплексы / Под ред. М.В. Кабанова. Томск: Изд-во СО РАН, 1998. 238 с.
5. *Елсеев А.А., Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Колесник А.Г., Раводина О.В., Редькина Н.В., Теодорович З.С.* Исследование ультрафиолетовой радиации на поверхности Земли // Оптика атмосф. и океана. 1994. Т. 7. № 5. С. 572–576.
6. *Елсеев А.А., Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Поддубный В.В., Раводина О.В., Теодорович З.С., Щупинов А.А.* Исследование ультрафиолетовой радиации на поверхности Земли // Изв. вузов. Физ. 1998. № 9. С. 71–74.
7. *Ippolitov I.I., Kabanov M.V., Teodorovich Z.S., Poddubny V.V. and Ravodina O.V.* Influence of total ozone content and cloudiness on scattering UV radiation fluxes on the Earth Surface // Proc. SPIE. 1999. V. 3983. P. 63–70.
8. *Струминский В.И.* Датчик электрического поля. А.с. 830256. Кл. СОНР. 29/12.1981.
9. *Антипов А.Б., Генина Е.Ю., Мельников Н.Г.* Ртутный анализатор и методики ртутного мониторинга // Ре-

- гиональный мониторинг атмосферы. Ч. II. Новые приборы и методики измерений. Томск: Изд-во СО РАН, 1997. С. 178–196.
10. Антипов А.Б., Генина Е.Ю., Головацкий Ю.А. Газоанализатор РГА и его применение для ртутного мониторинга окружающей среды // Оптика атмосф. и океана. 2002. Т. 15. № 1. С. 81–86.
 11. Азбукин А.А., Бурков В.В., Корольков В.А. Автоматизированный метеоконкомплекс нового поколения // Региональный мониторинг атмосферы. Ч. II. Новые приборы и методики измерений. Томск: Изд-во СО РАН, 1997. С. 208–217.
 12. Малышков Ю.П., Джумбаев К.Б., Омуккулов Т.А., Гордеев В.Ф. Влияние литосферных процессов на формирование импульсного электромагнитного поля Земли, прогноз землетрясений // Вулканол. и сейсмол. 1998. № 1. С. 92–105.
 13. Малышков Ю.П., Малышков С.Ю., Гордеев В.Ф. Взаимосвязь импульсных полей с движением земной коры // Материалы II Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды», Томск, 19–21 июля 2000 г. С. 169–171.
 14. Ivanov V.Yu., Krasnenko N.P., and Stafeev P.G. Minisodar for Atmospheric Investigations // Proc. SPIE. V. 4341. P. 339–342.
 15. Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Пшенин Е.С. Концепция регионального геоинформационного мониторинга // Исслед. Земли из космоса. 2000. № 6. С. 3–10.

I.I. Ippolitov, M.V. Kabanov, V.N. Marichev. Geophysical station of IOM SB RAS intended for monitoring of climatic and ecological changes.

The current state of observation instruments at the geophysical station of IOM SB RAS is considered. In addition to certified meteorological station of the 2nd category, this station has observation posts for monitoring the UV scattered radiation, electrical field strength, and environmental mercury content. The observational instruments and some results obtained are briefly described. The prospects for development of observation instruments are considered.