

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ  
И ИНТЕРПРЕТАЦИИ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

УДК 528.7:629.78:551.5

**ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА СТРУКТУРНЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ ЗЕМЛИ 1. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

© 2005 г. К. Я. Кондратьев, Г.А. Никольский

*Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН/Научно-исследовательский центр по окружающей среде и дистанционному зондированию, Санкт-Петербург*

*\*Научно-исследовательский институт физики Санкт-Петербургского Университета*

*Тел.: (812) 428-73-49; факс 428-72-40; e-mail: gnik@paloma.spbu.ru*

Поступила в редакцию 01.03.2005 г.

На основе данных высокогорных наблюдений в 21, 22 и 23 циклах солнечной активности (СА) исследованы ее воздействия на радиационные, оптические, микрофизические и метеорологические характеристики атмосферы с акцентом на изучение воздействий СА на динамические (циркуляционные) процессы и изменения микрофизического состояния ансамбля молекул водяного пара. На примере события 20.10.89 г. проиллюстрированы вклады спирального (вихревого) излучения (СВИ) и вспышечного потока протонов в динамические процессы в нижней тропосфере. В заключение делается вывод об одинаковом уровне, но различном направлении их воздействий на степень ассоциации молекул водяного пара в атмосфере. Упоминается о деструктивных воздействиях сфокусированного СВИ и многоликости его проявлений на теневой стороне Земли и, по-видимому, Луны.

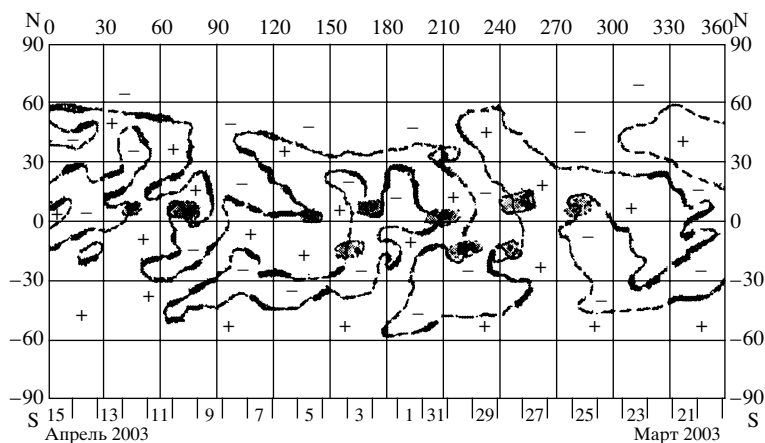
**ВВЕДЕНИЕ**

Еще в 1981 г. нами были замечены случаи аномальных изменений метеопараметров тропосферы под воздействием солнечной активности [1, 2], но только в 2003 г., при анализе всего массива высокогорных наблюдений за воздействиями солнечных эмиссий на атмосферные параметры, были идентифицированы проявления воздействий потоков не электромагнитного и не гравитационного, но волнового, спирального (вихревого) излучения из активных областей (АО). Интенсивность этого специфического излучения существенно возрастает при "прохождении" АО через центральную часть диска Солнца (рассматривается широтный пояс  $\pm 20^\circ$ ). Спиральное (вихревое) излучение (СВИ), как это следует из его эффектов, воздействует главным образом на динамические и структурные параметры среды, внося (например, в земной атмосфере) дополнительную энергию в завихренность воздушных масс, передавая им сравнительно небольшой импульс и существенный момент импульса, поскольку вихревое поле из локального фотосферного источника (например, пятна с геометрически правильной формой) может одновременно в различных регионах Земли локально однородно "освещать" площади порядка  $10^5$  км<sup>2</sup>. В последующих публикациях по мере уточнения используемой модели поля спирального излучения и процессов его взаимодействия с другими полями и веществом будут даны более полные представления о природе источника(ов) спирального излучения, о процессах взаимодействия этого излучения с земными средами (гидро-

сферой, литосферой, биосферой, ионосферой, магнитосферой и техносферой) и, возможно, плазмой в недрах звезд.

Эффекты воздействия СВИ на атмосферу, как, по-видимому, и на другие среды, следует рассматривать отдельно для стороны Земли, освещенной Солнцем и теневой стороны, так как СВИ имеет сравнительно высокую проникающую способность и особым образом взаимодействует с твердой литосферной оболочкой, "используя" ее как сферическую линзу. Как показывают расчеты и свидетельствуют природные явления (например, кратеры) эффект фокусировки на несколько порядков превышает потери при движении квантов поля СВИ (спионов) по литосферному сферическому волноводу. В фокусе, который располагается на поверхности земного сфероида, либо вблизи нее по ту или иную сторону границы сфероида, создается высокоскоростной (сверхзвуковой) концентрированный вихрь с размерами пятна фокуса 30–50 м и объемной плотностью энергии на периферии вихря до 14 Дж/см<sup>3</sup> (после фокусировки).

Не углубляясь в эффекты, возникающие в упомянутых выше средах и проявляющиеся в большинстве случаев как катастрофические (например, Аквапарк), отметим, что сфокусированное СВИ реализуется в атмосфере в виде многоликих аномальных атмосферных явлений, шаровых молний, геофизических метеоров, спрайтов, землетрясений и др. Эти проявления СВИ будут рассмотрены в последующих публикациях.



**Рис. 1.** Синоптическая карта активных образований на Солнце за период Кэррингтоновского оборота № 2001 (от 20 марта до 15 апреля 2003 г.): Расположение активных областей (АО) – мелкий пунктир, магнитные области разной полярности, околнуренных крупным пунктиром с утолщениями (волоконнами), в координатах: широта от 90° с.ш. до 90° ю.ш. и домоти – на угол поворота Солнца (в обратной шкале). Большая часть АО сосредоточена вблизи солнечного экватора, особенно АО Северного полушария, поэтому они более геоэффективны в отношении своих эмиссий.

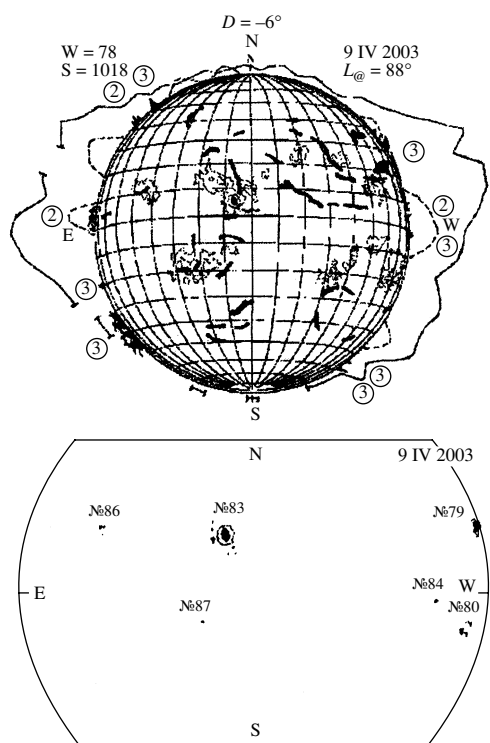
Другие, широко и давно известные механизмы воздействия солнечной активности на структуру и состав атмосферы, связаны с упомянутыми выше волновым электромагнитным и корпускулярным излучениями Солнца, которые в значительной степени контролируют концентрации заряженных и нейтральных компонент на разных уровнях атмосферы и, кроме того, влияют на их фазовое состояние. С другой стороны, хорошо известно, что солнечная активность опосредованно влияет на потоки галактических космических лучей, которые, проникая в верхнюю тропосферу, создают условия для ионной кластеризации молекул водяного пара. На эти аспекты влияния солнечной активности (СА) авторы обратили внимание [3,4] в связи с проблемой образования значительных количеств окислов азота при вторжении в атмосферу энергичных гамма квантов и высокоскоростных корпускулярных потоков, эмитированных при протонных вспышках на Солнце. При попадании Земли в эти потоки возникали вариации “метеорологической солнечной постоянной”, т.е. оказывались непосредственные воздействия на климатические параметры системы земная поверхность – атмосфера. Много позднее исследования в этом направлении были продолжены сотрудниками [5].

В настоящей работе мы рассмотрим показательный пример *комплексных воздействий* нескольких механизмов на метеорологические и оптические характеристики атмосферы, наблюдаемых в условиях высокогорной природной лаборатории “Солнечная”.

### О СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ВЕСНОЙ И ОСЕНЬЮ 2003 г.

В установленные ежегодные периоды полевых исследований (Программа “Интеграция”), а именно в апреле и октябре, активность процессов на видимой поверхности (фотосфере) Солнца в 2003 г. все еще оставалась достаточно высокой, несмотря на то, что уже миновала почти половина фазы спада 23-го цикла солнечной активности. В качестве иллюстрации для первых двух весенних месяцев приводятся: синоптическая карта активных образований на Солнце (для периода со второй половины марта по первую половину апреля), на которой красным подсвечены активные области, наиболее близко расположенные к солнечному экватору (рис. 1), а на рис. 2 гелиографическая карта за 9 апреля. Вблизи центра диска Солнца (рис. 2) отчетливо выделяется (в окружении черных волокон) индивидуальное пятно с овальной тенью пятна, размер которой больше поперечника Земли. Оказывается, что подобные по размеру и расположению солнечные пятна представляют для экосферы Земли существенную потенциальную опасность. При дальнейшем анализе будет предпринята попытка, проследить за возможными эффектами прямых воздействий эмиссий вихревого излучения из таких пятен на природные и техногенные объекты. Однако существует и фоновое вихревое излучение, которое непрерывно эмитируется из многочисленных микромасштабных (по солнечным меркам) магнитных структур фотосферы (с поперечниками <200 км). На освещенной поверхности Земли плотность потока вихревого фонового излучения не превышает  $10^4$  эрг/см<sup>2</sup>с.

На рис. 3, представлено изображение Солнца, полученное на спутника SOHO 23 октября 2003 года

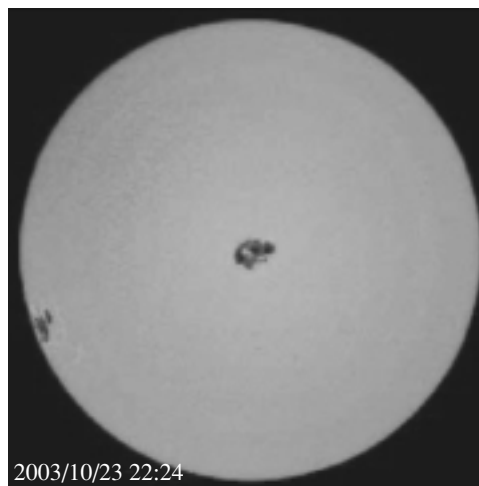


**Рис. 2.** Гелиокарта магнитных полей и активных областей Солнца за 9 апреля 2003 г.: а – вблизи центра (немного левее и выше) видно овальное темное ядро АО № 83 – пунктир. Темные продолговатые образования – относительно холодные волокна; б – волнистые линии вокруг Солнца показывают значения яркости короны (в относ. ед.). Слева – суммарные параметры солнечных пятен: число Вольфа  $W = 78$  и площадь пятен  $S = 1018$  мдп. У основного пятна АО № 83 площадь  $S = 543$  мдп была максимальной 4–5.04.03. Увеличенная центральная часть диска с номерами АО.

в 22 ч. 24 м. UT. Как будет показано, именно в этот период на Землю пришел максимальный направленный поток вихревой энергии. Создается впечатление, что пятна со всего диска сосредоточились вблизи наиболее геоэффективной позиции, благоприятствующей глобальному по масштабу и продолжительному по времени воздействию на нашу планету. Можно с высокой степенью вероятности утверждать, что анализ активных воздействий, порожденных Солнцем в 2003 г., приведет к раскрытию механизма прямого силового воздействия на все без исключения геосферы Земли. Возникает возможность начать прогностические разработки по предупреждению, а затем и предупреждению как бы внезапных деструктивных ударов вихревых импульсов.

#### ВЫСОКОГОРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В 2003 г.

В предыдущем разделе уже была упомянута АО № 249, представляющая редкий случай по

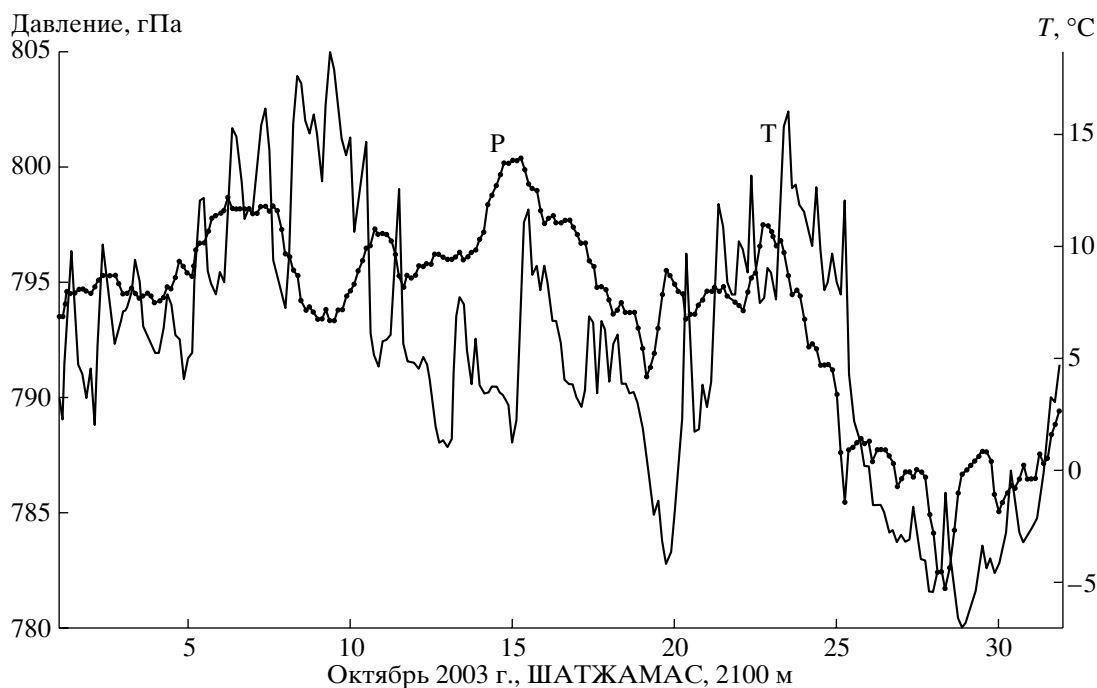


**Рис. 3.** Фотография Солнца, сделанная 23 октября 2003 года в 22 ч 24 мин UT с борта спутника SOHO. В центре диска находится АО № 249, площадь пятен у которой достигает 2190 мдп, число пятен Вольфа – 82. Такое компактное сосредоточение пятен в центре диска случается крайне редко и представляет вполне реальную опасность для озонового слоя и биосферы Земли, т.к. возможно возникновение мощной протонной вспышки и накрытие Земли потоком высокоэнергичных частиц.

концентрации пятен в центральном секторе диска Солнца. Общая площадь пятен в этой АО нарастала по мере приближения к центральному меридиану (ЦМ) от 216 до 2190 миллионных долей площади полусферы (мдп). Такие размеры площадей характерны (в текущем периоде) для суммы пятен по всей полусфере Солнца. Активная область двигалась вдоль экватора, располагаясь на широте около  $5^\circ N$ . Из-за восточного края диска АО появилась 17 октября, а скрылась на западе 29 октября 2003 г.

Напомним, что подобное же исключительное явление произошло между 20 и 23 марта 1920 г. [6]. В тот период через ЦМ проходила аномально большая группа пятен, по-видимому, ответственная за уменьшение (до 1.8%, 21.03.1920 г. ежедневно измерявшейся на астрономической ст. Калама (Чили) солнечной постоянной (СП) и за её резкий спад (до 5.5% 23.03.1920 г.). Продвижение этой группы вдоль солнечного экватора с 16 по 26.03.1920 г. сопровождалось синхронным (с ходом СП) снижением прозрачности атмосферы до 3.3% и асинхронным ходом величин содержания осажденной воды с острым пиком превышения на 25% 22.03.1920 г.

Аналогичные отклики в метеопараметрах также характерны для рассматриваемых событий октября 2003 г. 12 октября 1981 г. [2], когда импульс осажденной воды  $W$  (часовой по продолжительности) достиг 300%. Этот последний случай объясняется чрезвычайно низким исходным



**Рис. 4.** Изменения приземного давления  $P$  и температуры  $T$  по трехчасовым данным, зарегистрированным на метеост. Шаджатмас в октябре 2003 г. “Спокойный” ход синоптических вариаций нарушен в конце месяца, по-видимому, внешним силовым фактором. Можно предположить, что происходило заполнение образованной СВИ “барической ямы” холодным и влажным воздухом, стекавшим с Главного Кавказского хребта. Станция расположена на плато в 40 км от Эльбруса.

уровнем  $W \sim 0.2$  см. ос. в. (см. осажженной воды), сниженным (в процессе модификации ассоциативных связей молекул  $\text{H}_2\text{O}$ ) за счет продолжительных воздействий на атмосферу высокоскоростных потоков солнечных протонов из предшествовавшей серии вспышек.

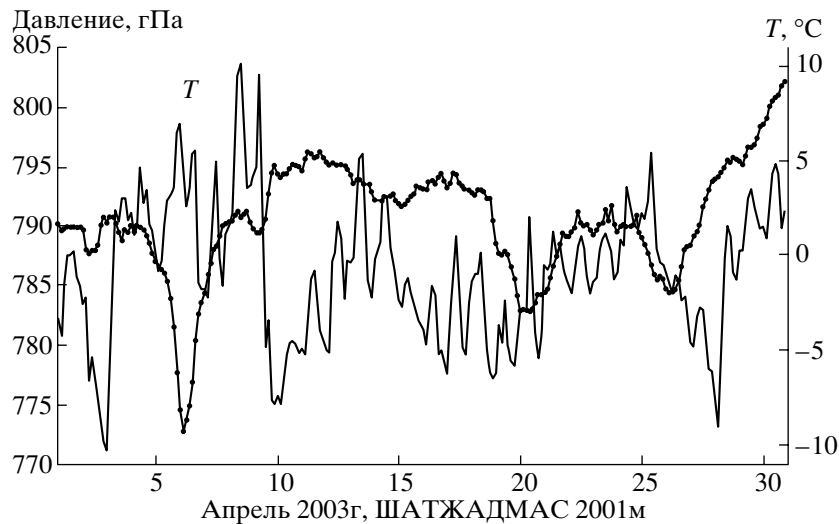
Обратимся теперь к данным наших наблюдений, которые должны выявить реакцию атмосферных параметров на столь сильный геоэффективный фактор как СВИ. Заметим, что по полученным в *марте и апреле 2002 г.* вариациям метеопараметров уже была установлена непосредственная связь одновременных вариаций приземного давления на плато Шаджатмас и ряде других метеостанций (Мин. Воды, Нальчик, Моздок, Владикавказ, Махачкала, Саратов, Анкара и др.) с прохождением через центральный меридиан солнечного диска АО № 117, 118, 121, 125, 126 и 149 [7].

Напомним, что апрель и октябрь месяцы были выбраны для ежегодных наблюдений по причине прохождения Землей пространственно-временного участка орбиты вблизи точек равноденствия (наклон земной оси вдоль орбиты), а также в связи со снижением скоростей передвижения воздушных масс в широтном и долготном направлениях.

По многолетним данным среднее значение давления для стандартных синоптических условий октября на станции Шаджатмас составляет

795 гПа. В октябре 2003 года характер погодных условий в течение первых 15 дней полностью соответствовал по вариациям давления и температуры (рис. 4) среднестатистическим характеристикам, но уже на подходе к 17 октября появились ударные волны вихревых потоков из вышедшей из-за края диска мощной активной области. Однако более детальный анализ ситуации показал, что первые предвестники воздействия на атмосферу появились 16 октября (следует напомнить, что деления на оси абсцисс соответствуют моменту времени 00 ч. УТ, т.е. началу обозначенных цифрами гринвичских суток). В начале апреля (рис. 5) вариации давления были менее устойчивыми, а средний уровень находился на  $\sim 790$  гПа, т.е. на 5 гПа ниже по сравнению с октябрём. Сопоставление вариаций температуры и давления, относящихся к первым половинам этих месяцев, свидетельствует о воспроизводящейся обратной (термобарической) корреляции  $T$  и  $P$ , кроме тех периодов, когда проявлялось прямое воздействие солнечного *спирально-вихревого излучения* (СВИ), например 2 и 4–5 апреля.

Действительно, спад давления, начавшийся 4-го и достигший к концу 5 апреля 17 гПа, происходил синхронно с ростом площади пятна в АО № 83, возросшей к тому моменту до значения  $S = 543$  мдп. К 9-му апреля площадь пятна сократилась до 496 мдп, и воздействие СВИ уже не могло противостоять



**Рис. 5.** Изменения приземного давления  $P$  и температуры  $T$  по трехчасовым данным, зарегистрированным на метеостанции Шаджатмас в апреле 2003 г. Вариации метеопараметров менее упорядочены, чем в октябре. Кроме резких перепадов температуры в ночь со 2 на 3, днем 9 и ночью 28 апреля, возникали депрессии давления 4–7, 20 и 25–26 апреля. Наблюдается сходство депрессии 24–27 апреля 2002 г. с депрессией 4–7 апреля 2003 г. особенно по конфигурации спада-подъема давления.

стремлению окружающих воздушных масс заполнить барическую яму. Но все же, из пятна, находящегося 9 апреля на наиболее геоэффективной позиции на Землю пришел усиленный поток СВИ), (диаграмма излучения пятна имеет форму шлема с острием на макушке), кратковременно снизивший давление на станции примерно на 2 гПа (см. рис. 5).

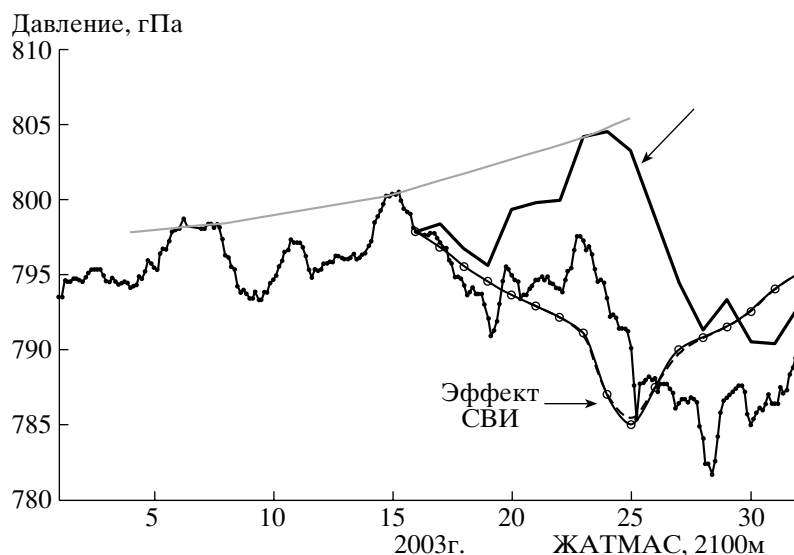
В октябре 2003 г. (рис. 4) из двух случаев очевидной прямой корреляции  $T$  и  $P$  (15–18 и 25–30 в целом) бросается в глаза последний, как “глубокая” и “длительная” положительная корреляция. Это событие можно рассматривать как *свидетельство сильного воздействия на атмосферу, которое проявляется сразу в двух основных метеопараметрах: приземном давлении и температуре и, следовательно, в относительной влажности.* Амплитуда изменения температуры в октябре составила 25°C при средней +8°C, а при положительной корреляции вариация составила 15°C, т.е. 60% месячной магнитуды. При воздействии солнечного СВИ для уменьшения давления на 10 гПа при приземном давлении 795 гПа необходима энергия с поверхностной плотностью  $7.8 \times 10^7$  эрг/с см<sup>2</sup>. Сниженное за счет солнечного воздействия давление (до около 786 гПа) удерживалось вблизи этого уровня, по крайней мере, в течение 6 сут – с 24 по 30 октября 2003 г. Если предположить, что вихревым полем подсвечивалась площадь  $400 \times 400 = 1.6 \times 10^5$  км<sup>2</sup> или  $1.6 \times 10^{15}$  см<sup>2</sup>, то энергия поступившая в атмосферу над этой площадью достигла за 6 сут  $\sim 6.5 \times 10^{21}$  Дж.

Как это ни покажется странным, поступление такой огромной энергии (напомним, энергии вихревой природы) обернулось снижением темпера-

туры на  $\sim 10^\circ\text{C}$ . Как увязывались указанные пертурбации в величинах метеоэлементов с динамическими процессами, возможно, удастся понять при дальнейшем анализе полученного при полевых наблюдениях обширного комплекса данных. Здесь, однако, следует отметить, что по нашим представлениям воздействие СВИ на Землю началось сразу после выхода АО № 249 из-за восточного края солнечного диска, т.е. уже 17 октября. На рис. 6 представлен схематический анализ воздействия СВИ на величину давления в нижней части столба атмосферы в период прохождения этой активной области по диску Солнца.

Тенденция развития синоптической ситуации подтверждает восстановленный ход давления в период прохождения АО (22–23 октября) через центральный меридиан солнечного диска (см. рис. 6). Первое “глубокое” снижение давления произошло 25.10., а второе 28.10.

На рис. 7 показано снижение изобарических уровней 25 октября 2003 г. над метеостанцией Мин. Воды, охватывающее тропосферу и нижнюю стратосферу. На уровнях выше 700 гПа воздушные массы в районе Кисловодск–Минеральные Воды уже обладают в поздне-осенний период достаточно большой горизонтальной однородностью, чтобы распространить обнаруженную трансформацию уровней и на район метеостанции Шаджатмас, где проводились наши наблюдения. Аномальные изменения давления 24–25 октября в столбе атмосферы выше уровня 700 гПа (см. рис. 7) можно с достаточной степенью уверенности отнести к воздействию потоков СВИ из геоэффективно расположенной в эти дни АО № 249. На



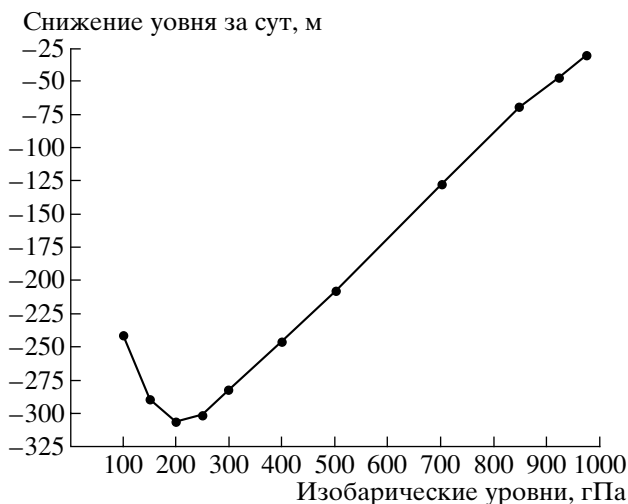
**Рис. 6.** Графически-модельное восстановление хода давления для случая отсутствия воздействия СВИ. Предполагалось, что сохраняется наметившаяся в первой половине месяца, тенденция роста давления в последующие 10 дней. Было принято модельное представление о диаграмме (шлемообразная) направленности СВИ из солнечного пятна. Определенные коррективы в конфигурацию эффекта СВИ (после 25 октября) внесены при учете влияния АО № 252.

рис. 8 показана гелиографическая карта Солнца за 23 октября 2003 г. с находящейся в центральном секторе солнечного диска АО № 249, площадь которой на 5 ч. UT составляет 2240 мдп, а площадь её ведущего пятна 2190 мдп. Напомним, что у АО № 83 площадь ведущего пятна достигала 543 мдп, а эффект в снижении давления составил 17 гПа. Из соотношения приведенных значений вытекает, что между площадью пятна и вели-

чиной эффекта линейной зависимости не может быть, а эффект 5.04.03, по-видимому, отягощен синоптическим компонентом.

Из суммарной площади пятен, равной 4407 мдп, примерно половина должна быть отнесена к АО № 252, содержащей огромное ведущее пятно, которое уже 27.10. начнет принимать участие в продлении времени действия эффекта. Нельзя оставить без внимания множественные активные образования, расположенные западнее (справа) от АО № 249, которые представляют собой ее авангард, состоящий из нескольких огромных фоновых магнитных полей и цепочек из темных волокон и имеющих тенденцию к перемещению в Южное полушарие Солнца. Вполне вероятно, что АО № 252 уже является активным образованием нового – 24-го цикла солнечной активности.

Имеются независимые статистические свидетельства [8] (именно для метеостанции Шаджатмас) о наличии в дифференциальных спектрах мощности для среднесуточных данных по давлению и температуре за периоды, охватывающие как максимум, так и минимум СА, устойчивых максимумов с периодами 13.5 и 27–28 дней. Эти данные непосредственно указывают на АО, как источник эффектов в метеоданных.



**Рис. 7.** Снижения изобарических уровней по данным радиозондирования над метеостанцией Минеральные Воды 24 – 25 октября 2003 г. Выше 100 гПа снижение происходило с темпом не менее 150 м/сут. Подтверждается единообразие подъема всего столба атмосферы над районом зондирования как единого целого под воздействием внешнего силового фактора.

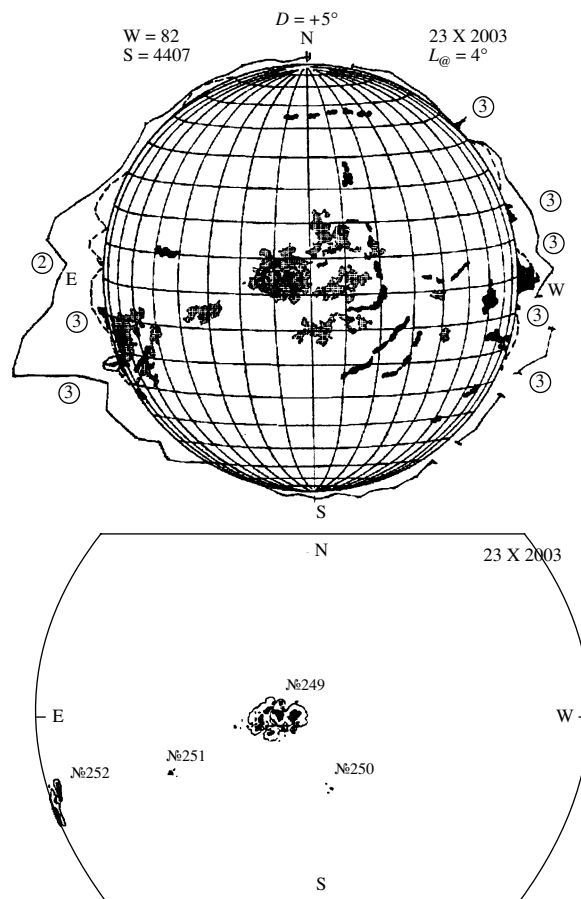
#### ОБ ЭНЕРГЕТИКЕ И ФИЗИЧЕСКОМ МЕХАНИЗМЕ СОЛНЕЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*Исследования, осуществленные в 2001–2003 гг. привели к выводу [7] о наличии нового, “эффективно” функционирующего механизма воздейст-*

вия солнечной активности на все компоненты планеты: атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу и техносферу. Удалось обнаружить и идентифицировать эффекты прямых воздействий фоновых и энергетически мощных вихревых импульсных эмиссий из АО Солнца и корональных дыр. В апреле 2002 г. при наблюдениях на высокогорной базе были зафиксированы, по крайней мере, два случая импульсных воздействий на атмосферу: депрессии приземного давления составили 9 и 6 гПа. Внешняя сила совершила при этом работу  $4.2 \times 10^7$  эрг/с см<sup>2</sup> и  $2.8 \times 10^7$  эрг/с см<sup>2</sup> соответственно.

Анализ метеоданных на станциях Сев. Кавказа, ЕТС, Средней и Малой Азии показал, что в 2002 г. внешнее воздействие проявилось на аналогичном уровне во всех этих регионах. Отсюда следует, что пятно засветки земной поверхности охватывало площадь  $\sim 10^6$  км<sup>2</sup>, а средний поток энергии через эту площадь составлял  $3.5 \times 10^{19}$  эрг/с. Подобная энергия близка к энергии взрыва килотонной атомной бомбы, но даже распределенная по площади 1 млн. кв. км, она все же была способна внести синоптические возмущения в общий ход циркуляционного процесса в упомянутых регионах. Очевидно, что масштаб воздействий на степень завихренности зависит от сезона, широты и типа подстилающей поверхности.

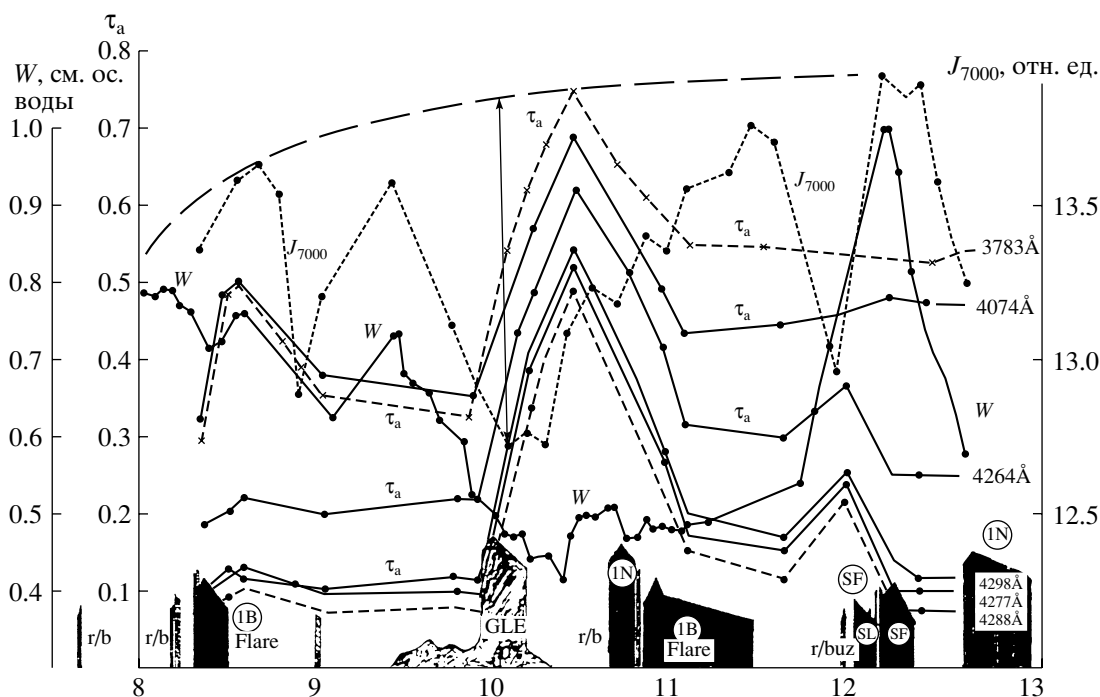
Для выяснения природы обнаруженных солнечных импульсных эмиссий, было необходимо обратиться к характерным особенностям магнитных структур активных областей Солнца и, конечно, к данным наземных наблюдений за экстремальными явлениями. К числу последних следует в первую очередь отнести магнитные наблюдения 09.06.1984 во время прохождения смерча вблизи геофизической обсерватории ИФЗ АН РФ “Борок” (Волго-Вятский район) [9]. Эти наблюдения засвидетельствовали, что вихревая структура смерча конкретного размера способна излучать электромагнитные волны с центральной частотой около 2 Гц. *Расчеты сотрудников НИИ физики СПбГУ показали, что энергия вихревой структуры смерча, сопоставима с энергетическими характеристиками сфокусированного спирально-вихревого поля, которое обладает импульсом, мощным угловым и орбитальным моментами импульса.* На примере других событий была рассчитана линейная скорость вихревого движения частиц воздуха для типичных значений углового момента количества движения и получена скорость 410 м/с. Движение массы молекул со сверхзвуковыми скоростями в кольцевом объеме, локализованном на периферии вихревого столба, приводит (за счет столкновительных процессов) к ионизации молекул воздуха с сопутствующим высвечиванием оптического излучения в УФ и видимой областях спектра и генерации низкочастотного электромагнитного излучения. Упомяну-



**Рис. 8.** Гелиокарта магнитных полей и активных областей Солнца за 23 октября 2003 г.: а – вблизи центра (немного левее) располагается мощная и компактная АО № 249. Темные продолговатые образования – относительно холодные волокна. Волнистые линии вокруг Солнца показывают равные значения яркости короны. Слева указаны суммарные параметры солнечных пятен: число Вольфа  $W = 82$  и их площадь  $S = 4407$  мдп. У основного пятна АО № 249 площадь  $S_1 = 2190$  мдп была максимальной именно 23.10.03 г.; б – увеличенная центральная часть диска с номерами АО.

тое выше излучение с центральной частотой 2 Гц должно излучаться кольцевым объемом смерча с эффективным диаметром  $\sim 60$  м. Возникновение же смерча оказывается напрямую связанным с Солнцем. Обращение именно к событию 09.06.1984 г. связано с хорошим его освещением в периодической печати, хотя более значимым было бы рассмотрение события 12.04.1991 (“Сасово”). Оба эти события, а также ряд других, надежно привязываются к моментам прихода АО на геоэффективную широту и долготу в центральном секторе Солнца.

На конференции “Экология и Космос” [7] было заявлено о своевременности организации уже в 2004 г. прогностической станции наблюдений. В настоящее время необходимость организации



**Рис. 9.** Вариации спектрального потока Солнца ( $I_{7000}$ ) на длине волны  $7000 \text{ \AA}$  (отн. ед.), спектральных оптических толщин ( $\tau_{a\lambda}$ ), общего содержания водяного пара ( $W$ , в см. ос. воды) в первой половине дня 20 октября 1989 г. Над осью абсцисс показаны моменты возникновения на Солнце вспышек (flare), радиовсплесков (r/b) и прихода в нижние слои атмосферы максимального потока солнечных протонов (и вторичных нейтронов – GLE).

прогностической станции стала еще более несомненной. Основными и опорными приборами на станции должны стать прецизионный гравиметр CG – 5 Autograv и два оригинальных приемника СВИ, работающих на совпадении. Данные наблюдений (в режиме мониторинга) с этими приборами за вариациями СВИ и ускорения свободного падения весьма необходимы для решения выявляющихся в ходе текущих исследований фундаментальных проблем, важных для ряда смежных областей физики (астрофизики, физики элементарных частиц и др.).

Одним из важных результатов, по-видимому, можно считать разработку системы параметров спирального поля, реализующихся при его взаимодействии с веществом. Например, потери энергии СВИ при его взаимодействии с веществом оцениваются около  $4 \times 10^{-7} \text{ г}^{-1}$ . При входе в атмосферу Земли квант вихревого поля обладает импульсом  $1.5 \times 10^{-21} \text{ г см/с}$ , большим моментом импульса и орбитальным моментом.

#### О ДРУГИХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обнаружение воздействий всплесков солнечного спектрального излучения на величину общего притока лучистой энергии Солнца в атмосферу и

на земную поверхность показало, что при высокой активности Солнца вклад спектральных всплесков может достигать нескольких процентов [2]. Но, как выяснилось, дополнительная энергия всплесков поступает кратковременными порциями (в течение 1.5–2 ч) сразу на всю освещенную часть Земли с широтными вариациями, изменяющимися в зависимости от сезона и фазы цикла СА.

Существует и другой механизм воздействия солнечной активности на нижнюю тропосферу являющийся, как показали наши наблюдения, более мощным и эффективным по сравнению со спектральными всплесками. Более ранние (1980-е гг.) наблюдения за трансформацией оптических и микрофизических параметров окружающей атмосферы над высокогорной станцией Солнечная (плато Шатжадмас,  $h = 2070 \text{ м}$ ) показали, что в результате вторжения в нижнюю тропосферу энергичных солнечных протонов (например, 20.10.1989 г., после вспышки 4В 19.10.1989) происходят весьма существенные и быстрые изменения атмосферных параметров (рис. 9), обычно завершающиеся образованием сплошной локальной облачности нижнего яруса. Следует, однако, учесть, что вспышка 19.10.1989 г. относится к разряду очень мощных и, следовательно, сравнительно редких. Кроме изменений в содержании водяного пара вторжения солнечных протонов сопровождаются изме-



нениями высоты и температуры изобарических уровней в тропосфере. Воздействие солнечной вспышки средней мощности (2В) на высоту и температуру уровней 200 и 300 гПа [10] за 20-часовой период проявилось в снижении уровня 300 гПа на 5 дам, а затем (за 3 сут) – подъем на 14 дам выше среднего положения уровня. Аналогичный ход замечен и на уровне 500 гПа, но амплитуда колебания оказалась заметно меньшей.

Воздействия солнечной вспышечной активности проявляются также и в модуляции (до 30%) потока галактических космических лучей (ГКЛ), непрерывно поддерживающих конденсационный механизм трансформации водяного пара (через ионизацию молекул азота и кислорода и образование заряженных водных кластеров). Область наибольшей активности ГКЛ – верхняя тропосфера и нижняя стратосфера. Однако высокоэнергичные частицы солнечных и галактических лучей все же проникают в среднюю и нижнюю тропосферу и вызывают в средних широтах непродолжительные погодные изменения. Приведенные здесь и в [1] примеры функционирования конденсационного механизма в различных временных масштабах свидетельствуют о широком пространственном и временном диапазоне реализуемости этого механизма, об его универсальности и эффективности. Однако энергетическая значимость этого механизма для нижней тропосферы ограничена сравнительной редкостью высокомоощных и геоэффективных событий на Солнце.

В средней тропосфере, где разворачиваются основные синоптические процессы, геоэффективные события на Солнце могут играть заметную роль, особенно в том случае, когда на атмосферу совместно воздействуют разнородные силовые факторы. Обратимся к результатам комплексных наблюдений Горной астрономической станции ГАО РАН за октябрь 1989 г., свидетельствующим о том, что 20.10. через центральный меридиан Солнца проходила большая активная область № 424 с площадью пятен 1435 мдп. Учитывая временную задержку (~7 ч.), возникающую за счет далеко нерелятивистской скорости выходящего из короны импульса спирального излучения – ~6000 км/с (оцениваемой по лучевым скоростям радио всплесков), получаем время прихода последнего к Земле около 12 ч. МСК. Отметим, что московское время (МСК) является для ст. Солнечная местным средним солнечным временем.

Если теперь обратиться к графику дополуценного хода оптических и метеорологических параметров на станции Солнечная (Шаджатмас), представленному на рис. 9, то можно заметить, что в этот период общее содержание водяного пара  $W$ , измеряемое по полосе 0.94 мкм, дважды претерпело кардинальные изменения. От начального зна-

чения 0.78 см, осажденной воды, зарегистрированного вблизи 8 часов,  $W$  стало скачкообразно снижаться, повторяя ход интенсивности солнечной радиации на длине волны 7000 Å. Для поиска объяснений следует обратить внимание на импульс GLE (ground level event), свидетельствующий о вторжении (9 ч. 30 мин. – 10 ч.10 м.) в атмосферу основной волны скоростного потока высокоэнергичных протонов, эмитированных при исключительно мощной вспышке (4В) в 16 ч. МСК 19.10.1989 г. С момента 9 ч. 30 мин. падение  $W$  приобрело четкую тенденцию. Можно, по-видимому, уверенно связывать это снижение  $W$  до 0.4 см. ос. в. со вторжением солнечных протонов в среднюю тропосферу, в основном закончившимся в 10 ч 30 мин, но все еще оказывавшим, хотя и слабеющее, влияние до 11 ч. 50 мин. При последовавшем быстром подъеме  $W$  увеличилось почти в 2 раза – до 1 см ос. воды.

По-видимому, в этот период времени вихревое излучение направленно взаимодействовало с молекулами водных кластеров, изменяя концентрацию и/или степень ассоциации последних и, трансформируя радиационные и микрофизические характеристики предоблачных слоев.

Изменения оптической толщины атмосферы ( $\tau_{ал}$ ) в диапазоне длин волн от 378 до 430 нм при поступлении основной волны протонов были также очень резкими, особенно после того, как произошло быстрое снижение  $W$  (в 9 ч 55 мин). Как мы видим, с приходом основной массы протонов и снижением  $W$  произошло ответное увеличение оптических толщин  $\tau_{ал}$  в 2–5 раз, явно связанное с трансформацией водяного пара в средней тропосфере. Весь процесс подъема и спада  $\tau_{ал}$  занял 1 ч 10 мин. Резкие изменения в интенсивности солнечного излучения в области 700 нм ( $I_{700}$ ) также коррелируют с ходом общего содержания водяного пара. Быстрый рост  $W$  и  $I_{700}$  в период 11 ч 50 мин – 12 ч 15 мин, как выяснилось, связан с попаданием Земли в поток СВИ, момент выхода которого из короны был отмечен радио всплеском в

5 ч. МСК (2 ч. UT). Спад значений  $W$  и  $I_{700}$  в 12 ч. 20 м. начался из-за образования приповерхностного тумана, а затем и образования низкой местной облачности (в антициклональных условиях!). Аналогичные импульсные подъемы  $W$  были отмечены в 1981 году [2], а также в случае наблюдений на ст. Калама (на 26%) при прохождении через ЦМ аномальной группы пятен 21–23 марта 1920 г. [6]. Эти результаты свидетельствуют о сопоставимости воздействий высокоэнергичных протонов из геоэффективно расположенной вспышки балла 4В и потока СВИ из геоэффективного среднего пятна на переход фазового состояния ансамбля молекул  $H_2O$  в вертикальном столбе атмосферы из ассоциированного в свободное и обратно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное выше рассмотрение аномальных возмущений в типичном суточном ходе метеозлементов, а также в ходе их синоптических периодов привело к выяснению причины возникновения энергетически емких возмущений в синоптических процессах в тропосфере. По-видимому, основными и сопоставимыми силовыми факторами воздействия солнечной активности на тропосферу и нижнюю стратосферу являются *направленное спиральное (вихревое) излучение и потоки солнечных протонов*, однако только первый “эффективно” воздействует на все без исключения компоненты: атмосферу, гидросферу, магнитосферу, литосферу, биосферу и техносферу.

Для становления прогностической практики в отношении деструктивных проявлений СВИ необходимо проведение специального наземного и спутникового мониторинга вариаций СВИ и всплесков солнечного радиоизлучения, являющихся 6–7 часовыми предвестниками прихода деструктивных импульсов СВИ, а также слежение за развитием активных образований на Солнце. Важной ступенью в осмыслении воздействий СВИ на циклогенез явился бы комплексный мониторинг синхронности активизации циклогенеза в Сев. Атлантическом центре действия с выходом из-за края диска разноширотных АО, с возрастанием СВИ и изменчивостью поляризационных характеристик спектрального солнечного радио излучения, прослеживаемого на Большом Пулковском радиотелескопе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьев К.Я., Никольский Г.А. Солнечная активность и климат. 1. Данные наблюдений. Кон-

денсационная и озонная гипотезы // Исслед. Земли из космоса, № 5. 1995. С. 3–17.

2. Кондратьев К.Я., Никольский Г.А. Солнечная активность и климат. 2. Прямое воздействие изменений внеатмосферного спектрального распределения солнечной радиации // Исслед. Земли из космоса. 1995. № 6. С. 3–17.
3. Кондратьев К.Я., Никольский Г.А. Стратосферный механизм солнечного и антропогенного влияния на климат. В кн.: Солнечно-земные связи, погода и климат, М.: Мир, 1982. С. 354–360.
4. Kondratyev K.Ya., Nikolsky G.A. The Solar Constant and Climate. // Solar Phys. 1983. V. 89. P. 215–222.
5. Veretenenko S.V., Pudovkin M.I. Variations of solar radiation input to the lower atmosphere associated with different helio/geophysical factors. // J. Atm. Solar-Terr. Phys.. V. 61. 1999. P. 521–529.
6. Abbot C.G. Magnetic storms, solar radiation and temperature deviations in Washington // Smith. Miscell. Coll. 1948. V. 110. № 6. P. 37–54.
7. Никольский Г.А., Шульц Э.О. Солнечно-погодные эффекты // Мат. научн. сем. “Экология и Космос”: Проблемы мироздания. Экология воды, 13 февраля 2004 г. СПб: Изд. СПбГУ, 2004. С. 36–43.
8. Давыдова Е.И., Давыдов В.В. Солнечные периоды и метеопараметры земной атмосферы // Геомагнетизм и Аэронавигация. 1995. Т. 35. № 6, С. 163–165.
9. Щепетнов Р.В., Троицкая В.А., Довбня Б.В. Электромагнитное излучение с центральной частотой 2 Герца во время мощного циклона 9 июня 1984 г. // ДАН СССР. 1986. Т. 363. № 5. С. 582–585.
10. Крауклис В.Л., Никольский Г.А., Сафронова М.М., Шульц Э.О. Об условиях возникновения аномальных особенностей аэрозольного ослабления Уф-излучения при высокой прозрачности атмосферы // Оптика атмосферы. 1990. Т. 3. № 3. С. 227–241.

## Impact of Solar Activity on Structure Components of the Earth I. Meteorological Conditions

K. Ya. Kondratyev, G. A. Nikolsky

*Scientific Research Center for Ecology Safety, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg*

On the basis of mountain observations during 21, 22 and 23 cycles of solar activity its impacts on radiative, optical, microphysical and meteorological features of the atmosphere has been investigated with an emphasis on studying of impact on dynamic (circulation) processes and changing microphysical state of ensemble of water vapour molecules in the atmosphere. An example of an event on 20.10.1989 has illustrated contributions of spiral (vortex) radiation (SVR) and flux of protons due to flares to lower troposphere processes dynamics. Conclusion is made about approximate by equal level but different direction their impacts on degree of associations of water vapour molecules. The destructive impacts focused SVR and different its manifestations on the dark side of the Earth and, probably, of the Moon have been underlined.