

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

КЛИМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ)

Учебно-методическое пособие

Составитель
Л.М. Акимов

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение (Классификация климатообразующих факторов).....	4
1. Роль солнечной активности в формировании общей циркуляции атмосферы как одной из составляющих климатической системы	7
1.1. Общие сведения о солнечной активности.....	8
1.2. Прогностические возможности солнечной активности.....	12
2. Астрономические факторы	18
2.1. Влияние орбитальных параметров Земли на приток солнечной радиации на верхнюю границу атмосферы и климат планеты	18
Библиографический список	31

рактических характеристик орбитального движения и собственного вращения Земли, что приводит к колебаниям энергии, поступающей от Солнца на верхнюю границу атмосферы. Определенную роль играет и внешнее магнитное поле. Вторую группу внешних климатообразующих факторов составляют геофизические факторы. Это размер и масса Земли, собственные гравитационные и магнитное поля Земли, внутреннее тепло, определяющее геотермические источники тепла.

Каждый из перечисленных факторов обладает своей «памятью» и длительностью последствия. *Все звенья климатической системы* находятся в очень сложной взаимосвязи и взаимозависимости друг к другу. *Сложность и неоднозначность связей внутри климатической системы*, постоянная эволюция ее компонентов с различной инерционностью является причиной многих климатических изменений, влекущих за собой последствия различного масштаба.

В качестве индикатора изменения климата, как правило, используют изменение средней глобальной температуры. При этом речь может идти только о самых значительных событиях, следы которых сохранились до наших дней в различных геологических, геоморфологических, геохимических и геофизических признаках (ледниковые и межледниковые периоды).

Наиболее длительные климатические колебания обуславливаются *внешними* факторами. Возникающие при этом вариации погодных условий имеют временные масштабы от нескольких лет до миллионов лет.

К *внешним* относят, прежде всего, **астрономические факторы**, которые в свою очередь зависят от объектов, обладающих по характеру влияния, более крупными глобальными последствиями.

1. РОЛЬ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ КАК ОДНОЙ ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Научно установлено, что *единственным внешним источником энергии* для климатической системы является **солнечная энергия**. Количество ее поступления на внешнюю границу атмосферы определяет, в главных чертах, распределение температуры на поверхности Земли и в атмосфере.

При этом *приход солнечной радиации* в свою очередь зависит от многих *причин, способных существенно экранировать ее поступление*, а, следовательно, и перераспределение тепла внутри климатической системы на планете. Изменение солнечной постоянной на 1 % приводит к изменению температуры Земли на 1–2 К. В результате возникает значительное разнообразие климатических условий.

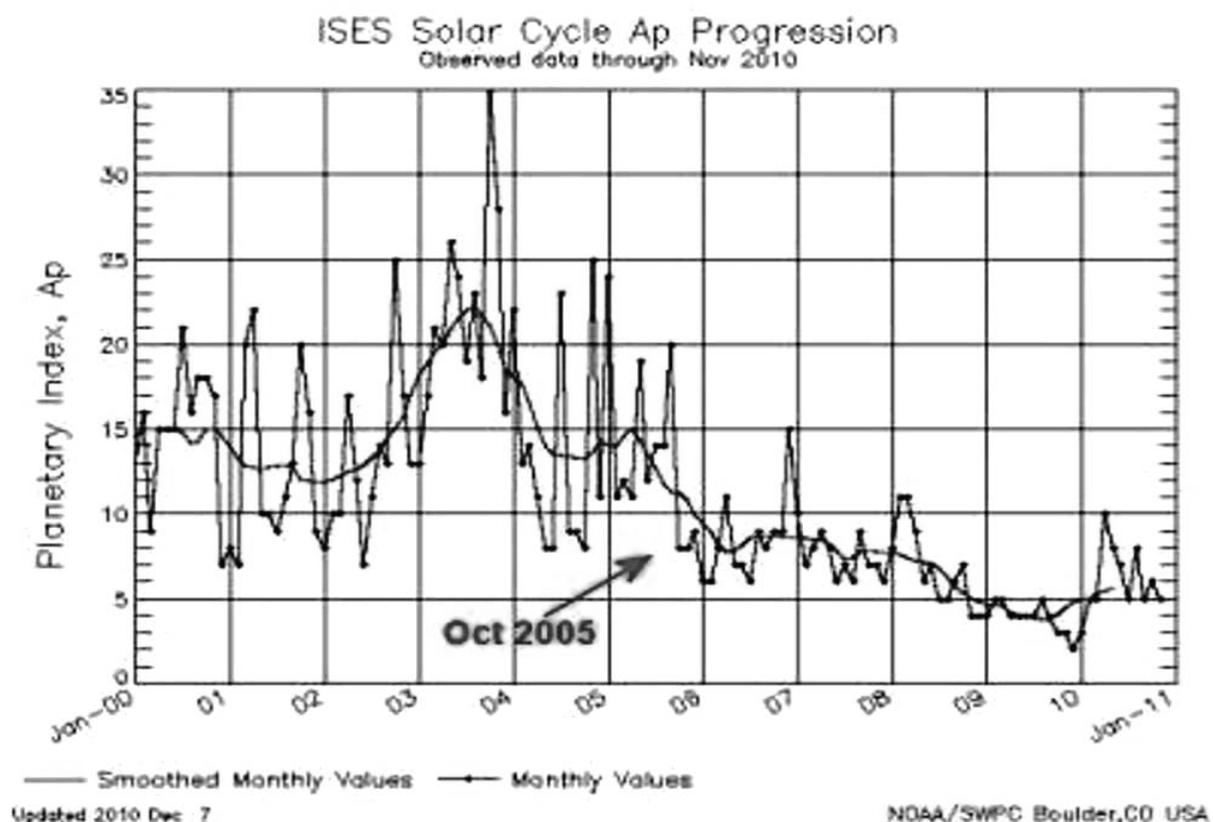


Рис. 1. Данные прямых измерений солнечной постоянной 2010–2011 гг.

1.1. Общие сведения о солнечной активности

Как было показано выше, современный климатический режим формируется под влиянием различных факторов, тем или иным способом связанных с влиянием Солнца и оказывающих влияние, как на длительные монотонные изменения климата, так и относительно кратковременные периодические (ритмические) воздействия.

Один из аспектов влияния Солнца на климат связан с изменениями **солнечной активности**. Принимается во внимание, что при практически неизменной солнечной постоянной могут значительно колебаться потоки радиации в ультрафиолетовой области и в некоторых других участках спектра.

Данному фактору приписывают происхождение почти всех колебаний современного климата и колебаний климата геологического прошлого. Но, хотя ученые занимаются влиянием солнечной активности на атмосферные процессы уже давно, до сих пор не удается ответить на многие вопросы. Если в прошлом столетии считали, что знают о Солнце все, то нынешнее обилие новых данных, полученных с космических аппаратов, значительно изменило эти представления.

В настоящее время установлено, что Солнце находится в постоянном движении: упорядоченном или хаотическом. Для активного Солнца характерны упорядоченные движения, при хаотическом состоянии – оно спокойно. Однако однозначно установить границу между этими движениями пока не представляется возможным.

Согласно современным теоретическим представлениям, источником лучистой энергии Солнца являются реакции термоядерного синтеза, которые протекают в его центральных областях. Строение Солнца является многослойным. По характеру переноса излучения к поверхности внутри

Солнца выделяются две радиальные зоны: **внутренняя** – зона лучистого равновесия, здесь перенос энергии к поверхности осуществляется радиационным путем, и **внешняя** – конвективная зона, где ведущим процессом энергообмена является перенос вещества. Считается, что именно *конвективный* характер теплообмена в поверхностных слоях способствует *возникновению всех нестационарных процессов* на Солнце, которые относятся к проявлениям солнечной активности. Таким образом, солнечная активность к ядерному синтезу, протекающему в недрах Солнца, прямого отношения не имеет, она формируется во внешней зоне.

Структура внешних оболочек Солнца, откуда поступает энергия к Земле весьма сложна. Поверхностные слои Солнца и более глубокие его части даже вращаются с неодинаковой скоростью. Самая верхняя часть конвективной зоны называется **фотосферой**. Она является основным источником излучаемой энергии. Нагретая до 6000 К, совершает оборот за 27 суток. Толщина фотосферы составляет около 400 км. Она практически непрозрачна.

Выше расположена более прозрачная плазма – **хромосфера**, толщина которой составляет 5–10 тыс. км. Этот слой прозрачен для непрерывного спектра и имеет неоднородную волокнистую структуру. Вследствие резкого падения плотности солнечной плазмы в хромосфере наблюдается увеличение скорости теплового движения частиц и соответствующее возрастание температуры с высотой.

Последний наиболее разряженный слой солнечной атмосферы, нагретый до чрезвычайно высоких температур носит название **короны**. В ней имеет место инверсия температуры.

Солнечная корона находится постоянно в динамическом равновесии: вещество солнечной плазмы втекает в неё у основания из хромосферы и выбрасывается из её внешних частей в мировое пространство,

Граница солнечной короны с космическим пространством условна. Разрежаясь, она распространяется на огромные расстояния, а потоки плазмы, исходящие из короны, достигают Земли, вызывая **солнечный ветер** и образуя в околоземном пространстве магнитные поля солнечного происхождения.

Солнечный ветер состоит из протонов, электронов и α -частиц. Скорость истечения солнечного ветра и его плотность испытывают значительные колебания, создающие колебания солнечной активности, от которых зависят толщина и форма солнечной короны.

В фотосфере происходит вихревой и конвективный обмен с расположенными ниже слоями Солнца. Это создает неравномерность распределения температур в прилегающих к солнечному экватору областях, и замкнутые области пониженных температур – более темные солнечные пятна. Их окружают более нагретые, по сравнению со средним фоном для фотосферы – **факелы**.

По данным спутниковых наблюдений соотношения между площадями пятен и факелов могут менять солнечную постоянную до 0,3 %. Кроме того, в активных областях Солнца развиваются мощные магнитные поля.

В настоящее время о величине солнечной активности судят по ее внешним проявлениям. Наиболее известными из них являются **солнечные пятна**. Они были открыты Галилеем еще в начале XVII века, но до конца механизм их образования не ясен.

Чаще всего пятна встречаются группами. Около 90 % из них являются бинарными, состоящими из двух основных пятен: ведущего и хвостового. Первое из них расположено в западной части группы, то есть, в её голове, второе находится сзади, или в хвосте.

Наличие бинарных групп является отражением дипольной структуры локальных магнитных полей, порождающих пятна. Если **лидирующее пятно** имеет *положительную магнитную полярность*, то **ведомое** – *отрица-*