

Б.Г. Шерстюков

АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ В КОСМОСЕ

Рассмотрены изменения аномалий годового хода температуры при различных условиях активности Солнца, знака общего магнитного поля Солнца, положения планет на орбитах и положения Земли относительно экваториальной плоскости Солнца.

Полученные результаты могут использоваться в качестве интегральных фоновых характеристик долгопериодных изменений оптического состояния атмосферы большого региона, а также при оценке тенденций изменений состояния атмосферы в будущем.

Введение

При решении задач долгопериодных изменений оптического состояния атмосферы для крупных регионов, таких как полярная область Земли, в условиях недостатка прямых данных удобно использовать длительные непрерывные ряды фундаментальных характеристик атмосферы, которые взаимосвязаны с оптическим состоянием. В полярной и субполярной атмосфере оптические характеристики атмосферы в значительной мере зависят от изменяющегося термического состояния атмосферы и сопутствующих метеорологических явлений.

Со статистической точки зрения полярные районы известны как районы повышенных значений дисперсий всех метеорологических величин. Полярная атмосфера всегда считалась наиболее чувствительной к воздействию солнечной активности, так как это широты, наиболее благоприятные для проникновения в атмосферу заряженных космических частиц. В настоящей статье дан анализ внешних факторов крупномасштабных температурных преобразований в атмосфере, результаты которого могут использоваться при интерпретации оптических характеристик в северных широтах.

Настоящая статья является развитием гипотезы о влиянии на земную атмосферу приэкваториального нейтрального слоя Солнца и магнитных полей вблизи него. Впервые этот вопрос рассматривался в [6–9] и других работах тех же авторов. Показано, что важнейшей характеристикой космического влияния на Землю является северо-южное положение Земли относительно приэкваториального нейтрального слоя, который считается границей раздела двух магнитных полушарий Солнца с разной магнитной полярностью. Рассмотрено наклонное орбитальное движение Земли относительно упомянутого слоя, возмущения нейтрального слоя под действием асимметрии развития активности на Солнце и возмущения нейтрального слоя под действием планет, проходящих вблизи него в своем орбитальном движении.

В работе использованы усредненные месячные данные об аномалиях приземной температуры воздуха в северном регионе Земли (60 – 90 с.ш. [10]) за 1881–1992 гг. Методом линейной интерполяции были получены данные о температурных аномалиях на каждый день. Ежедневные значения необходимы для получения более гладких кривых при анализе циклов, не кратных году и месяцу. Вычислялись гелиографическая широта и гелиоцентрическая долгота орбитального движения Меркурия, Венеры, Земли, Марса, Юпитера, Сатурна, Урана. Все астеродинамические величины планет вычислялись на каждый день за 1881–1992 гг. по данным [1] на основе средних элементов орбит. Полярность общего магнитного поля Солнца (*SMF*) определялась за тот же период по фазам 11-летнего цикла солнечной активности. Известно, что знак сохраняется около 10 лет, смена его происходит в год максимума или через 1–2 года после максимума 11-летнего цикла. Наиболее уверенно можно говорить о сохранении знака общего магнитного поля Солнца вблизи минимума 11-летнего цикла и два года до и после него. В Северном и Южном полушариях поле имеет противоположный знак (полярность). Для анализа принималось, что в Северном полушарии Солнца знак поля был отрицательным (*SMF*–) в следующие годы: 1899–1903, 1921–1925, 1942–1946, 1962–1966, 1984–1988. Поло-

жительным принимался знак общего магнитного поля Солнца ($SMF+$) в Северном полушарии в следующие годы: 1887–1891, 1911–1915, 1931–1935, 1952–1956, 1974–1978. Далее в тексте при обозначении выборок знак поля относится к Северному полушарию.

Шкала времени внутри года была переведена в градусы гелиоцентрической долготы орбитального движения Земли вокруг Солнца ($0-360^\circ$).

Северо-южная асимметрия активности полушарий Солнца (A) вычислялась по данным о суммарных площадях солнечных пятен Северного (N) и Южного (S) полушарий: $A = (N - S)/(N + S)$. Положительные значения A наблюдаются, когда более активно Северное полушарие, отрицательные – когда более активно Южное.

Постановка задачи и методы анализа

В [9] уже была показана зависимость знака солнечно-атмосферных связей от знака общего магнитного поля Солнца при различных положениях Земли относительно экваториального нейтрального слоя в солнечной магнитосфере. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Межпланетное пространство заполнено анизотропным магнитным полем, которое формируется солнечными и галактическими магнитными полями. Вблизи плоскости экватора Солнца лежит нейтральный слой, разделяющий две магнитные полусферы Солнца с разной полярностью и с разным наполнением заряженными частицами. Земля движется по орбите, плоскость которой наклонена к плоскости экватора Солнца под углом $7,3^\circ$. В течение года гелиографическая широта Земли (угловое расстояние от Земли до экваториальной плоскости Солнца) изменяется от $-7,3$ до $+7,3^\circ$. Два раза в год Земля пересекает экваториальную плоскость Солнца. Движение Земли по эклиптике отсчитывается в гелиоцентрических долготях.

В соответствии с [1] 1 января Земля находится на долготе около 100° , на долготе 76° (декабрь) Земля пересекает экваториальную плоскость Солнца на пути из Северной полусферы в Южную ($N \rightarrow S$), а на долготе около 253° градусов (июнь) Земля пересекает экваториальную плоскость Солнца на пути из Южной полусферы в Северную ($S \rightarrow N$). Осенью Земля лежит в Северной полусфере Солнца, а весной – в Южной.

Необходимо учитывать, что приэкваториальный нейтральный слой (граница раздела двух магнитных полусфер) не всегда совпадает с экваториальной плоскостью. В зависимости от развития активности в том или другом полушарии он может смещаться в северо-южном направлении или искривляться. Практически всегда он имеет волнообразную поверхность из-за долготной неоднородности развития активных центров на Солнце и, возможно, как результат других возмущений, происходящих на пути потоков солнечной плазмы к Земле.

Предполагается, что температурные аномалии зависят от знака той магнитной полусферы Солнца, в которой оказывается Земля под действием геометрических факторов:

- 1) гелиографической широты Земли;
- 2) северо-южного смещения границы (нейтрального приэкваториального слоя) между магнитными полусферами Солнца под действием асимметрии активности полушарий Солнца (более активное полушарие отжимает нейтральный слой в сторону менее активного полушария);
- 3) северо-южного смещения границы между магнитными полусферами Солнца под действием планет Солнечной системы.

Для проверки гипотез использовались приемы расчета условных средних и дисперсий, метод корреляционного анализа и однофакторный дисперсионный анализ. Расчеты в дисперсионном анализе проводились по методике [5] на основе условных средних и дисперсий, полученных по данным в пределах физически обоснованных выборок лет. Процентный вклад исследуемого фактора в общую дисперсию ряда определялся по отношению межуровневой суммы квадратов к общей сумме квадратов. В дисперсионном анализе рассматривалась пара наборов статистик аномалий температуры, полученных при гипотетически разных условиях. Каждый набор статистик представляет собой 36 средних и дисперсий аномалий температуры, полученных по 36 равномерным отрезкам годового интервала, годы выбирались с однородными условиями исследуемого фактора. Пара наборов формируется с противоположными условиями исследуемого фактора. Разность между соответствующими парными условными средними дает различия, обусловленные фактором в чистом виде.

По каждой паре наборов получено 36 разностей, дисперсии разностей вычислялись как сумма соответствующих парных дисперсий. Далее проводился однофакторный дисперсион-

ный анализ по 36 уровням. Статистическая значимость оценок определялась на основе сопоставления F -критерия Фишера с отношением среднего квадрата межуровневых отклонений к среднему квадрату отклонений внутри уровней. В статье приводятся только те количественные оценки, достоверность которых не менее 95%.

Анализ роли асимметрии активности полушарий Солнца

Целью анализа является описание изменений аномалий температуры при различных положениях Земли относительно приэкваториального солнечного слоя, поэтому проводился сравнительный анализ годового хода аномалий температуры, полученного по специально сформированным выборкам лет. Различия в годовом ходе аномалий таких выборок будут характеризовать значимость различий тех условий, по которым эти выборки формировались.

Рассмотрим влияние асимметрии активности Солнца при одинаковом знаке общего магнитного поля Солнца (SMF). За период 1881–1992 гг. возьмем годы, когда общее магнитное поле в Северном полушарии Солнца имело положительную полярность (северную), обозначим эти годы $SMF+$. Разделим их на две выборки: выборка 1 – годы с показателем асимметрии $A < -0,35$; выборка 2 – годы с показателем асимметрии $A > 0,45$.

Выборка 1 состоит из перечня лет, когда наблюдалось значительное превышение активности Южного полушария Солнца над Северным. В эти годы нейтральный приэкваториальный солнечный слой смещен к северу и Земля в течение года находится преимущественно в Южной магнитной полусфере Солнца, т.е. в отрицательном поле.

Выборка 2 состоит из перечня лет, когда наблюдалось значительное превышение активности Северного полушария Солнца над Южным. В эти годы нейтральный приэкваториальный солнечный слой смещен к югу и Земля в течение года находится преимущественно в Северной магнитной полусфере Солнца, т.е. в положительном поле.

Количество заряженных частиц, поступающих в атмосферу из космоса, находится в зависимости от знака того межпланетного магнитного поля, в котором в каждый момент оказывается Земля. Составленные выборки лет позволяют сравнивать температуры при разных внешних условиях.

По указанным выборкам получены усредненные кривые аномалий годового хода температуры (T) в северном регионе. Кривые приведены на рис. 1. По горизонтальной оси отложена гелиоцентрическая долгота Земли в ее орбитальном движении. Вертикальными штриховыми линиями показаны долготы, на которых Земля пересекает экваториальную плоскость Солнца. Из рисунка видно, что в годы выборки, когда Земля глубоко погружается в отрицательную магнитную полусферу (кривая 1), наблюдаются отрицательные аномалии температуры в течение всего года. В годы выборки, когда Земля глубоко погружается в положительную магнитную полусферу (кривая 2), наблюдаются положительные аномалии температуры весь год. Дисперсионный анализ показывает, что при выбранных «чистых» условиях северная асимметрия активности полушарий Солнца описывает 40% общей дисперсии аномалий температуры. Если сформировать подобные выборки при более мягких условиях $A < -0,25$ и $A > 0,25$, то асимметрия описывает только 9,3% общей дисперсии аномалий.

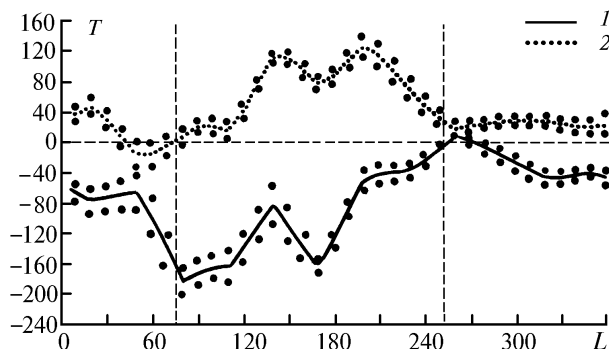


Рис. 1. Аномалии температуры T ($^{\circ}\text{C}-100$) в полярном районе в годы с $SMF+$ при условии: 1 – $A < -0,35$; 2 – $A > 0,45$; L – гелиоцентрическая долгота Земли

Весь приведенный анализ можно повторить на независимых данных для случаев, когда общее магнитное поле было отрицательным (южным) в Северном полушарии Солнца. Расчеты были выполнены при $A < -0,25$ и $A > 0,25$. При таких условиях вклад асимметрии активности Солнца составляет 10,1% общей дисперсии. В эти годы, как и в вышеизложенных случаях, если Земля погружается в отрицательную магнитную полусферу, наблюдаются отрицательные аномалии температуры, а если в положительную – то положительные. Результаты взаимно подтверждаются независимыми данными.

Так, на примере одного регулирующего фактора показано влияние знака общего магнитного поля Солнца на приземную температуру воздуха в северном регионе Земли, а также то, что переход Земли через границу магнитных полусфер Солнца приводит к изменению знака аномалий температуры на Земле.

Если смена знака SMF проявляется в изменениях температуры воздуха, то тем более при этом должны наблюдаться изменения в межпланетных магнитных полях (IMF) вблизи Земли. К сожалению, не существует столь длительных наблюдений об IMF , чтобы повторить весь анализ. Надежные данные о полярности IMF имеются начиная с 1957 г. В эти годы SMF было положительным с 1973 по 1979 г., из них $A < -0,25$ было только в 1974 г., а в другие годы было $A > 0$ или около 0. Поэтому для сравнения были выбраны только два «чистых» соседних года, когда было $SMF+$ и в одном из них $A = -0,27$ (1974 г.), а в другом $A = 0,46$ (1975 г.). На рис. 2 показаны кривые IMF для 1974 г. (1) и для 1975 г. (2). Значения кривых получены по ежедневным данным о полярности IMF [4] путем обобщения по 10-градусным интервалам орбитального движения Земли:

$$(IMF) = (n - s)/(n + s),$$

где n и s – число дней соответственно с положительной и отрицательной полярностью в 10-градусных интервалах орбиты Земли.

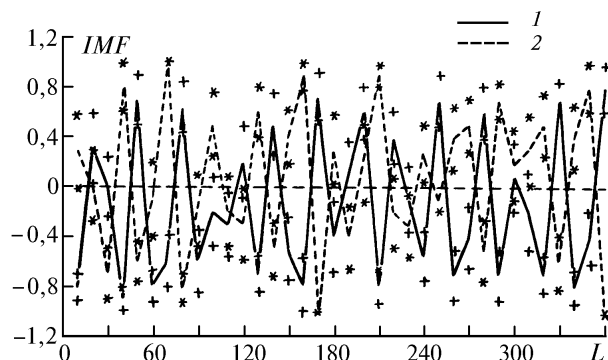


Рис. 2. Межпланетное магнитное поле в годы $SMF+$ при условии: 1 – $A < -0,25$; 2 – $A > 0,25$

Коэффициент корреляции между кривыми равен $-0,79$, очень изменчивая кривая IMF 1974 г. находит свое зеркальное отражение в кривой IMF 1975 г. В первом случае более активным было Южное полушарие Солнца с отрицательной магнитной полярностью, а во втором – Северное с положительной магнитной полярностью. Кривые, представленные на рис. 2, подтверждают значение асимметрии активности полушарий Солнца в формировании магнитного поля (IMF) вблизи Земли, которое в свою очередь является регулятором притока заряженных частиц в атмосферу. Необходимо учитывать, что показанное зеркальное отражение кривых стало возможным при сохранении местоположения активных долгот на Солнце в рассмотренные годы. Удачно выбранные годы позволили еще раз пронаблюдать эффект в «чистом» виде. В других случаях эффект будет размытым из-за смещения активных долгот.

Анализ влияния орбитального положения планет на температуру

Давно остается нерешенным вопрос о влиянии положения планет на погоду и климат Земли. Имеющиеся результаты противоречивы. Рассмотрим эту проблему на основе гипотезы о влиянии планет на приэкваториальный нейтральный слой Солнца, который, как уже было показано, может являться регулятором воздействия космических сил на IMF и атмосферу. Из-за малой длительно-

сти надежных данных об IMF нет возможности проверить роль планет на прямых данных, поэтому анализ производился по данным об аномалиях температуры в северном районе.

Для анализа использовались данные о гелиографических широтах шести планет от Меркурия до Урана. Более далекие планеты имеют периоды оборота, превышающие длительность имеющихся рядов наблюдений, и они не рассматривались. Наклонение планет к эклиптике – от 46° для Урана до 7° для Меркурия. Сама эклиптика наклонена к экваториальной плоскости Солнца на $7,3^\circ$, поэтому гелиографические широты планет могут изменяться в пределах от 7 до 14° к северу и к югу от экваториальной плоскости Солнца, вблизи которой лежит граница раздела двух магнитных полусфер Солнца. Как и прежде, будем составлять выборки лет с одинаковым знаком SMF , но при разных положениях планет.

Анализировался годовой ход аномалий температуры, полученный по четырем специальным временным выборкам:

- а) годы, когда общее магнитное поле Солнца в Северном полушарии имело отрицательный знак ($SMF-$) и гелиографическая широта (f) планеты была меньше 0° (южное положение);
- б) то же, но гелиографическая широта (f) планеты была больше 0° (северное положение);
- в) годы, когда общее магнитное поле Солнца в Северном полушарии имело положительный знак ($SMF+$) и гелиографическая широта (f) планеты была меньше 0° (южное положение);
- г) то же, но гелиографическая широта (f) планеты была больше 0° (северное положение).

Перечисленные выборки были сформированы отдельно для каждой планеты. Всего получено 24 выборки. Ежедневные значения аномалий температуры по каждой выборке усреднялись по 10-градусным интервалам долготы орбитального движения Земли. По каждой выборке получено 36 усредненных значений аномалий температуры, которые характеризуют годовой ход аномалий температуры при заданных внешних условиях. Для каждого среднего значения получены стандартные отклонения.

Величина $f < 0$ означает, что в рассматриваемый момент планета находится южнее экваториальной плоскости Солнца, а $f > 0$ – планета находится севернее независимо от положения Земли на орбите. Если в среднем за много лет магнитные полусферы Солнца симметричны относительно экватора Солнца, то $f < 0$ в среднем означает положение планеты южнее границы раздела магнитных полусфер Солнца, а $f > 0$ – положение планеты севернее границы раздела.

На рис. 3 приведены кривые аномалий годового хода, полученные по выборкам лет для трех больших планет. Роль планет прослеживается в однородных условиях солнечного магнитного поля при сопоставлении рис. 3, а с рис. 3, б и рис. 3, в с рис. 3, г.

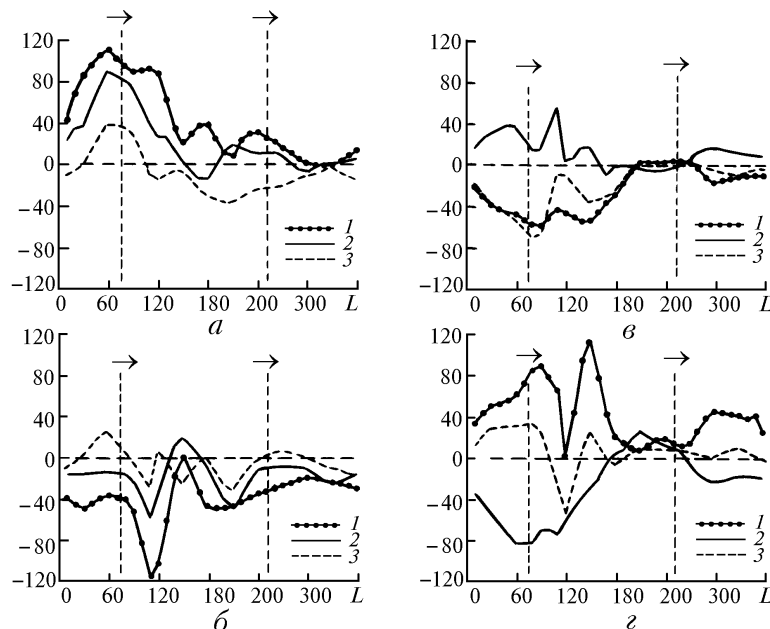


Рис. 3. Аномалии температуры T ($^\circ\text{C}\cdot 100$) в полярном районе при разной гелиографической широте f планет: 1 – Сатурн; 2 – Юпитер; 3 – Уран; L – гелиоцентрическая долгота Земли

Рассмотрим годовой ход аномалий температуры при таких условиях в околоземном космосе, когда общее магнитное поле Солнца имеет отрицательный знак в Северном полушарии и положительный – в Южном (рис. 3, *а* и рис. 3, *б*), обозначим их SMF^- .

Из рисунков видно, что при SMF^- и при условии, когда планеты Юпитер или Сатурн находятся южнее экваториальной плоскости (рис. 3, *а*), наблюдаются преимущественно положительные аномалии температуры (кривые 1, 2), особенно зимой, когда Земля проходит вблизи экваториальной плоскости на пути из Северной полусферы в Южную. Уран в эти месяцы также дает повышение аномалий температуры (кривая 3).

Напротив, если одна из планет находится севернее экваториальной плоскости Солнца, наблюдаются отрицательные аномалии температуры (рис. 3, *б*, кривые 1, 2, 3). Опять же наибольшее понижение температуры происходит зимой, когда Земля находится вблизи границы перехода из Северной полусферы в Южную. Максимальное понижение температуры наблюдается после прохождения Землей экваториальной плоскости. Точное среднее положение нейтрального слоя для этой выборки неизвестно; возможно, он смещен к югу, тогда зимой Земля будет пересекать его с запаздыванием, что соответствует запаздыванию появления отрицательных аномалий.

Коэффициенты корреляции между соответствующими кривыми при северном и южном положении планет невелики из-за сдвига, но в течение всего года практически полная смена знака аномалий, в зависимости от условий, дает основание утверждать, что в данном случае условия положения планет определяют знак температурных аномалий. Сдвиги экстремумов на кривых при разных условиях вполне допустимы, так как граница раздела магнитных полусфер в среднем за много лет лежит около экваториальной плоскости Солнца, но в каждой отдельной выборке может не совпадать с ней, что является причиной понижения коэффициентов корреляции.

Другие условия в околоземном космосе складываются тогда, когда общее магнитное поле Солнца имеет положительный знак в Северном полушарии и отрицательный в Южном, обозначим их SMF^+ .

На рис. 3, *в* и 3, *г* приведены аномалии температуры (T) в годы с положительным SMF . Кривые на рис. 3, *в* вычислены при южном положении планет Юпитера, Сатурна и Урана, а кривые на рис. 3, *г* вычислены при северном положении тех же планет. Сравнение рисунков показывает противоположный ход соответственных кривых аномалий температуры в зависимости от орбитального положения больших планет. При южном положении Сатурна и Урана (независимо) преобладают отрицательные аномалии температуры (рис. 3, *в*, кривые 1, 3), а при их северном положении положительные (рис. 3, *г*, кривые 1, 3). Коэффициент корреляции между годовым ходом аномалий температуры в годы с северным и с южным положением Сатурна $r = -0,80$, а в годы с северным и с южным положением Урана $r = -0,56$. Изменение температуры в зависимости от положения Юпитера несколько иное, но также противоположное при северном и южном положении – при южном положении аномалии температуры положительные (рис. 3, *в*, кривая 2), а при северном отрицательные (рис. 3, *г*, кривая 2), коэффициент корреляции $-0,82$. Наибольшее влияние условий положения планет наблюдается зимой вблизи перехода Земли из Северной солнечной полусферы в Южную. Летом, при переходе Земли из Южной полусферы в Северную, наоборот, независимо от дополнительных условий температурные аномалии приближаются к нулю.

Неслучайный эффект в температурных аномалиях создают условия планет Земной группы: Меркурия, Венеры, Марса. При этом имеются свои особенности, которые здесь не указываются. Ниже приведем лишь общие количественные оценки.

Для получения количественных оценок вклада условий положения планет в общую изменчивость температурных аномалий проводился однофакторный дисперсионный анализ. В качестве фактора рассматривался годовой ход разностей аномалий температуры при северном и южном положении планеты (36 точек). В таблице приведены результаты дисперсионного анализа.

Доля объясненной вариации (%) аномальной температуры, связанной с изменением широты планеты

Планета	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран
Годы SMF^+	3,8	13,4	7,5	16,6	18,9	11,0
Годы SMF^-	14,2	20,1	6,9	13,0	29,7	4,0

Дисперсионный анализ показывает (см. таблицу), что вклад орбитального положения планет в изменение аномалий температуры в годы SMF^- от 4,0–6,9% для Урана и Марса и до 29,7% для Сатурна. Меркурий, Венера и Юпитер дают сопоставимый с Сатурном вклад в вариацию. В годы SMF^+ наименьший вклад в вариации температуры дает Меркурий – 3,8%, наибольшие вариации дают Сатурн – 18,9%, Юпитер – 16,6%, Венера – 13,4%. Столь значительный вклад планет в вариации температурных аномалий удалось выделить благодаря учету знака общего магнитного поля Солнца. Это подтверждает предложения многих исследователей о том, что межпланетные магнитные поля являются передаточным звеном влияния планет на климат Земли.

До сих пор рассматривалось изменение аномалий температуры при разных положениях планет, но при одинаковых знаках общего магнитного поля Солнца. Далее сравним изменения температурных аномалий в зависимости от знака общего магнитного поля Солнца при одинаковых положениях планет.

Для обнаружения роли SMF в формировании температурных аномалий необходимо сравнить рис. 3, а с рис. 3, в и рис. 3, б с рис. 3, г. В первом случае кривые 1 на указанных рисунках и кривые 3 там же показывают полную противоположность годового хода аномалий температуры (при аналогичных южных положениях Сатурна и Урана, но при разном знаке общего магнитного поля Солнца). Коэффициент корреляции годового хода аномалий температуры при разных знаках SMF для южного положения Сатурна равен минус 0,75 и для южного положения Урана минус 0,84. В тех случаях, когда выбираются одинаковые условия с южным положением Юпитера (кривая 2 на рис. 3, а и рис. 3, в), аномалии температуры не зависят от магнитного поля Солнца ($r = +0,60$) и положительны весь год.

Сравнение рис. 3, б и рис. 3, г показывает, что при северном положении Сатурна и Урана аномалии температуры отрицательны при SMF^- и положительны при SMF^+ . Наблюдается полная противоположность в знаке аномалий в течение всего года при изменении знака общего магнитного поля. При северном положении Юпитера температурные аномалии отрицательны независимо от знака SMF .

Приведенные результаты получены на интервале 112 лет. Стандартные отклонения для каждой точки любой из кривых не превышают $0,08^\circ$. Не вызывает сомнения статистическая значимость экстремумов на всех кривых на уровне 95%.

Влияние условий широтного положения Сатурна и Урана на температуру зависит от направления общего магнитного поля Солнца. Изменение полярности общего магнитного поля Солнца сопровождается изменением знака влияния положения указанных планет на температуру. Влияние Урана несколько слабее влияния Сатурна. А влияние условий широтного положения Юпитера отчетливо наблюдается в изменениях температуры, но почти не зависит от направления общего магнитного поля Солнца.

Планеты Земной группы также оказывают влияние на годовой ход температурных аномалий, которое по величине сопоставимо с влиянием больших планет.

Годовой ход аномалий температуры воздуха и среднегодовая температура в северном регионе в значительной мере определяются условиями асимметрии активности полушарий Солнца, широтного положения планет над экваториальной плоскостью Солнца и знаком общего магнитного поля Солнца, которые, видимо, являются крупномасштабными косвенными показателями тех благоприятных или неблагоприятных условий, которые складываются вблизи Земли для проникновения в атмосферу заряженных частиц солнечного и галактического происхождения.

Обсуждение результатов

В рассмотренных выборках лет при разных условиях все результаты объединяет следующий эффект: если Земля погружается в отрицательную магнитную полусферу Солнца, то на Земле наблюдаются отрицательные аномалии температуры, а если в положительную, то положительные.

Рассмотренные годы с устойчивым знаком общего магнитного поля Солнца относятся также к годам с низкой солнечной активностью, когда складываются благоприятные условия для проникновения космических лучей в атмосферу. Б.И. Сазонов в обзоре [3] сообщает о возможности фокусировки космических лучей на ударных волнах, возникающих при взаимодействии солнечного ветра с планетой. Условия взаимодействия солнечного ветра с геомагнитосферой зависят от знака межпланетного магнитного поля, поэтому роль SMF в формиро-

вании температурных аномалий не является неожиданностью. Однако столь четкую картину эффекта раньше не удавалось получить, так как не учитывались условия положения планет. Роль планет тоже всегда оставалась сомнительной, так как при анализе атмосферных проявлений планетных конфигураций не учитывалось магнитное поле, на фоне которого происходили события.

Изменения широт планет на орбите сопровождаются изменениями температуры, но знак температурных аномалий зависит от полярности магнитного поля Солнца, из этого следует вывод о негравитационном влиянии планет на земную атмосферу.

На первый взгляд, вызывает недоумение роль планет, которая определяется только их географической широтой и не зависит от расстояния между Землей и планетой. Но известно [2], что в случае взаимодействия с планетами солнечный ветер ведет себя как сплошная проводящая среда, частицы солнечного ветра проявляют коллективное поведение, несмотря на отсутствие столкновений между ними. Возмущенное состояние солнечного ветра в области взаимодействия с планетой, видимо, сохраняется некоторое время, а осевое вращение Солнца переносит это возмущение на большие расстояния по долготе. В результате этого происходит смещение нейтрального слоя и изменяются условия взаимодействия солнечного ветра с Землей на больших удалениях от возмущающей планеты.

Взаимодействие солнечного ветра с планетой определяется электропроводностью планеты и ее оболочкой, а также тем, имеется у планеты собственное магнитное поле или нет [2]. Планетная система Солнца обладает большим разнообразием указанных свойств, и поэтому в ней реализуются почти все возможные разновидности такого взаимодействия. Этого достаточно для объяснения тех различий между планетами, которые обнаружены в их роли при изменениях температуры воздуха в северном районе Земли.

1. *Астрономический ежегодник СССР на 1974 год*. Л.: Наука, 1974. 718 с.
2. Долгинов Ш. Ш. // *Взаимодействие солнечного ветра с планетами земной группы*. Итоги науки и техники. Серия Астрономическая. Т. 35. М.: ВИНТИ, 1988. 350 с.
3. Дружинин И. П., Сазонов Б. И., Ягодинский В. Н. // *Космос–Земля. Прогнозы*. М.: Мысль, 1974. 285 с.
4. Логинов В. Ф., Шерстюков Б. Г., Оль А. И., Акатова Н. И. *Индексы солнечной и магнитной активности*. Обнинск: ВНИИГМИ–МЦД, 1991. 151 с.
5. Рейтенбах Р. Г., Шерстюков Б. Г. *О различиях аэрологических величин при ясной и пасмурной погоде* // Труды ВНИИГМИ–МЦД. 1988. Вып. 143. С. 63–74.
6. Шерстюков Б. Г. *Межпланетное магнитное поле и атмосферная циркуляция* // Труды ВНИИГМИ–МЦД. 1983. Вып. 98. С. 100–107.
7. Шерстюков Б. Г. *Знакопеременность солнечно-атмосферных связей* // Труды ВНИИГМИ–МЦД. 1983. Вып. 98. С. 107–113.
8. Шерстюков Б. Г., Логинов В. Ф. *Активные долготы Солнца и их проявления в атмосферной циркуляции* // Труды ГГО. 1979. Вып. 428. С. 37–42.
9. Шерстюков Б. Г., Логинов В. Ф. *Короткопериодные циклические изменения в нижней атмосфере и гелиогеофизические процессы*. М.: Гидрометеоздат, 1986. 86 с.
10. Vinnikov R. Ya., Groisman P. Ya. and Lugina K. M. *Global and hemispheric temperature anomalies from instrumental surface air temperature records* // Trends 93: A Compendium of Global Change. Editors T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Sepanski, F.W. Stoss. Production Editor G.M. Logsdon. 1994. WDC-A. P. 615–627.

Всероссийский научно-исследовательский институт
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных,
Обнинск

Поступила в редакцию
4 декабря 1995 г.

B. G. Sherstukov. Temperature Anomalies in the Northern Latitudes Air under Various Space Conditions.

The anomalies of the temperature annual behaviour are considered in the paper as the function of variation of the sun activity, the sign of its total magnetic field, orbital position of planets, and the Earth position relative to the sun equatorial plane.

The obtained results can be used as the integral background characteristics of long-term variation of the atmosphere optical state over large regions as well as estimates of such variations trends.