

Васильев М.С., Николашкин С.В. ©

ФГБУН Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, г. Якутск, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЯКУТИИ И 11-ЛЕТНИЙ ЦИКЛ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Аннотация

В работе приводятся результаты исследования вариаций среднегодовых и среднесезонных значений приземной температуры воздуха в зависимости от солнечной активности методом наложения эпох. Используются данные многолетних (1954-2012 гг.) метеорологических станций на территории Якутии.

Ключевые слова: приземная температура воздуха, солнечная активность, числа Вольфа.

Keywords: surface air temperature, solar activity, the Wolf numbers.

Введение

В ряде работ посвященных исследованиям солнечно-атмосферным связям показано, что в некоторых регионах Земли наблюдается проявление как положительной корреляции между индексами солнечной активности (СА) и метеорологическими параметрами [1-2], так и отрицательная [2], либо она вообще отсутствует [3]. Отклики метеорологических параметров в зависимости от СА проявляются в разной степени от сезонов года [4-5] и по-разному ведут себя в нечетных и четных 11-летних циклах СА [6-7]. За последние пол века при сопоставлении различных метеорологических явлений в периоды низкой и высокой СА многими авторами показано, что экстремумы метеорологических параметров не всегда совпадают с экстремумами числа пятен в 11-летнем цикле СА [8].

Цель работы – выявить взаимосвязь (или ее отсутствия) между вариациями приземных температур воздуха (ПТВ, °С) в Якутии и 11-летним циклом СА.

Исходные данные

В работе были использованы среднегодовые и среднемесячные значения ПТВ за период 1954-2012 гг. - данные ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (<http://www.meteo.ru>). Анализ данных проводился по трем метеостанциям находящимся в южной, центральной и северной части Якутии, расположенных в географическом диапазоне долгот от 125-130 град. в.д. – ст. Алдан (58°37'N, 125°22'E), ст. Якутск (62°05'N, 129°45'E) и ст. Тикси (71°35'N, 128°55'E).

В качестве индекса СА использовались среднегодовые значения чисел Вольфа (W) (<http://sidc.oma.be/html/sunspot.html>).

Метод исследований

Изначально, так как в вариациях ПТВ за рассматриваемый период на всех станциях наблюдается тенденция к увеличению, то из исходных кривых вариаций были удалены тренды для приведения ряда к стационарности путем взятия разностей.

Короткое и жаркое лето в Якутии, занимающей обширное географическое пространство на северо-востоке России, сменяется продолжительной и холодной зимой. Амплитуда колебаний ПТВ может превышать 100 °С, межсезонье скоротечно, поэтому погода в холодные и теплые периоды года может по-разному реагировать на вариации СА. Нами были рассмотрены температурные отклонения, как для всего года, так и отдельно для каждого сезона. Далее был применен широко используемый в гелиофизике метод наложения эпох.

Рассматриваемому периоду соответствуют четыре полных цикла СА - таблица 1. Их неодинаковая длительность, а также различная длины нисходящей и восходящей ветвей, меняющаяся при переходе от цикла к циклу, может осложнить операцию по подгонке лет одного цикла к другому, поэтому было произведено искусственное приведение 11-летних

циклов к единому виду, взяв за реперные точки годы максимумов СА. Циклы 21 и 22 составляющие менее 11 лет по продолжительности приходилось «растягивать», а циклы 20 и 23 «сжимать». «Растяжению» и «сжатию» подвергались восходящие и нисходящие соответственно ветви циклов. Для стандартной длины нисходящей ветви от реперной (максимальной) точки была принята длина в 6 фазовых интервалов, а для восходящей – в 4.

Таблица 1

Основные характеристики циклов СА

Циклы СА	Начало	Конец	Год минимума	Год максимума	Продолжительность (лет)
20-й	октябрь 1964	июнь 1976	1964	1968	11,7
21-й	июнь 1976	сентябрь 1986	1976	1979	10,3
22-й	сентябрь 1986	май 1996	1986	1989	9,7
23-й	май 1996	январь 2009	1996	2000	12,6

Результаты исследований

Результаты анализа среднегодовых значений ПТВ и по сезонам года методом наложения эпох графически представлены на рис. 1 и рис. 2 (а, б, в, г) соответственно.

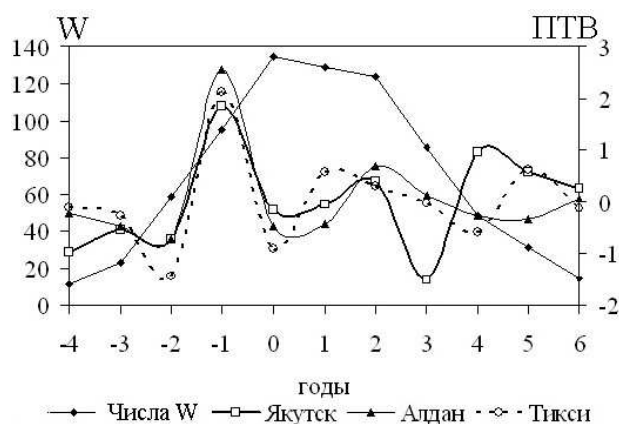


Рис. 1. Среднегодовые вариации ПТВ и W за период с 20-23 цикл СА

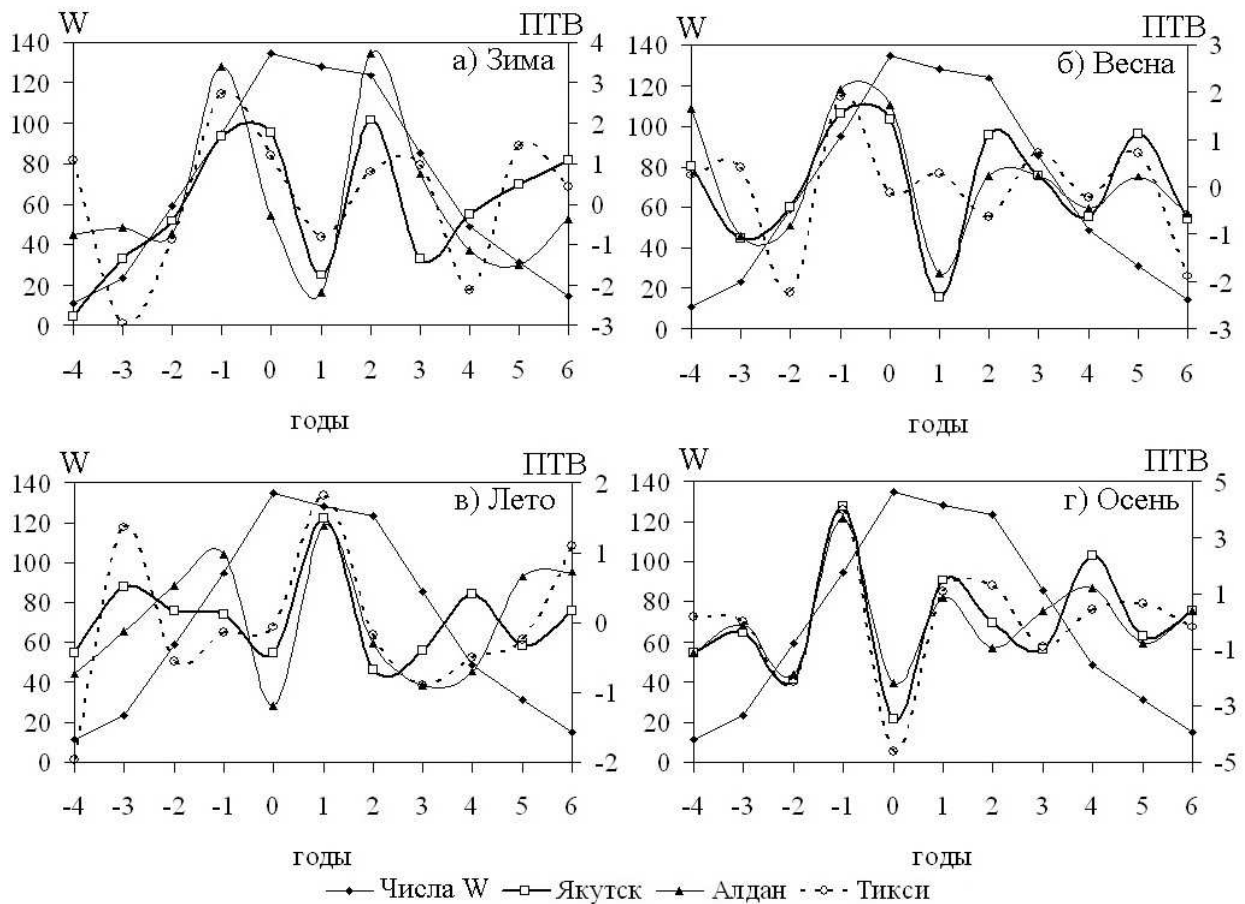


Рис. 2 (а, б, в, г). Среднесезонные и среднегодовые вариации ПТВ и W соответственно за период с 20-23 цикл СА

На рис. 1 и 2 (а, б, в, г) видно, что среднегодовые и среднесезонные вариации ПТВ в южной, центральной и северной части Якутии в целом совпадают, различия составляют лишь амплитудные колебания. Вблизи максимума СА ($\pm 1-2$ года) на фазах роста и спада наблюдаются максимальные амплитуды колебания ПТВ относительно средних значений. Также наблюдается схожесть вариаций ПТВ между сезонами зима-весна и лето-осень.

В течение 11-летнего цикла СА вариации ПТВ имеют в среднем по три максимальных пика. Например, в среднегодовых вариациях ПТВ 1-ый пик наблюдается за 1 год (фаза роста) до максимума СА, 2-ой и 3-ий (фаза спада) смещены относительно максимума СА на 1-2 и 4-6 лет соответственно. Возможно, такой временной характер ПТВ в Якутии необходимо искать в вариациях индексов СА, например магнитных полей солнечных пятен, которые имеют квазипериодичность, составляющую в среднем около восьми лет с экстремумами среднегодовых значений чаще всего попадающих на фазы роста и спада 11-летних циклов [9]. Стоит отметить, что вариации ПТВ между переходными сезонами зима-весна и лето-осень после максимума СА со значимостью 95% находятся в противофазе ($r = -0.76, -0.75, -0.4$), а до максимума СА в фазе ($r = 0.65, 0.19, 0.38$) для ст. Алдан, ст. Якутск и ст. Тикси соответственно.

Так как погода в любом регионе определяется не только географическими координатами, но и циркуляционными условиями, то необходимо рассматривать изменения метеорологических параметров во взаимосвязи с общей циркуляцией атмосферы [10]. Исходя из среднегодовых и среднесезонных (зима, весна) значений ПТВ, можно предположить, что наиболее холодные периоды соответствовали эпохе максимума СА, а теплые летнему и осеннему периоду. Мы сопоставили данные ПТВ с индексами Арктического (АК) и Северо-Атлантического (САК) колебаний (NOAA - <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>, 1000 гПа), характеризующих крупномасштабные атмосферные процессы в Северном полушарии. Значения ПТВ с АК и САК практически не коррелируют друг с другом. Однако аномалии температуры в период зима-весна в эпоху максимума СА, предположительно связаны с наличием мощного малоподвижного антициклона над Арктикой, который аккумулирует в себе

колоссальное количество холода и «расшвыривает» его в разные стороны. Связано это с тем, что в 20, 21 и 23-ем циклах СА в периоды максимума СА наблюдались отрицательные фазы АК, во время которых происходит экспорт арктического холода в средние широты, что возможно и привело к отрицательным аномалиям температуры. Например, в работе [11] была рассмотрена динамика Азиатского (Сибирского) антициклона в различные периоды последней циркуляционной эпохи (1957 г. – по настоящее время). Авторы описывают факт того, что следствием высокой повторяемости меридиональных процессов явилась аномально холодная зима над Восточной Сибирью в 1968-1969 гг. и 2000-2001 гг. соответствующие периодам максимума СА 20-го и 23-го циклов (таб. 1), когда в 92% случаев отсутствовал зональный перенос воздушных масс.

Известно, что квазидвухлетняя цикличность (КДЦ) [12-13] зонального ветра в экваториальной стратосфере влияет на распространение внетропических планетарных волн и среднюю меридиональную циркуляцию атмосферы. Эффекты КДЦ наблюдаются не только вблизи экватора, но и во внеэкваториальной области в изменениях различных атмосферных параметров, причем в высоких широтах эффекты КДЦ проявляют себя более заметно, чем в средних [14]. Мы рассмотрели среднегодовые значения ПТВ (1955-2012 гг.) с целью выявления циклической природы (КДЦ, либо близкие к ним вариации) на основе метода спектрального анализа Фурье.

На рис. 3 (а, б) представлены результаты спектрального анализа среднегодовых значений ПТВ для ст. Якутск за период с 1955-2012 гг.

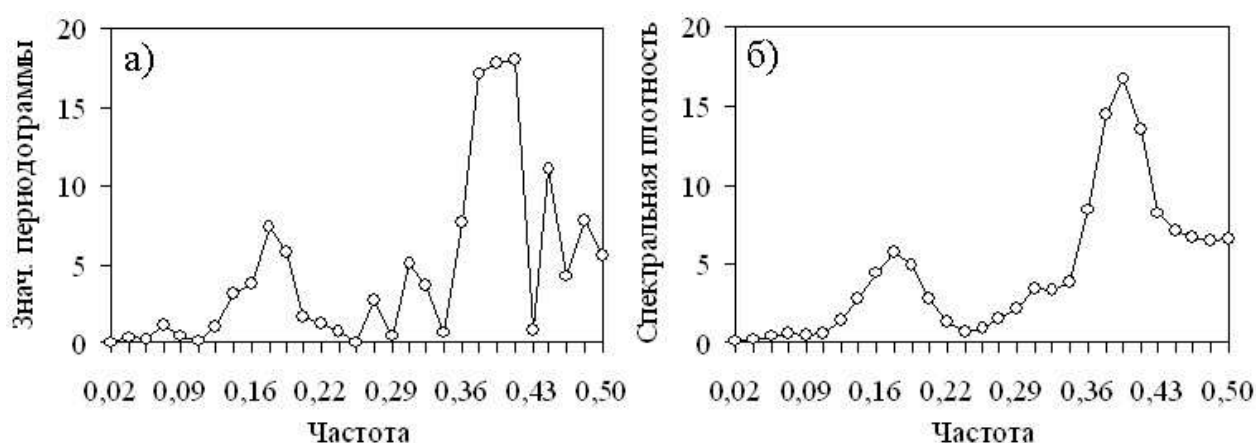


Рис. 3 (а, б). Спектральный анализ среднегодовых значений ПТВ за период с 1955-2012 гг.

Видно (рис. 3, а), что на периодограмме ПТВ имеют три максимальных значения на частотах (число циклов в единицу времени) 0.37, 0.39 и 0.41, соответствующих интервалам времени 2.6, 2.5 и 2.4 года соответственно, но так как значения периодограммы это объект существенного случайного колебания, то можно столкнуться с проблемой многих хаотических пиков. В связи с чем (рис. 3, б), была рассмотрена зависимость спектральной плотности среднегодовых значений ПТВ в зависимости от частоты, чтобы убрать случайные колебания, однако и в этом случае три максимальных значения периодограммы наиболее отчетливо проявляют себя. Стоит отметить, что на периодограмме зависимости спектральной плотности значений ПТВ от периода колебаний (в работе не показано) видно, что наблюдается ярко выраженный 2.5 года цикл. Такая же картина цикличности ПТВ наблюдается в южной и северной части Якутии по данным ст. Алдан и ст. Тикси.

Выводы

Таким образом, в работе показано, что на протяжении четырех циклов СА (20-23-ий) вариации ПТВ в Якутии по данным трех метеостанций имеют схожий характер поведения, различия составляют лишь амплитудные колебания. Также наблюдается схожесть вариаций ПТВ между сезонами зима-весна и лето-осень.

В течение 11-летнего цикла СА вариации ПТВ имеют в среднем по три максимальных пика, приходящиеся на ветви подъема и спада. Между переходными сезонами зима-весна и лето-осень вариации ПТВ после максимума СА находятся в противофазе, а до максимума СА в фазе.

На протяжении порядка 60-ти лет в среднегодовых вариациях ПТВ наблюдается неоднозначная связь с индексами атмосферного колебания, а также квазипериодичность составляющая ~ 2,5 года.

Литература

1. Герман Дж.Р., Гольдберг Р.А. Солнце, погода, климат. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 319 с.
2. Чистяков В.Ф. Солнечные циклы и колебания климата. Владивосток: Даль-наука, 1997. (Тр. УАФО; Т.1, Вып.1). 154 с.
3. Elling W., Schwentek H. No depending of temperature of the troposphere Berlin on the solar activity cycle // *Sol. Phys.* 1992. V.137, N.2. P.401-402.
4. Комитов Б.П. О возможном влиянии солнечной активности на климат в Болгарии // *Солнечные данные.* 1986. №5. С. 73-78.
5. Пудовкин М.И., Морозова А.Л. 11-летние вариации климата в Швейцарии с 1700 по 1989 г. и солнечная активность // *Геомагнетизм и аэрономия.* 2000. Т.40, №3. С. 3-8.
6. Пудовкин М.И., Люблич А.А. Проявление циклов солнечной активности и магнитной активности в вариациях температуры воздуха в Ленинграде // *Геомагнетизм и аэрономия.* 1989. Т.29, №3. С. 359-363.
7. Комитов Б.П., Крестев Д. Солнечные циклы и кратковременные климатические вариации влажности воздуха в Болгарии. Относительная влажность // *Солнечные данные.* 1990. №4. С. 83-87.
8. Вительс Л.А. Синоптическая метеорология и гелиосфера. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 255 с.
9. Милецкий Е.В., Наговицын Ю.А. Временные вариации среднегодовых значений напряженности полей солнечных пятен / Труды конфер. "Солнце в эпоху смены знака магнитного поля". СПб. 2001. С. 281-283.
10. Чередниченко А.В. Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапасаов облачности / А.В. Чередниченко. – Бишкек: Илим, 2009. – 260 с.
11. Латышева И.В., Лощенко К.А., Шахаева Е.В. Исследование динамики Азиатского антициклона и холодных циркуляционных периодов на территории Иркутской области // *Изв. ИГУ. Серия «Науки о Земле».* 2011. Т.4, № 2. С. 161-171.
12. Landsberg H.E. Biennial pulses in the atmosphere // *Beit. Phys. Atmos.* 1962. V. 35. P. 184-194.
13. Baldwin M.P. et al. The Quasi Biennial Oscillation // *Rev. Geophysics.* 2001. V. 39. N 2. P. 179-229.
14. Sitnov S.A. QBO effect manifesting in ozone, temperature, and wind profiles // *Ann. Geophys.* 2004. V. 22. № 5. P. 1495-1512.