

УДК 523.982.8

СЕЗОННЫЕ, ДОЛГОТНЫЕ И ШИРОТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ СУММЫ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ГОДЫ МАКСИМУМА И МИНИМУМА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

© 2024 г. В. А. Лаптухов^{1,*}

¹Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН), Москва, Троицк, Россия

*e-mail: laptuhov@mail.ru

Поступила в редакцию 20.06.2023 г.

После доработки 20.11.2023 г.

Принята к публикации 23.11.2023 г.

На большом массиве данных наблюдений (за ~50–80 лет) 456 метеорологических станций России показано, что существует отчетливо выраженное различие месячной суммы осадков DP в годы максимума и минимума солнечной активности по месяцам и сезонам года, по широтам и долготам. Особенно большие величины параметра DP наблюдаются в полосе широт $U = 40–55^\circ \text{ N}$ в полосе долгот $D = 20–40^\circ \text{ E}$ в октябре, $DP = 13.6 \pm 2.2$ мм, а также в полосе долгот $D = 110–130^\circ \text{ E}$ в июне, $DP = -8.5 \pm 1.0$ мм. В зоне максимального влияния солнечной активности на сумму осадков было проведено исследование на наличие корреляционной связи чисел Вольфа с суммой осадков. В результате был обнаружен сильный рост корреляции в случае сдвига чисел Вольфа назад по времени, что и послужило аргументом для доказательства влияния солнечной активности на погоду. Автора убеждает в физической значимости корреляции то, что она получена на основе данных нескольких географических пунктов. Сделан вывод о том, что солнечная и геомагнитная активность способна управлять развитием внутренних неустойчивостей атмосферы и, тем самым, влиять на климат.

DOI: 10.31857/S0016794024030071, EDN: SMMKGP

1. ВВЕДЕНИЕ

Исследованию влияния солнечной активности (СА) на физические параметры атмосферы Земли посвящено большое количество работ (см., например, [Пудовкин и Морозова, 2000; Распопов и др., 2008; Дергачев и Распопов, 2008; Веретененко и Огурцов, 2010]). Однако доказательства существования такого влияния убеждают далеко не всех исследователей, и поэтому они считают, что влияние СА на климат Земли является малозначительным. По-видимому, основным аргументом противников влияния СА на климат является различие не только по величине, но и по знаку коэффициентов корреляции между параметрами атмосферы и СА в разных точках поверхности Земли и, кроме того, в разные месяцы года. Поэтому при усреднении по большим площадям и/или по многим месяцам года исследуемый эффект становится пренебрежимо малым. Используемый в этой работе метод анализа лишен этого недостатка и учитывает, что влияние

СА на динамику атмосферы не может быть одинаковым в разных ее точках и в разное время года из-за неустойчивости атмосферы Земли, проявляющейся в образовании и последующем угасании циклонов и антициклонов.

В работе [Лаптухов и Лаптухов, 2010] на массиве данных наблюдений за ~100 лет многих российских, западноевропейских, канадских, австралийских и других метеорологических станций показано, что температура воздуха на средних широтах в годы, близкие к максимуму солнечной активности, в среднем на $DT = 0.11–0.15^\circ \text{ C}$ выше, чем в остальные годы, близкие к годам минимума СА. Вблизи экватора и полюсов параметр DT отрицателен и меньше по величине. Показано, что величина и знак DT зависят от средней скорости глобальной циркуляции воздуха на поверхности Земли. Параметр DT существенно отличается для разных месяцев года. Предложен физический механизм влияния солнечной и геомагнитной активности на приземную температуру воздуха.

При анализе большого массива метеорологических данных в работе [Лаптухов и Лаптухов, 2011] показано, что различие температуры воздуха DT приземного воздуха в России в годы максимумов и минимумов солнечной активности существенно разное для разных месяцев года, широт и долгот точек наблюдения. Особенно большие величины этого различия наблюдаются в высоких широтах $U = 60-83^\circ \text{N}$ в феврале, $DT = +2.07 \pm 0.28^\circ \text{C}$, в полосе долгот $D = 170-190^\circ \text{E}$ и в ноябре, $DT = -1.41 \pm 0.29^\circ \text{C}$, в полосе долгот $D = 150-170^\circ \text{E}$.

Цель этой работы: на основе большого массива данных метеорологических станций России провести анализ различий суммы осадков DP в годы максимума и минимума солнечной активности по трем независимым параметрам: месяцу (или сезону) года, широте и долготе точки наблюдения. Путем введения дифференциации DP от трех этих параметров добиться существенного уменьшения погрешности расчета и получить достаточно плавные и убедительные зависимости DP от долготы и широты для разных месяцев года, разных узких диапазонов широт и долгот.

2. ДАННЫЕ И МЕТОД

Мы имеем данные среднемесячных значений суммы осадков $p_{im}(t)$ и $P_{im}(t)$ за многие годы на метеорологических станциях с номером $I = 1, 2, \dots$, географической широтой U_i и долготой D_i . Проведем сортировку этих данных для каждой станции наблюдения по четырем параметрам: номеру месяца года $m = 1, 2, \dots, 12$, номерам широтного $j = 1 + [(U_i - U_0)/H_U]$, $j = 1, 2, \dots, j_k$ и долготного интервалов $k = 1 + [(D_i - D_0)/H_D]$, $k = 1, 2, \dots, k_k$ и номеру группы по солнечной активности $n = 1, 2$. Здесь U_0 и D_0 – минимальные значения соответственно широты и долготы рассматриваемых метеорологических станций, H_U и H_D – ширина ячейки дискретизации соответственно по широте и долготе, квадратные скобки обозначают оператор взятия целой части от числа, стоящего внутри их, например: $[0.63] = 0$, $[3.99] = 3$. При этом, если станции с номером i соответствуют определенные выше числа j и k , а рассматриваемый момент времени t относится к номеру месяца m и удовлетворяет неравенству $t_{\max} + t_1 < t < t_{\max} + t_2$ (где $t_1 = -1$ год, $t_2 = 4$ года, t_{\max} – любой из моментов максимума СА по числам Вольфа в годах), то соответствующее этому моменту времени суммы осадков $P_i(t)$ отнесено в ячейку с номерами m, j, k и $n = 2$. Остальные данные измерений отнесены в ячейки с номерами m, j, k и $n = 1$.

Пусть максимальный номер группы по широте $j_k = 4$, а по долготе $k_k = 8$. Тогда после такой

сортировки всего массива наших данных в каждой из $12 \times 4 \times 8 \times 2 = 768$ ячеек мы можем подсчитать количество данных измерений $K(m, j, k, n)$, сумму осадков и среднее для этой ячейки значение суммы осадков $\langle P(m, j, k, n) \rangle$. Наконец, можно найти разность этих средних значений суммы осадков $DP(m, j, k) = \langle P(m, j, k, 2) \rangle - \langle P(m, j, k, 1) \rangle$ для каждого набора чисел m, j, k . Параметр $DP(m, j, k)$ характеризует влияние СА на сумму осадков. Если бы влияние СА на сумму осадков было пренебрежимо мало, то годы максимума и минимума СА не отличались бы заметным образом друг от друга. Тогда параметр $DP(m, j, k)$ был бы равен нулю в пределах погрешности расчета и измерений.

Но если величина $DP(m, j, k)$ существенно выше погрешности, то, значит, влияние СА на сумму осадков реально существует. Погрешность расчета параметра $DP(m, j, k)$ находится по формуле $\sigma = (\sigma_{\max}^2 + \sigma_{\min}^2)^{1/2}$ [Яворский и Детлаф, 1990], где σ_{\max} и σ_{\min} – погрешности расчета средних величин $\langle P(m, j, k, 2) \rangle$ и $\langle P(m, j, k, 1) \rangle$, соответственно. Напомним, что чем большее число точек N_{jk} используется при расчете средних величин $\langle P(m, j, k, 2) \rangle$, тем меньше величина погрешности среднего: $\sigma_{\max} \sim 1/N_{jk}^{1/2}$ [Корн и Корн, 1978].

В этой работе рассматривались среднемесячные значения суммы осадков для 456 метеорологических станций России, взятые в интернете по электронному адресу: (<http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index.xhtml?idata=17>). Большинство из этих станций вели измерения за промежуток времени 80 лет (с 1936 по 2015 гг.). К сожалению, по этому адресу не указаны широта и долгота станций, а только их кодовые номера. Поэтому были взяты географические координаты исследуемых метеорологических станций с известными кодовыми номерами из интернета по адресу: (http://meteomaps.ru/meteostation_codes.html). Однако по этому адресу для некоторых станций России их географические координаты отсутствуют, и такие станции не рассматривались.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Рассмотрим метеорологические станции, находящиеся в диапазоне долгот $D = 20-50^\circ \text{E}$, и проведем сортировку их по широте в диапазоне $U = 40-70^\circ \text{N}$ на 6 равных интервалов по 5° в каждом. В выбранном интервале широт $j = 1, 2, \dots, 6$ найдем средние по всем станциям, входящим в эти интервалы, значения DP для каждого месяца года m , которые будем обозначать $[DP]_{mj}$. Для нахождения погрешности σ величины $[DP]_{mj}$ мы вычислили для каждого месяца года m в каждом интервале широт j погрешности средних вели-

чин сумм осадков в годы максимума σ_{\max} и в годы минимума σ_{\min} солнечной активности. Тогда имеем $\sigma = (\sigma_{\max}^2 + \sigma_{\min}^2)^{1/2}$ [Яворский и Детлаф, 1990]. Далее к рассчитанным $[DP]_{mj}$ для каждого интервала j и месяца года m прибавляем и вычитаем вычисленную величину σ . Полученные таким образом результаты расчета представлены на рис. 1а и б. На рис. 1а отображены 6 месяцев с ноября по апрель, а на рисунке 1б отображены 6 месяцев с мая по октябрь.

Жирными линиями обозначены $[DP]_{mj}$ для разных месяцев года, а пунктирными линиями обозначены диапазоны их погрешностей $\pm\sigma$. Номер жирных линий на этих рисунках соответствует номеру месяца года. Пунктирные линии '1-' и '1+' есть границы диапазона погрешности для средних DP января, '2-' и '2+' — для февраля, и т. д.

Рассмотрим метеорологические станции, находящиеся в диапазоне широт $U = 40-55^\circ N$, и проведем сортировку их по долготе на 7 равных интервалов по 20° в каждом в диапазоне $D = 20-160^\circ E$. В каждом выбранном интервале долгот $k = 1, 2, \dots, 7$ найдем средние по всем станциям, входящим в эти интервалы, значения DP для каждого месяца года m , которые будем обозначать $[DP]_{mk}$. Погрешность σ величины $[DP]_{mk}$ рассчитываем аналогично вышеизложенному. Полученные таким образом результаты вычисления представлены на рис. 2а и б. Этот рисунок представляет собой величины $[DP]_{mk}$ для семи интервалов долгот из диапазона $D = 20-160^\circ E$ в диапазоне широт $U = 40-55^\circ N$. На рис. 2а представлены данные расчетов для шести месяцев с ноября по апрель, а на рис. 2б — для шести месяцев с мая по октябрь. Жирными линиями обозначены $[DP]_{mk}$ для разных месяцев года, а пунктирными линиями обозначены их погрешности так же, как и на рис. 1.

Из рисунков 1, 2 видно, что погрешность расчета среднего значения параметра DP существенно меньше самой величины, поэтому зависимость параметра DP от широты и долготы существует, причем она существенно разная как для разных широтных интервалов, так и для разных сезонов года. Именно введение дифференциации параметра DT для разных широт, долгот и месяцев года позволило нам значительно уменьшить погрешность расчета и, тем самым, доказать реальность существования различий температуры (см. [Лаптухов и Лаптухов, 2011]) воздуха в годы максимумов и минимумов СА. Кроме того, при этом установлен сложный характер этих различий как функции месяцев года, широты и долготы точки наблюдения.

Для построения поверхностных графиков величины DP как функции $DP(U, D)$ от широты U и долготы D сделаем следующее. Разделим область широт в диапазоне $U = 40-80^\circ N$ на четыре равных промежутка, каждый по 10° . Разделим область долгот в диапазоне $D = 20-180^\circ E$ на восемь равных промежутков, каждый по 20° .

В каждой из $4 \times 8 = 32$ выбранных ячеек широт и долгот находим средние значения величины DP .

На рис. 3 изображены поверхностные графики $DP(U, D)$, усредненные по трем месяцам года для ноября, декабря, января (рис. 3а); февраля, марта, апреля (3б); мая, июня, июля (3в); августа, сентября, октября (3г) соответственно. Из этих

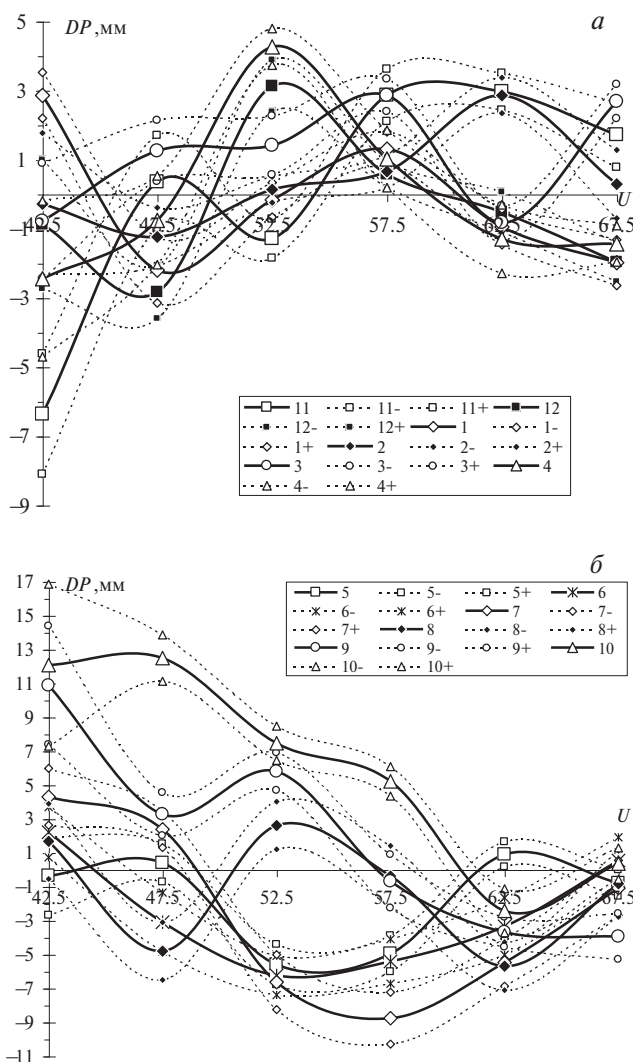


Рис. 1. Зависимость параметра DP от широты U в диапазоне долгот $D = 20-50^\circ E$: (а) для ноября, декабря, января, февраля, марта и апреля; (б) для мая, июня, июля, августа, сентября и октября.

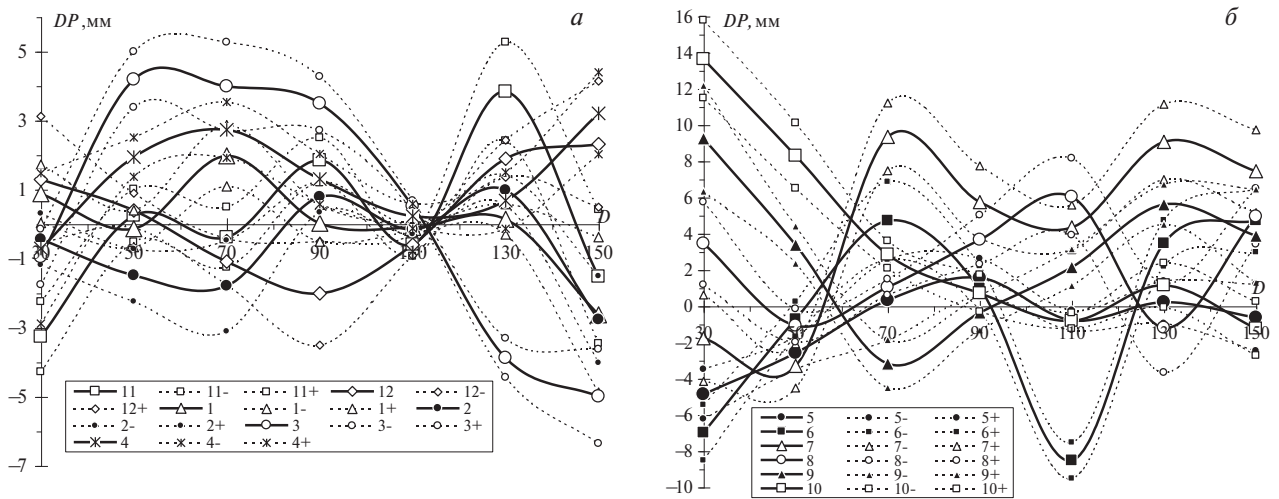


Рис. 2. Зависимость параметра DP от долготы D в диапазоне широт $U = 40-55^\circ N$:
 (а) для ноября, декабря, января, февраля, марта и апреля; (б) для мая, июня, июля, августа, сентября и октября.

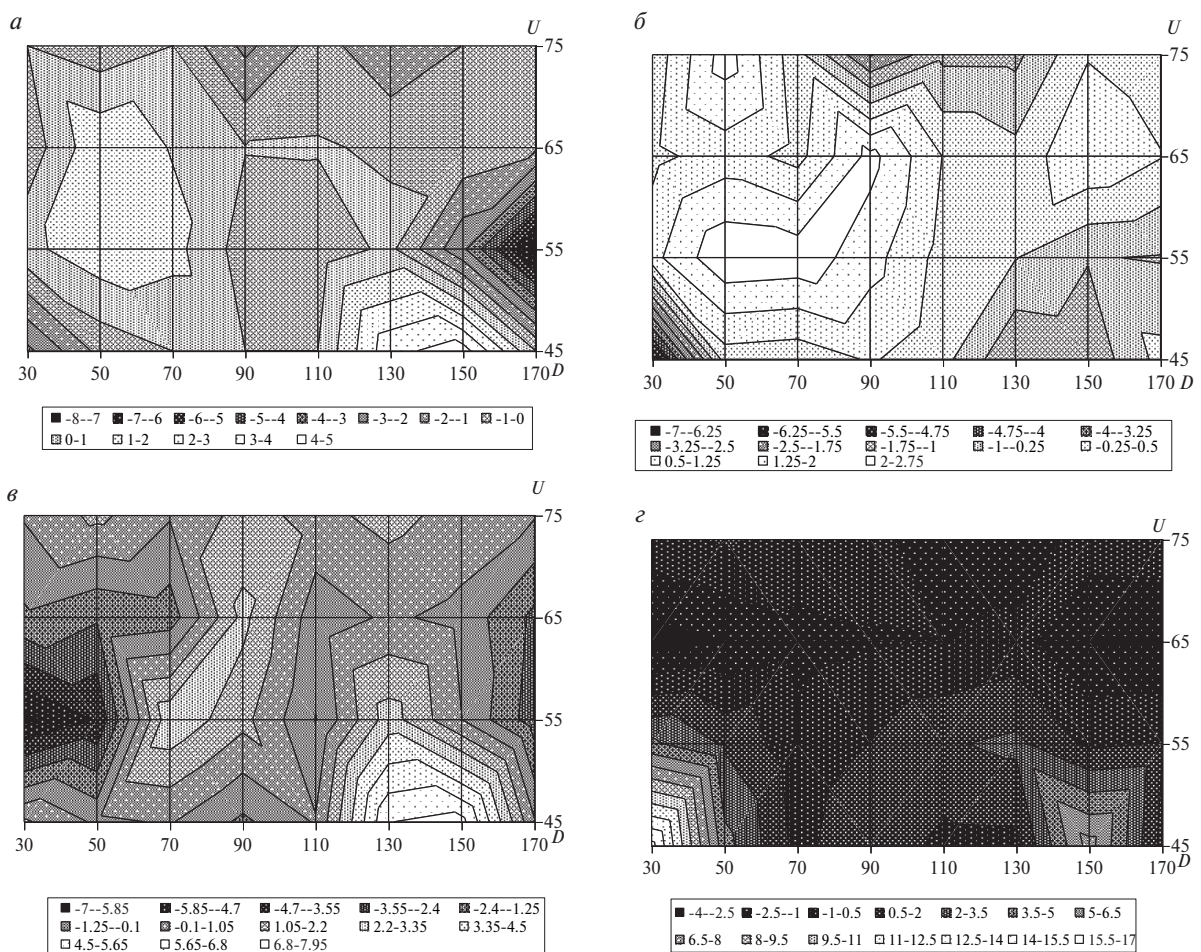


Рис. 3. Зависимость среднего по ноябрю, декабрю и январю (а); февралю, марту и апрелю (б); маю, июню и июлю (в); августу, сентябрю и октябрю (г) параметра DP от широты U и долготы D для четырех интервалов широт в диапазоне $U = 40-80^\circ N$ и восьми интервалов долгот в диапазоне $D = 20-180^\circ E$.

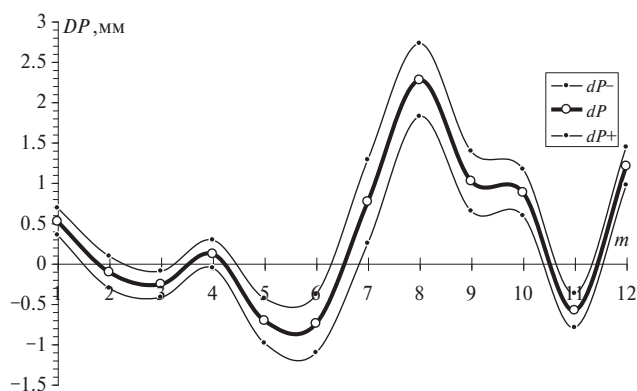


Рис. 4. Зависимость средней величины DP и ее погрешности от номера месяца m для всей области широт и долгот по 456 метеорологическим станциям России.

графиков наглядно виден сложный и плавный характер зависимости $DP(U, D)$ от широты и долготы в разные месяцы года. Плавные изменения параметра $DP(U, D)$ как функции широты U и долготы D указывают на то, что эти изменения реально существуют, а не являются случайными флуктуациями. Такой вывод согласуется с полученными на рис. 1, 2 результатами, из которых видно, что погрешность расчета величины DP существенно меньше самой этой величины.

Зависимость средней величины DP от номера месяца года m для всех 456 рассмотренных метеорологических станций России изображена на рис. 4. На этом графике наглядно показана очень малая погрешность вычислений величины DP , что является следствием выбора большого количества метеорологических станций в сравнительно небольшом диапазоне широт.

4. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЧИСЛАМИ ВОЛЬФА И КОЛИЧЕСТВОМ ОСАДКОВ НА ЗЕМЛЕ

В этом разделе речь пойдет о том, каким образом между числами Вольфа и количеством осадков на Земле обнаруживается корреляция и когда она достигает максимальных величин.

Был обнаружен интересный факт, что корреляция сильно возрастает в случае сдвига чисел Вольфа назад по времени, что дало возможность предположить влияние солнечной активности на погоду. То есть изменение среднего количества осадков, типичного для данной местности, происходит спустя некоторое время после изменения солнечной активности. Действительно, так и должно быть, потому что изменение солнечной

активности не может изменить погоду сразу и проходит некоторое время для того, чтобы эти изменения произошли. Вычисления проводились следующим образом.

Брались данные метеорологических станций в области широт $U = 40–55^\circ \text{ N}$ и долгот $D = 20–40^\circ \text{ E}$. Этот диапазон широт и долгот выбран не случайно, поскольку влияние солнечной активности на количество выпадающих там осадков в этом диапазоне широт и долгот максимально. Ну, а теоретически доказать это влияние солнечной активности можно за счет сдвига чисел Вольфа назад по времени (см. выше).

Для дальнейшего рассмотрения был выбран только октябрь месяц по той причине, что в октябре для географических широт $U = 40–55^\circ \text{ N}$ и долгот $D = 20–40^\circ \text{ E}$ влияние солнечной активности на количество выпадающих там осадков максимально и равно $DP = 13.6 \pm 2.2 \text{ мм}$. В месячных числах Вольфа был выбран только сентябрь месяц для того, чтобы осуществить сдвиг чисел Вольфа назад по времени для дальнейшей корреляции. Далее числа Вольфа, выбранные для сентября месяца, и сумма выпадающих осадков, выбранная для октября месяца с 1938 по 2015 гг., были усреднены методом скользящего среднего по 11 годам. Корреляция резко возросла после сдвига на 5 лет вперед ряда количества выпадающих осадков. Таким образом можно обнаружить влияние минимумов в числах Вольфа на количество выпадающих осадков. Сдвиг 5 лет – это приблизительно половина солнечного цикла. Была выбрана станция с длинным рядом наблюдений, начиная с 1938 г. Это Краснодар с географическими координатами $U = 45.03^\circ \text{ N}$, $D = 39.15^\circ \text{ E}$, $N = 34 \text{ м}$. Результаты вычислений изображены на рис. 5, там же изображены четыре кривые.

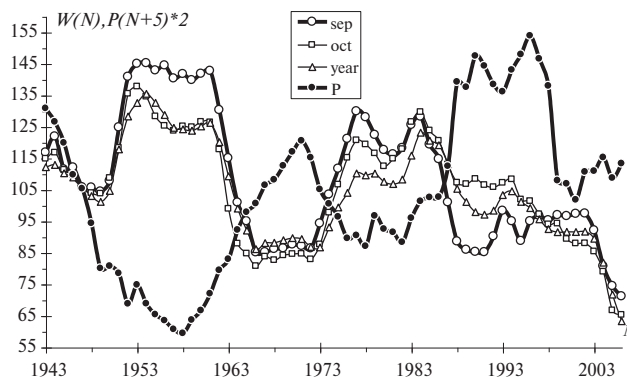


Рис. 5. Корреляционные связи чисел Вольфа с суммой осадков для Краснодара.

Кривая *ser* – месячные числа Вольфа, выбранные для сентября месяца и усредненные в дальнейшем по 11 годам методом скользящего среднего. Кривая *oct* – месячные числа Вольфа, выбранные для октября месяца и усредненные в дальнейшем по 11 годам тем же методом. Кривая *year* – годовые числа Вольфа, усредненные по 11 годам тем же методом. Кривая *P* – увеличенное вдвое месячное количество осадков, выбранные для октября месяца, с усреднением методом скользящего среднего по 11 годам и со сдвигом на 5 лет вперед по времени для ст. Краснодар. Увеличение *P* вдвое было произведено с целью масштабирования. Коэффициент корреляции кривой *ser* и кривой *P* составил -0.75 . Коэффициент корреляции кривой *oct* и кривой *P* составил -0.46 . Коэффициент корреляции кривой *year* и кривой *P* составил -0.56 .

Мы видим, что корреляция со знаком минус достигает максимальных величин при сдвиге чисел Вольфа на месяц назад. Стоит заметить, что сдвиг на 5 лет вперед у кривой *P* обнаруживает максимальную величину корреляции со знаком минус не только для кривой *ser*, но и для кривых *oct* и *year*. На рис. 5 введены обозначения: *N* – номер года; *W* – числа Вольфа; *P* – увеличенное вдвое количество осадков.

Следующий рисунок (рис. 6) выполнен точно так же, как и рис. 5, для ст. Сочи ($U = 43.6^\circ \text{ N}$, $D = 39.8^\circ \text{ E}$, $H = 34 \text{ м}$). В целях масштабирования количество осадков (кривая *P*) было уменьшено в 1.5 раза. Коэффициент корреляции кривой *ser* и кривой *P* составил -0.75 . Коэффициент корреляции кривой *oct* и кривой *P* составил -0.61 . Коэффициент корреляции кривой *year* и кривой *P* составил -0.64 .

Следующий рисунок (рис. 7) выполнен аналогично рис. 5 для ст. Благовещенск ($U = 50.2^\circ \text{ N}$, $D = 127.6^\circ \text{ E}$, $H = 132 \text{ м}$). Станция Благовещенск попадает в полосу долгот $D = 110-130^\circ \text{ E}$ и широт

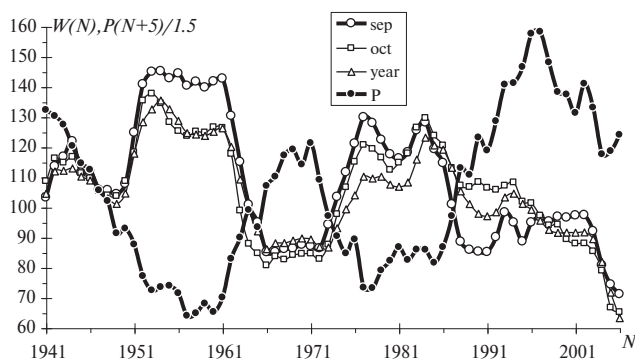


Рис. 6. Корреляционные связи чисел Вольфа с суммой осадков на Земле для Сочи.

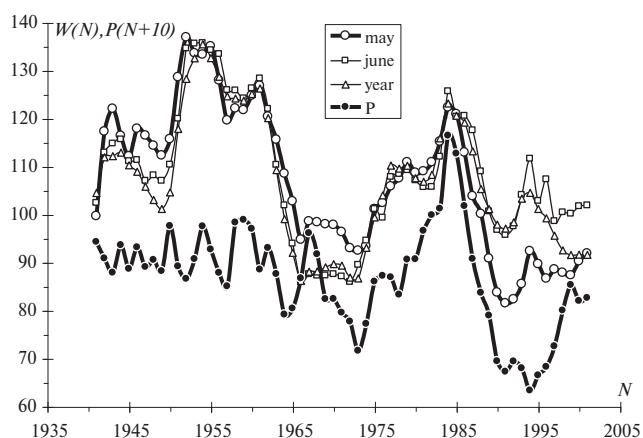


Рис. 7. Корреляционные связи чисел Вольфа с суммой осадков на Земле для Благовещенска.

$U = 40-55^\circ \text{ N}$ и находится в зоне особенно больших величин параметра DP , где сама величина $DP = -8.5 \pm 1.0 \text{ мм}$ для июня месяца. На рис. 7 изображены 4 кривые. Кривая *may* – числа Вольфа для месяца май, усредненные по 11 годам методом скользящего среднего, кривая *june* – числа Вольфа для месяца июнь, усредненные по 11 годам тем же методом. Кривая *year* – годовые числа Вольфа, усредненные по 11 годам тем же методом. Кривая *P* – есть сумма осадков в июне месяца для ст. Благовещенска, усредненная методом скользящего среднего по 11 годам и со сдвигом на 10 лет вперед. Величина сдвига 10 лет для кривой *P* близка к полному солнечному циклу и позволяет обнаружить влияние максимумов солнечной активности на сумму осадков. Коэффициент корреляции кривой *may* и кривой *P* составил 0.70 . Коэффициент корреляции кривой *june* и кривой *P* составил 0.48 . Коэффициент корреляции кривой *year* и кривой *P* составил 0.54 .

Стоит заметить, что при исследовании данного эффекта всюду выбирались метеорологические станции на небольших высотах *H* над уровнем моря. На слишком больших высотах данный эффект, действительно, не обнаруживается.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На большом массиве данных наблюдений (за $\sim 50-80$ лет) 456 метеорологических станций России показано, что существует отчетливо выраженное различие месячной суммы осадков DP в годы максимума и минимума солнечной активности по месяцам и сезонам года, по широтам и долготам.

– Средняя по 8 циклам СА величина различия месячных сумм осадков DP между годами максимальной и минимальной активности Солнца сильно зависит от трех переменных: месяца года, широты и долготы метеорологической станции. Введение различий (дифференциации) параметра $DN(m,j,k)$ от трех этих переменных привело к тому, что погрешность расчета существенно уменьшилась и стала значительно меньше самой величины DP . Это позволило убедиться в реальности существования различий сумм осадков на поверхности Земли в годы максимумов и минимумов СА и установить конкретную зависимость параметра $DP(m,j,k)$ от месяца года, широты и долготы.

– Сложный характер зависимости $DP(m,j,k)$ как функции месяцев года, широты и долготы точки наблюдения, по-видимому, обусловлен столь же сложной картиной структуры ветров в атмосфере со сложным рельефом поверхности Земли и ее динамики в цикле СА и в течение года.

– Отклик низкоширотных областей России на изменение СА более сильный по абсолютной величине, чем областей средних и высоких широт.

– Особенно большие величины параметра DP наблюдаются в полосе долгот $D = 20-40^\circ$ Е на широтах $U = 40-55^\circ$ N в октябре: $DP = 13.6 \pm 2.2$ мм в месяц, а также в полосе долгот $D = 110-130^\circ$ Е на тех же широтах в июне: $DP = -8.5 \pm 1.0$ мм в месяц. Столь большие величины могут представлять интерес и быть использованы для статистического долгосрочного прогноза сумм осадков в цикле СА.

– В зоне максимального влияния солнечной активности на сумму осадков была обнаружена корреляция чисел Вольфа с суммой осадков. Коэффициент корреляции сильно возрос при сдвиге назад по времени чисел Вольфа, что и послужило аргументом для доказательства влияния

солнечной активности на погоду. Автора убеждает в физической значимости корреляций то, что они получены по многим географическим пунктам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

– Веретененко С.В., Огурцов М.Г. Пространственно-временные вариации эффектов солнечной активности и галактических космических лучей в циркуляции нижней атмосферы / Тр. 31-й ВККЛ. Москва, МГУ, 5–9 июля 2010 г. cr2010.sinp.msu.ru/cr2010/geo/geo_17.pdf

– Дергачев В.А., Распопов О.М. Долговременная солнечная активность – контролирующий фактор глобального потепления 20 века // Солнечно-земная физика. Вып. 12. Т. 2. С. 272–275. 2008.

– Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. М.: Наука, 831 с. 1978.

– Лаптухов А.И., Лаптухов В.А. Различия температур воздуха в годы максимума и минимума солнечной активности и его механизм // Геомагнетизм и аэрномия. Т. 50. № 3. С. 392–400. 2010.

– Лаптухов В.А., Лаптухов А.И. Сезонные, долготные и широтные различия температур воздуха России в годы максимума и минимума солнечной активности // Геомагнетизм и аэрномия. Т. 51. № 6. С. 816–821. 2011.

– Пудовкин М.И., Морозова А.Л. 11-летние вариации климата в Швейцарии с 1700 по 1989 г. и солнечная активность // Геомагнетизм и аэрномия. Т. 40. № 3. С. 3–8. 2000.

– Распопов О.М., Дергачев В.А., Козырева О.В., Колстром Т., Лопатин Е.В., Лукман Б. Интерпретация физических причин глобального и регионального климатических откликов на долговременные вариации солнечной активности // Солнечно-земная физика. Вып. 12. Т. 2. С. 276–278. 2008.

– Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 624 с. 1990.

Seasonal, Longitudinal, and Latitudinal Differences in the Amount of Precipitation in Russia During the Years of Maximum and Minimum of Solar Activity

V. A. Laptukhov^{1, *}

¹*Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere, and Radio Wave Propagation,
Moscow, Troitsk, Russia*

**e-mail: laptuhov@mail.ru*

An analysis of a large array of observation data (over ~50–80 years) for 456 meteorological stations in Russia revealed a distinct difference in the monthly amount of precipitation (DP) during years of maximum and minimum solar activity depending on months and seasons of the year and on latitudes and longitudes. Particularly large DP values are observed in the latitude belt of $U = 40\text{--}55^\circ$ N in the longitude range $D = 20\text{--}40^\circ$ E in October, DP being 13.6 ± 2.2 mm, as well as in the longitude range $D = 110\text{--}130^\circ$ E in June, DP being -8.5 ± 1.0 mm. In the zone of maximum influence of solar activity on the amount of precipitation, a study was conducted on the presence of a correlation between Wolf numbers and the amount of precipitation. As a result, a strong increase in the correlation was discovered in the case of a backward shift in the Wolf numbers, which argued in favor of the influence of solar activity on weather. The author is convinced of the physical significance of the correlation, because it is obtained from data from several geographical points. It is concluded that solar and geomagnetic activity can govern the development of internal instabilities of the atmosphere and thereby influence climate.