

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

06
778

ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А. И. ВОЕЙКОВА

ТРУДЫ

ВЫПУСК 198

ВОПРОСЫ
ОБЩЕЙ И СИНОПТИЧЕСКОЙ
КЛИМАТОЛОГИИ

519.14.004.615

Под редакцией
д-ра географ. наук О. А. ДРОЗДОВА
и канд. географ. наук Е. В. ВОРОБЬЕВОЙ

БИБЛИОТЕКА
Ленинградского
Гидрометеорологического
Института



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛЕНИНГРАД • 1966

Е. В. ВОРОБЬЕВА

СОПРЯЖЕННОСТЬ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

В статье рассматриваются изменения интенсивности зональной циркуляции в американо-атлантической части северного полушария, в связи с 27-дневным и 11-летним циклами солнечной активности. Показано проявление активных долгот Солнца в сопряженности атмосферных процессов американо-атлантического и атлантико-европейского секторов. Приводятся соображения о стимулирующей роли солнечной активности в изменениях интенсивности в американо-атлантическом секторе, следствием которых в определенной степени являются циркуляционные особенности в атлантико-европейском секторе.

В результате исследований, связанных с изысканием возможности долгосрочного прогнозирования погоды, еще Б. П. Мультановский пришел к выводу, что погода над Европой есть рефлекс состояния центров действия атмосферы, под которыми он понимал прежде всего азорский и полярный.

Этот вывод не потерял своей актуальности и в настоящее время. Для того чтобы понять механизм взаимосвязи атмосферных процессов, развивающихся в различных частях земли, представляется целесообразным изучать центры действия атмосферы как в совокупности, так и изолированно. Последнее необходимо с точки зрения изучения факторов, определяющих флуктуации циркуляции атмосферы.

При изучении формирования атмосферных процессов в атлантико-европейской части северного полушария еще в начале XX века уделялось большое внимание таким центрам действия атмосферы, как азорский максимум и исландский минимум, были получены довольно тесные зависимости между их состоянием и погодой в Европе. При этом наиболее тесная связь обнаруживалась с разностью давления в их центрах, характеризующей интенсивность зонального переноса у поверхности земли.

С появлением высотных данных и возможности их анализа на полушарии в целом обнаружилось, что на циркуляцию над Евразийской частью полушария существенное влияние оказывает такой центр действия атмосферы, как высотная область низкого давления над Канадским Арктическим архипелагом. Указание на его влияние можно найти в целом ряде работ [11, 12, 17, 19, 24]. В работах [6, 7, 8] этот вопрос рассматривается достаточно подробно с использованием характеристик интенсивности зонального переноса в средней тропосфере умеренных

широт американско-атлантического сектора, определяющейся главным образом состоянием высотного канадского минимума. Это влияние не ограничивается европейской частью континента, а распространяется до Сибири и, возможно, далее к востоку [8, 16].

Связь крупномасштабных атмосферных процессов американской и евразийской частей северного полушария осуществляется посредством не только самой атмосферы, но и гидросферы (Атлантический океан). Имеются основания считать, что миграция океанических течений, теплообмен между океаном и атмосферой тесно связаны с интенсивностью атмосферной циркуляции, определяющейся состоянием центров действия атмосферы. Отсюда вытекает необходимость детального изучения такого центра действия атмосферы, как канадский высотный минимум, с одной стороны, в качестве причины, определяющей в заметной степени особенности атмосферной, а следовательно, и океанической циркуляции, с другой стороны, в качестве следствия влияния других факторов.

В отношении последнего высотный минимум над Канадским Арктическим архипелагом представляет особый интерес в связи с тем, что он является единственным высотным центром в умеренных широтах, существующим в течение всех сезонов года [13]. А это значит, что термическое влияние подстилающей поверхности является далеко не единственной причиной его существования.

Тот факт, что высотный канадский минимум располагается вблизи магнитного полюса, т. е. района наиболее вероятного воздействия солнечного корпускулярного потока [14], дает основание предполагать, что солнечная активность является одним из стимуляторов его жизнедеятельности.

Ранее отмечалось [7], что одним из важных следствий изменения глубины и местоположения канадского минимума является изменение интенсивности зонального переноса в американской части полушария, отражающееся в свою очередь на процессах атлантико-европейского сектора. Поэтому интенсивность зонального переноса, выраженная индексом, принята в качестве основной характеристики, рассматриваемой в работе в связи с солнечной активностью.

Прежде всего изучался ход изменения интенсивности циркуляции в американско-атлантическом секторе в связи с 27-дневным циклом вращения Солнца. Такая постановка задачи исследования определена тем, что в целом ряде работ астрономов и геофизиков показано наличие на Солнце наиболее активных областей, располагающихся в течение длительного времени на одних и тех же долготах Солнца. Отсюда следует, что солнечнообусловленные явления, связанные с вращением Солнца, должны претерпевать изменения в дни, когда Солнце обращено к Земле меридианом с наиболее активными областями. К числу первых работ, посвященных исследованию изменений атмосферных явлений и процессов в 27-дневном цикле, относятся работы Л. А. Вительса [1, 2, 3].

Изменения интенсивности зональной циркуляции в американско-атлантическом секторе рассматривались, кроме 27-дневного цикла, в связи с фазами 11-летнего солнечного цикла. Изложение результатов анализа представляет содержание настоящей статьи.

Исходным материалом служили ежедневные карты поверхности 500 мб за январь — декабрь 1949—1963 гг., по данным которых, в соответствии с методикой А. Л. Каца [11], вычислялись индексы, характеризующие интенсивность зонального переноса в секторе, ограниченном 20—140° з. д. и 35—75° с. ш. (американско-атлантический сектор). Данные обработаны за 15 лет, включающих 193 27-дневных солнечных цикла (с 1276 по 1470).

Предварительно в пределах каждого солнечного цикла были определены границы значений индексов, соответствующих 5 градациям интенсивности: 1 — очень высокая, 2 — высокая, 3 — средняя, 4 — низкая, 5 — очень низкая. В последующем для каждого дня солнечного цикла подсчитывалась повторяемость различных градаций интенсивности в течение рассмотренного ряда циклов. Дальнейшая обработка сводилась к определению различий в повторяемости между интенсивностью градаций 1 и 5, либо (1+2) и (4+5). При этом положительная разность указывает на большую повторяемость высокого индекса по сравнению с низким, отрицательная разность, наоборот, — на большую повторяемость низкого индекса.

На рис. 1 приведены кривые повторяемости интенсивности зональной циркуляции градаций 1 и 5, соответствующих экстремально высоким и экстремально низким значениям индекса, а также кривая интегральной разности их повторяемости (от повторяемости индекса градации 1 вычиталась повторяемость индекса градации 5). Из рис. 1 видно, что на протяжении почти всей первой половины 27-дневного цикла вплоть до 15-го дня кривая повторяемости очень низкого индекса лежит выше кривой повторяемости очень высокого индекса, что указывает на относительно большую повторяемость в этот период слабой зональной циркуляции. Во второй половине цикла соотношение индексов обратное. Наиболее ярко это представлено кривой интегральной разности.

Статистическая оценка достоверности наблюдаемых в отдельные дни цикла различий в повторяемости высокого и низкого индекса, проведенная с использованием критерия t , представляющего собой отношение разности в частоте исследуемого показателя к средней квадратической ошибке, показала неслучайность полученных результатов. На рис. 1 видно, что это отношение в ряде дней равно 2, 2,5 и 3. Следовательно, случайность полученной повторяемости индексов в эти дни составляет соответственно 5, 1,2 и менее процентов.

Критерий $t = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\frac{P_1(100 - P_1)}{n_1 - 1} + \frac{P_2(100 - P_2)}{n_2 - 1}}}$ позволяет оценить досто-

верность разности в частоте исследуемого показателя двух сравниваемых групп, например повторяемости высокого индекса в 14 и 24-й дни; 4 и 19-й дни и т. д. В формуле величина t — критерий достоверности различия, который должен быть не менее 2 для признания различий неслучайными с вероятностью 95%; P_1 и P_2 — частоты исследуемого признака в процентах соответственно в первой и второй группах; $P_1 - P_2$ — разность в частоте признака в сравниваемых группах, а выражение в знаменателе — средняя ошибка разности.

При сравнении повторяемости экстремально больших значений индекса в 14 и 24-й дни $t = 4,2$; 14 и 19-й дни — $t = 3,8$; 4 и 19-й дни — $t = 3,8$; 4 и 19-й дни — $t = 2,5$, а повторяемости экстремально низких значений индексов 4 и 16, 4 и 22-го дней критерий t равен соответственно 2,4 и 2,1. Следовательно, различия в повторяемости индексов циркуляции в отдельные дни не являются случайными.

В общих чертах аналогичным представляется и ход кривой интегральной разности между следующими за экстремальными градациями 2 и 4 (2—4), особенно во второй половине цикла, в течение которой повторяемость индексов градации 2 превышает повторяемость индексов градации 4.

Анализ, проведенный по фазам 11-летнего солнечного цикла, позволил выявить те особенности изменения интенсивности циркуляции в 27-дневном цикле, которые отличают одну фазу от другой, а также

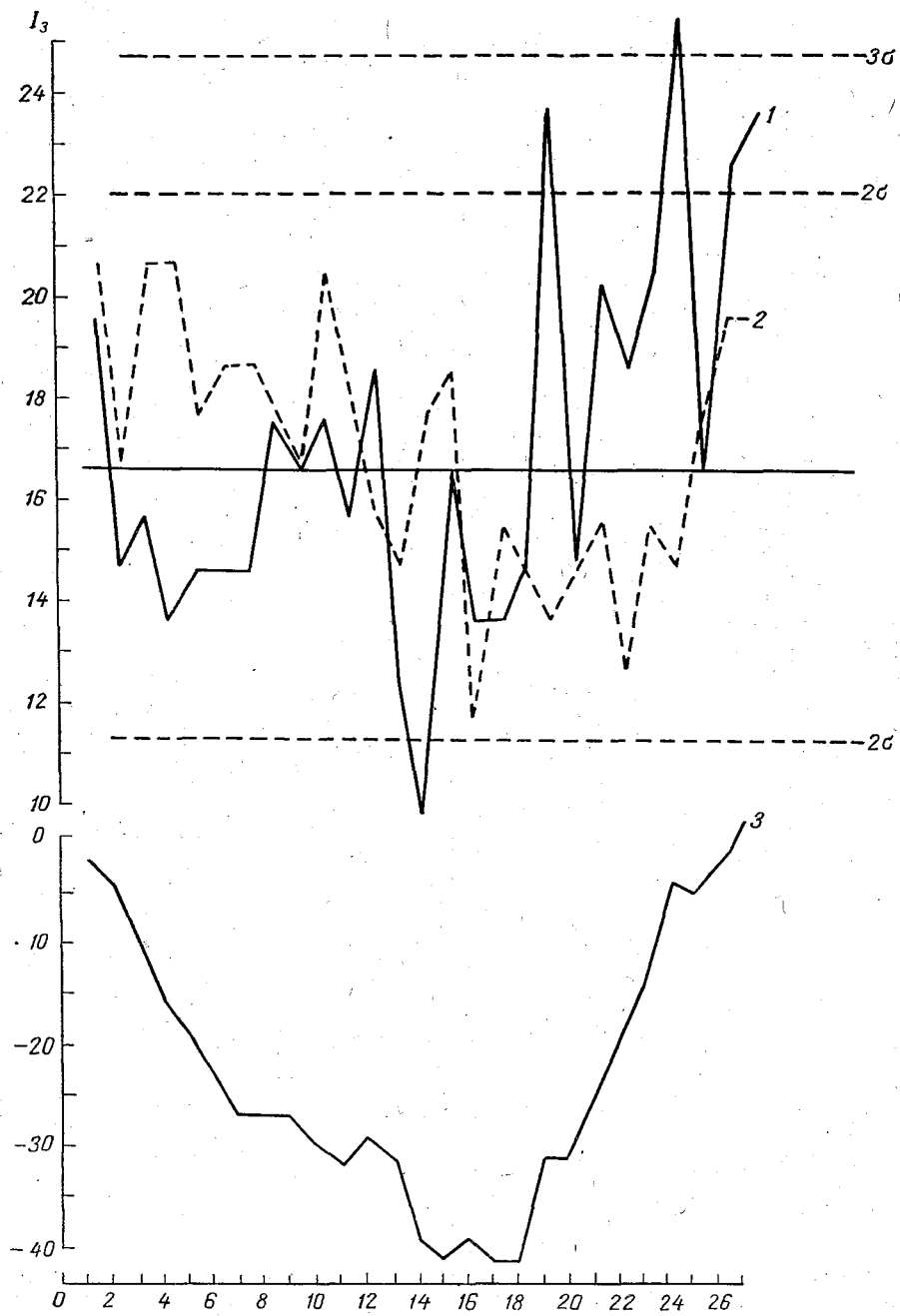


Рис. 1. Повторяемость экстремальных значений индексов и интегральная разность их повторяемости в 27-дневном солнечном цикле.

1 — экстремально высокие значения индекса (1-я градация), 2 — экстремально низкие значения индекса (5-я градация), 3 — интегральная разность повторяемости 1 и 5-й градаций (1-5).

общие черты, свойственные всем фазам. Такой общей для всех фаз чертой, как следует из рис. 2, является слабая зональная циркуляция в первую половину и интенсивная зональная циркуляция во вторую

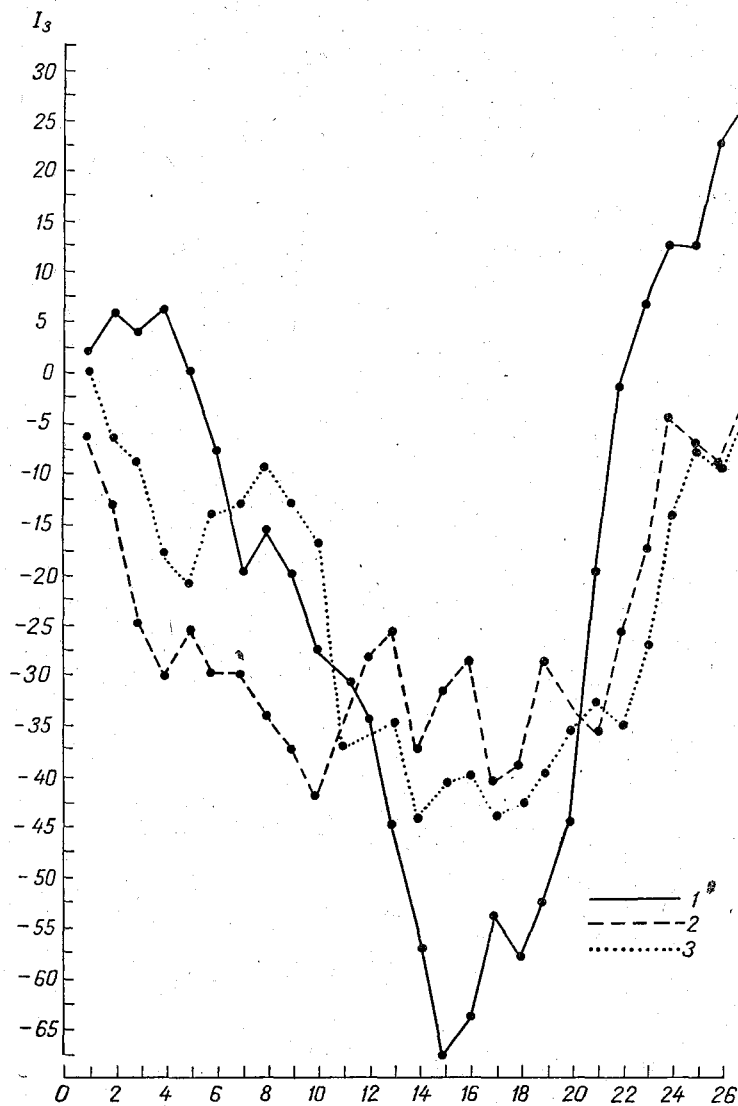


Рис. 2. Кривые интегральной разности повторяемости экстремальных значений индекса (1—5) в 27-дневном солнечном цикле при фазах 11-летнего цикла.

1 — максимум, 2 — минимум, 3 — нисходящая ветвь.

половину 27-дневного солнечного цикла. При анализе материала, согласно [5], к фазе минимума были отнесены годы с минимумом солнечной активности и два года после него; в фазе максимума — два года конца восходящей ветви, максимум и два года после него; к нисходящей ветви отнесены все остальные годы, начиная с 3-го после максимума. Таким образом, из рассмотренных 193 27-дневных циклов за 1949—1963 гг. 53 цикла (№ 1277—1288, 1382—1421) относились к фазе

максимума, 40 циклов (№ 1342—1381) — к фазе минимума и 101 цикл (№ 1289—1341, 1422—1470) к нисходящей ветви 11-летнего солнечного цикла.

Как видно из рис. 2, для всех трех фаз характерен спад кривой в первой половине 27-дневного цикла и подъем во второй, т. е. период большей повторяемости низкого индекса закономерно заменяется во второй половине устойчиво повышенной повторяемостью высокого индекса. Наиболее ярко эта особенность проявляется в фазе максимума

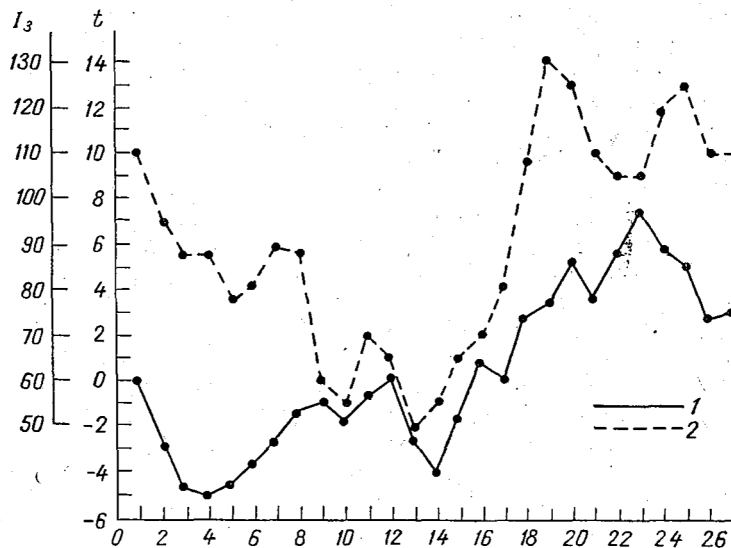


Рис. 3. Дифференциальная кривая повторяемости экстремальных значений индекса зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе (1) и повторяемость экстремально низких температур по 10 пунктам ЕТС (по данным Л. А. Вительса) (2).

солнечной активности. Резкий спад и резкий подъем кривой свидетельствуют о больших разностях в повторяемости высокого и низкого индекса.

Для фазы минимума и нисходящей ветви ход кривых более пологий, что указывает на меньшие по сравнению с фазой максимума контрасты в повторяемости обоих показателей циркуляции. Кроме того, переход от одного типа хода кривой к другому осуществляется не столь резко, как в фазе максимума, а в течение некоторого периода.

Таким образом, не принимая пока во внимание флуктуации индекса в отдельные дни, можно сделать вывод, что в целом зональная циркуляция в американо-атлантическом секторе наиболее интенсивна во второй половине 27-дневного солнечного цикла.

В работе Л. А. Вительса [3] показаны изменения температуры на ЕТС и преобразования форм атмосферной циркуляции в атлантико-европейской части полушария в связи с 27-дневным солнечным циклом. Одной из особенностей в ходе повторяемости различных температур (соответствующих ранговых номеров) на примере станции Ленинград отмечена во второй трети цикла (11—16-й дни календаря) очень малая повторяемость как экстремально низких, так и экстремально высоких температур, а также меридиональной формы циркуляции по типизации Г. Я. Вангенгейма для атлантико-европейского сектора. В отношении

интенсивности зонального переноса в американо-атлантическом секторе этот период, как видно из рис. 2, является переходным от слабой в первой трети к сильной в последней трети периода. Для атлантико-европейского сектора характерно преобладание в первой и последней трети периода соответственно экстремально высоких и экстремально низких температур [3, 4]. На рис. 3 приведены дифференциальная кривая повторяемости экстремальных значений индексов зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе (сглаженные трехдневки) и заимствованная из работы [3] кривая повторяемости рангового номера 1, соответствующего экстремально низкой температуре в сумме по 10 пунктам ЕТС (сглаженные трехдневки). В ходе этих кривых заметна большая согласованность на протяжении почти всего цикла. С увеличением повторяемости низкого индекса зонального переноса в американо-атлантическом секторе (увеличиваются отрицательные разности) повторяемость экстремально низких температур на ЕТС понижается, и, наоборот, с увеличением повторяемости высоких индексов повторяемость экстремально низких температур увеличивается.

Таким образом, здесь, по-первых, подтверждается еще раз отмеченный ранее характер сопряженности атмосферных процессов американо-атлантического и атлантико-европейского секторов северного полушария, носящий черты противоположности: при усиленной зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе в атлантико-европейском секторе усиливается меридиональность, следствием чего является увеличение повторяемости низких температур на ЕТС [7, 8, 9].

Во-вторых, наблюдается приуроченность интенсивной и слабой зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе к определенной группе дней солнечного календаря, что в некоторой степени может являться свидетельством солнечной обусловленности изменений глубины и положения канадского тропосферного минимума.

Согласованность хода кривых индекса циркуляции в американском секторе и температуры на ЕТС при учете проявления активных долгот Солнца в атмосферных процессах района дальневосточных морей [15] свидетельствует о том, что изменения солнечной активности в 27-дневном цикле отражаются на процессах, развивающихся по крайней мере в пределах северного полушария.

Рассмотренные выше характеристики (повторяемость различных градаций индекса) не дают полного представления о динамике процесса внутри 27-дневного цикла. В этой связи целесообразным представляется анализ изменчивости индекса ото дня ко дню. По данным используемого ряда индексов определялись знак и величина изменения индекса от одного дня к другому. Положительным изменением считался рост и отрицательным — падение индекса по сравнению с предшествующим днем. Дальнейшая обработка сводилась к разложению подготовленных характеристик изменения индекса в соответствии с календарем 27-дневного цикла, для каждого дня которого определялась повторяемость роста или падения индекса и средняя их величина. Затем характеристики изменения индекса в 27-дневном цикле рассматривались по фазам 11-летнего солнечного цикла.

В результате анализа суточной изменчивости индекса циркуляции в 27-дневном цикле выяснилось, что при сохранении в течение некоторого периода фона высокого или низкого индекса циркуляции уже осуществляется процесс его изменения. На кривой интегральных значений суточной изменчивости индекса, представленной на рис. 4, выделяются два периода роста индекса (с 4 по 8-й и с 15 по 19-й день календаря) и два периода его падения (с 9 по 14-й и с 22 по 27-й день).

Выше отмечалось (рис. 2), что на протяжении всей половины 27-дневного цикла повторяемость низкого индекса больше повторяемости высокого, т. е. имеет место фон ослабленной зональной циркуляции. Вместе с тем, как следует из рис. 4, в первой четверти цикла (с 4 по 8-й день) индекс преимущественно возрастает, хотя по уровню остается все еще низким, а во второй четверти (с 9 по 14-й день) интенсивно понижается. Вторая половина 27-дневного цикла в целом характеризуется фоном повышенного значения индекса (большая повторяемость высокого индекса по сравнению с низким). Однако рост индекса наблюдается преимущественно в третьей четверть цикла, а в последней четверти, оставаясь еще высоким, постепенно понижается. Это видно по

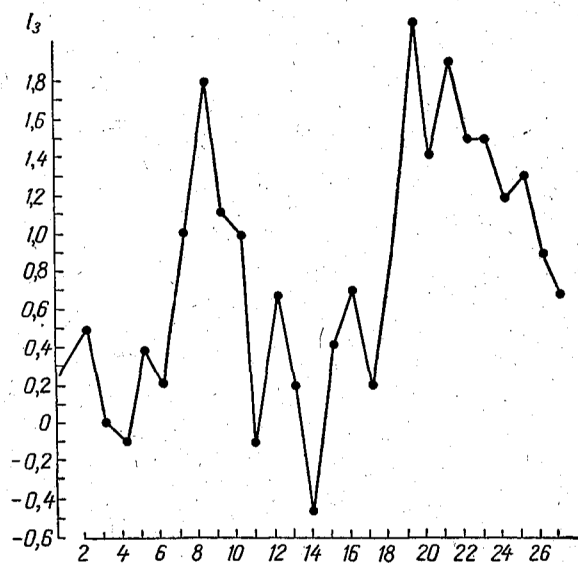


Рис. 4. Интегральные значения суточных изменений индекса зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе в 27-дневном солнечном цикле.

ходу кривой как величины, так и повторяемости знака суточных изменений индекса.

Таким образом, в 27-дневном солнечном цикле выделяются соответствующие определенным долготам периоды, в течение которых осуществляется определенным образом направленная перестройка атмосферных процессов. Характерно, что наиболее резко проявляются одни и те же долготы во всех фазах 11-летнего солнечного цикла. Это важно в отношении оценки неслучайности явления, поскольку ход изменения индекса циркуляции в 27-дневном цикле отдельно для каждой фазы можно рассматривать как изменения индекса, полученные на независимых рядах.

На рис. 5 приведены кривые сглаженных по скользящим трехдневкам значений повторяемости преобразований в меридиональную форму циркуляции в атлантико-европейском секторе (кривая заимствована из работы [3]) (1), суточной изменчивости индекса зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе зимой в фазе максимума солнечной активности (2), изменчивости индекса в среднем за все сезоны и фазы (3), изменчивости индекса на фазе максимума (4), нисходящей ветви (5) и минимума (6) солнечной активности.

Сопоставление кривых рис. 5 обнаруживает вполне удовлетворительное сходство в ходе изменения индекса циркуляции на фазе максимума

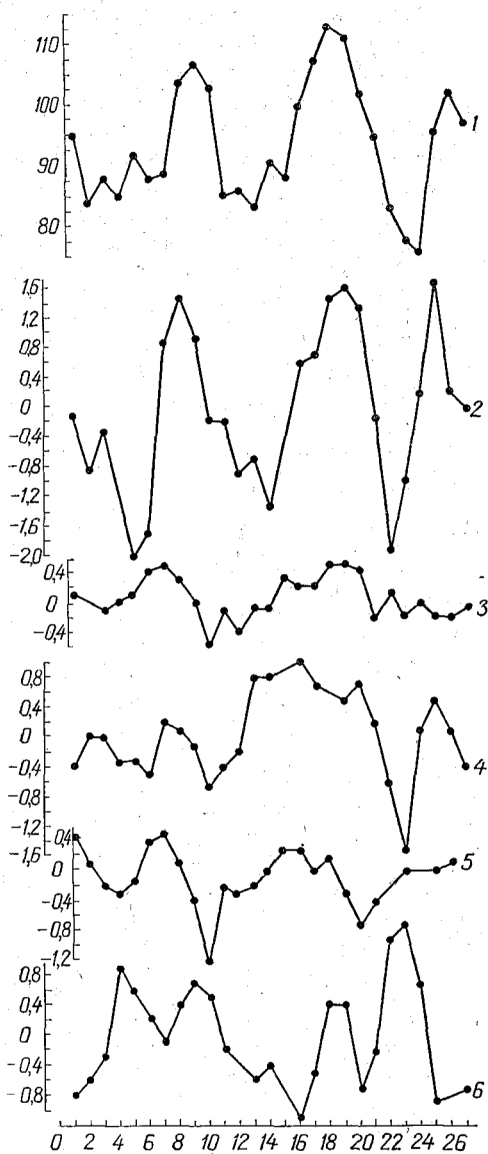


Рис. 5. Суточные изменения индекса зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе (1949—1963 гг.) и повторяемость меридиональной формы циркуляции в атлантико-европейском секторе (1891—1956 гг.), сглаженные по скользящим трех-дневкам. Обозначения в тексте.

и нисходящей ветви солнечной активности (соответственно кривые 4 и 5) и почти зеркальный ход на фазе минимума (кривая 6). В последнем случае наиболее резкие изменения индекса, только противоположного знака, наблюдаются на тех же долготах, что и у первых двух кривых. Не приводя всех данных сезонных изменений индекса циркуляции в 27-дневном цикле, отметим, что при достаточно ярко выраженной сезонности основные черты проявления активных долгот Солнца сохраняются (кривая 2). Сезонные различия заключаются главным образом в степени изменений интенсивности циркуляции. Наибольшие колебания интенсивности циркуляции в пределах 27-дневного цикла характерны для зимнего и осеннего сезонов.

Обращает на себя внимание аналогичность хода кривых 3, 4, 5, с одной стороны, и, с другой, кривой 1, представляющей ход повторяемости преобразований в меридиональную форму циркуляции в атлантико-европейском секторе. Из хода кривых следует, что при прохождении определенных долгот Солнца, когда в американо-атлантическом секторе возрастает интенсивность западного переноса, для атлантико-европейского сектора более характерной становится меридиональная форма циркуляции, т. е. здесь четко проявляется отмеченный ранее характер сопряженности атмосферных процессов

указанных частей северного полушария и приуроченность к определенным долготам. Особенно поразительна согласованность хода преобразования в меридиональную форму (кривая 1) и изменения

Таким образом, активные долготы Солнца заметно проявляются в изменении интенсивности зональной циркуляции в американо-атлантической части полушария. Проявление тех же долгот в атмосферных процессах атлантико-европейского сектора [3] и в районе дальневосточных морей [15] указывает на планетарность явления.

Остается пока неясным, повсюду ли реакция атмосферы на изменения солнечной активности является непосредственной или существуют районы, в которых изменения атмосферной циркуляции представляют собой лишь следствие солнечнообусловленных изменений циркуляции в других более благоприятных в этом отношении районах. По этому поводу существуют разные точки зрения.

В изменении интенсивности зональной циркуляции активные долготы наиболее резко проявляются в холодное полугодие максимума и минимума солнечной активности. Тот факт, что на фоне интенсивного зонального переноса, свойственного вообще холодному сезону, имеют место связанные с активными долготами значительные колебания интенсивности в американо-атлантическом секторе внутри 27-дневного цикла, особенно в фазе максимума и минимума, дает основание считать, что за интенсивность зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе ответствен не только контраст температуры между экватором и полюсом, но и изменение солнечной активности. Доводом этому может служить также целый ряд исследований по проблеме солнце—тропосфера. Основоположник советской гелиогеофизики В. Ю. Визе одним из первых показал, что усиление солнечной активности приводит к активизации переносов воздушных масс.

Существует мнение, что на изменение атмосферной циркуляции оказывают влияние колебания интенсивности солнечного корпускулярного потока. В отличие от ультрафиолетового излучения, дающего наибольший эффект в приэкваториальной зоне, корпускулярные потоки вследствие наличия магнитного поля Земли воздействуют на циркуляцию атмосферы через полярные области. Механизм воздействия солнечного корпускулярного потока на атмосферные процессы еще не ясен, однако наличие его отмечается во многих исследованиях. Согласно выводам Бодурта [20], полученным на основании данных зимних месяцев (декабрь—февраль) 1899—1939 гг., наибольшая амплитуда средних значений аномалий давления в периоды высокой и низкой солнечной активности характерна для северо-западных районов Северной Америки и прилегающей части Тихого океана. При максимуме солнечной активности давление в указанных районах выше, чем при минимуме.

На рис. 6 приведены построенные нами на большем материале карты изменения повторяемости положительных аномалий среднего годового давления от максимума к минимуму солнечной активности. К фазе максимума, нисходящей ветви и минимума солнечного цикла отнесены годы в соответствии с принципом, изложенным в начале настоящей статьи. Для построения карт использованы подготовленные в ГГО данные аномалий давления по сети станций северного полушария, включающей 74 пункта с наиболее длинными рядами наблюдений. За основу был принят ряд с 1881 по 1959 г. Однако из-за отсутствия данных использовались и менее длиннорядные станции. Около 80% станций имели ряды 50—75 лет, и лишь станции, расположенные на Крайнем Севере, имели около 20 лет наблюдений. Такие станции составили не более 10%.

Распределение изменения повторяемости положительных аномалий среднего годового давления на полушарии (рис. 6) подтверждает целый ряд уже известных положений, в частности вывод Уокера [25], о том, что в субтропических антициклонах давление повышается при макси-

муме солнечной активности. Как следует из рис. 6, в зоне 25—35° с. ш. над американским континентом в годы максимума солнечной активности повторяемость положительных аномалий давления на 10—20% больше, чем в годы минимума. В более северных широтах, наоборот, при максимуме солнечной активности возрастает повторяемость отрицательных аномалий, особенно в зоне 60—75° с. ш. Отсюда следует, что над Американским континентом в годы максимума и у поверхности земли про-

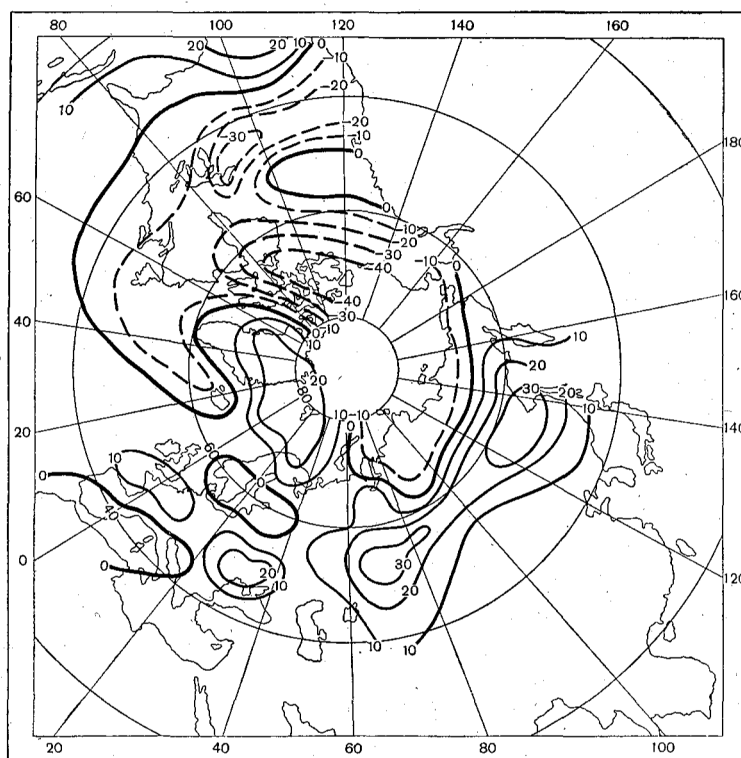


Рис. 6. Изменения повторяемости положительных аномалий среднего годового давления от максимума к минимуму солнечной активности.

исходит увеличение барических градиентов между южными и северными широтами. Градиенты увеличиваются во всей широтной зоне 35—75°, но максимум приходится на зону 35—45°. Согласно [23], в годы максимума солнечной активности циклоны над континентом Северной Америки движутся по его периферии, в то время как в годы минимума они проходят через центральную часть материка. Отсюда следует, что ведущий поток (зона наибольших градиентов давления в средней тропосфере), в соответствии с которым перемещаются циклоны у поверхности земли, в фазе максимума солнечной активности смещается в более южные районы, а северные широты континента заняты областью низкого давления. Повышенный меридиональный градиент давления сохраняется еще и над западной частью Атлантического океана. Это хорошо иллюстрирует карта отклонений высоты поверхности 500 мб после геомагнитной бури, построенная Асакурой и Катаямой [18].

Другой особенностью распределения изменения давления от максимума к минимуму солнечной активности является значительное превы-

шение повторяемости положительных аномалий при максимуме над Центральной Европой и особенно над Сибирью, исключая ее крайний север. Здесь при максимуме положительные аномалии среднего годового давления осуществляются на 20—40% чаще, чем при минимуме.

Повышенная повторяемость положительных аномалий давления при максимуме солнечной активности над Шпицбергом, северной частью Атлантического океана, Скандинавией и Великобританией является признаком меридиональной формы циркуляции, а над Сибирью и восточной частью ЕТС — признаком восточной формы циркуляции по Г. Я. Вангенгейму.

Приведенное на рис. 6 изменение давления подтверждает вывод о том, что в период максимума солнечной активности для атлантико-европейской части полушария наиболее характерны меридиональная и восточная форма атмосферной циркуляции [10]. Вместе с тем видно увеличение меридиональных градиентов в американо-атлантическом секторе вследствие значительного понижения давления в высоких широтах континента. Таким образом, в годы максимума солнечной активности обнаруживается смещение приполярной области низкого давления в сторону американского континента.

По высотным данным замечено, что зона западного переноса не всегда бывает симметричной относительно Северного полюса. Особенности температурного поля тропосферы полярных областей, заключающаяся в расчленении околполярного очага холода на два или несколько центров, показана в ряде работ [21, 22]. Основная роль в формировании двух центров тропосферного холода в зимнее время рядом авторов отводится выхолаживающему действию подстилающей поверхности континентов. Существование одних и тех же областей, например канадского высотного минимума, в течение всех сезонов года указывает на влияние не только термического, но и других факторов.

Приведенные выше материалы, а также тот факт, что район Канадского Арктического архипелага является наиболее благоприятным для воздействия на атмосферу корпускулярного излучения Солнца, позволяют сделать заключение об определенной стимулирующей роли солнечной активности в деятельности канадского тропосферного минимума.

Существует мнение, что изменение солнечной активности первоочередное влияние оказывает на процессы тихоокеано-американского сектора. По данным Гирса [10], исследовавшего связи многолетних преобразований основных форм циркуляции с колебаниями солнечной активности, перелом в развитии основных форм атмосферной циркуляции в тихоокеано-американском секторе происходит почти одновременно с переломом в ходе солнечной активности, тогда как смена преобладающих типов процессов в атлантико-европейском секторе — спустя некоторое время. Такие указания можно найти и в ряде других работ. Заметно некоторое опережение в наступлении экстремумов изменений интенсивности зональной циркуляции в американо-атлантическом секторе по отношению к изменению циркуляции в атлантико-европейском секторе. Все это может свидетельствовать о том, что изменения циркуляции в последнем являются следствием солнечнообусловленных изменений интенсивности циркуляции в американо-атлантической части полушария.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вительс Л. А. К методике обработки геофизических данных по 27-дневному солнечному календарю. «Солнечные данные», № 4 (7). Изд-во АН СССР, М., 1955.
2. Вительс Л. А. Солнечная природа атмосферных ритмов. Труды ЦИП, вып. 51, 1957.

3. Вительс Л. А. Солнечная активность, преобразования форм атмосферной циркуляции и внутримесячные колебания температуры. Труды ГГО, вып. 89, 1959.
4. Вительс Л. А. Длительный температурный эффект активных долгот Солнца и его статистическая проверка. Труды ГГО, вып. 89, 1959.
5. Вительс Л. А. Опыт анализа прогностической связи с учетом солнечной активности. Труды ГГО, вып. 111, 1961.
6. Воробьева Е. В. Опыт комплексного использования характеристик формы и интенсивности атмосферной циркуляции для анализа термических аномалий. Труды ГГО, вып. 89, 1959.
7. Воробьева Е. В. Сопряженность атмосферных процессов в северном полушарии. Гидрометеиздат, Л., 1962.
8. Воробьева Е. В., Гирская Э. И. Характеристика весенне-летнего сезона для Европейской территории СССР и Западной Сибири в связи с интенсивностью циркуляции в американском секторе северного полушария. Труды ГГО, вып. 164, 1964.
9. Воробьева Е. В., Сонькин Л. Р. Сопряженность атмосферных процессов и преобразования форм циркуляции. Труды ГГО, вып. 181, 1965.
10. Гирс А. А. Многолетние преобразования форм атмосферной циркуляции и изменение солнечной активности. Метеорология и гидрология, № 10, 1956.
11. Кац А. Л., Морской Г. И., Семенов В. Г. Формирование крупных аномалий температуры воздуха на территории СССР в зимние месяцы. Труды ЦИП, вып. 49, 1957.
12. Курганская В. М. Характеристика засушливых периодов с точки зрения общей циркуляции атмосферы. Изв. АН СССР, серия геогр., № 2, 1953.
13. Морозова М. И., Петросянец М. А. Карты повторяемости циклонов и антициклонов на АТ₅₀₀ над северным полушарием. Ин-т математики им. В. И. Романовского АН УзССР и НИИ АК ГУГМС при СМ СССР, М., 1959.
14. Сазонов Б. И. Высотные барические образования и солнечная активность. Гидрометеиздат, Л., 1964.
15. Сонькин Л. Р. О проявлении 27-дневного цикла в зимней атмосферной циркуляции района дальневосточных морей. «Солнечные данные», № 8, Изд-во АН СССР, 1961.
16. Сонькин Л. Р. Зимние синоптические процессы в районе дальневосточных морей и прогноз погоды на 3—7 дней. Гидрометеиздат, Л., 1963.
17. Шишков В. Г. О некоторых закономерностях в развитии атмосферных процессов. Метеорология и гидрология, № 7, 1957.
18. Asakurs T. and Katauma A. On the Relation between solar Activity and General Circulation in the Atmosphere. Papers on Meteorol. and Geoph. vol. 9, N 1, 1958.
19. Baug F. Bericht über die III Meteorologische Fortbildungstagung für Großwetterkunde und Langfristige Wettervorhersage. Meteorologische Rundschau H. 1, 1964.
20. Bodurtha F. T. An investigation on anticyclogenesis in Alaska. J. Met. vol. 9, N 2, 1952.
21. Defant F. Über der Mechanismus der unperiodischen Schwankungen der allgemeinen Zirkulation der Nordhalbkugel. Arch. Met. Geoph. Biokl. A. Bd 5, H ³/₄, 1954.
22. Flohn H. Zur Aerologie der Polargebiete. Meteorol. Rundschau Bd 5, H ⁵/₆, 1952.
23. Huntington E. Earth and Sun. 1919.
24. Seidel G. Die zirkulation über Europa als Folge von Kaltluftbewegungen über der westlichen Hemisphäre. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Nr 34, Bd 5, 1957.
25. Walker G. T. Correlation in seasonal variation of weather, VI, Sun—Spot and pressure. Mem. India Met. Dept. vol. 21, Part 12, 1915.