

ослабевают северо-восточный ветер в зимнее время. В периоды близкие к минимумам солнечной активности в летнее время наблюдается слабый перенос с северо-востока, а в зимнее время он существенно усиливается. Эту тенденцию хорошо иллюстрирует кривая, показывающая изменения среднегодовых значений V_1 и V_2 . Вместе с этим можно заметить, что абсолютные минимумы кривой изменений среднегодовых значений V_1 и V_2 на рис.1 смещены относительно минимумов 11 – летних циклов солнечной активности. Экстремумы отрицательных значений V_1 и V_2 наблюдаются в 1984 и 1994 г.г., в то время как W показывает минимумы солнечной активности в 1986 и 1996 г.г. Однако из рисунка видно, что экстремумы V_1 и V_2 наблюдаются вблизи максимумов геомагнитной активности. Представленные данные дают основание предположить, что в изменениях времени максимума D , зональной и меридиональной компонент приземной скорости ветра на Северо-Востоке проявляется совокупное влияние солнечной и геомагнитной активности. Многофакторный регрессивный анализ большей по величине зональной компоненты ветра показал, что 63% дисперсии среднегодовых значений V_1 может быть связано с изменением солнечной активности и 26 % с изменением геомагнитной активности.

Список литературы

1. Авдюшин С.И., Данилов А.Д. Солнце, погода и климат: сегодняшний взгляд на проблему (обзор) // Геомагнетизм и аэронавигация. 2000. Т.40, №5. С.3 – 14.
2. Виноцкий А.В., Казанцева В.В. Взаимосвязь изменений параметров нижней атмосферы, характеристик ионосферы и геомагнитного поля на Северо-Востоке России // Оптика атмосферы и океана. 2001. Т. 14, №10. С. 970 – 974.
3. Космические данные. ИЗМИРАН. – М.: Наука, 1980 – 1997.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ В СПОКОЙНЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ УСЛОВИЯХ

PECULIAR FEATURES OF CHANGE OF GEOMAGNETIC FIELD ELEMENTS IN THE NORTH-EAST OF RUSSIA UNDER LOW GEOMAGNETIC CONDITIONS

А.В. Виноцкий, В.В. Казанцева

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

On the basis of geomagnetic data of “Magadan” observatory the peculiarity of relationship of the geomagnetic field characteristic changes for different time scales under low geomagnetic activity was examined. Steady relationship of variation of declination and geomagnetic field horizontal component was obtained. It allowed to study interannual, annual, interdiurnal changes of Sq_1 , Sq_2 – whirlwinds of the ionospheric current system and to show their independent existence. The comparison of H and D variations with the simultaneous measurements of these parameters at the “Leningrad” observatory was made. The latter observatory is located at the same latitudes but longitudinally displaced on $\sim 120^\circ$. It was shown that such data allow to conclude about simultaneous intensification of circulation at the eastern and western boundary of Sq_1 , Sq_2 – whirlwinds. The considerable longitudinal effect of their forming was obtained. The near midday current stream is united in the circulation system of Sq_1 – whirlwind when it is located at the longitudes of “Magadan” observatory and in the circulation system of Sq_2 whirlwind when it is located at the longitudes of “Leningrad” observatory. This effect can be caused by lower thermospheric circulation system composed of the thin space-inclined wind layers

В настоящее время выявлена основная роль волнового и корпускулярного излучений Солнца в целом ряде закономерностей поведения элементов геомагнитного

поля на средних широтах [1, 5]. Спокойные солнечно-суточные изменения поля в значительной степени связаны с притоком волновой радиации на дневную сторону Земли, с изменениями системы нейтральных ветров в нижней термосфере, проводимости ионосферы и как результат – с Sq – токовой системой, расположенной на высотах ~100 км. Эта система токов наиболее интенсивна на дневной стороне Земли и определяет наблюдаемое изменение элементов геомагнитного поля. С корпускулярным излучением Солнца связаны изменения геомагнитного поля на средних широтах в период геомагнитных бурь. Основной характерной чертой геомагнитной бури является сильное уменьшение горизонтальной составляющей геомагнитного поля в главную фазу, существование которой обусловлено развитием частично-кольцевого тока, текущего с ночной стороны Земли на дневную на расстоянии 2 – 3 R_з.

Исследование сезонных и циклических вариаций элементов геомагнитного поля показало наличие годовых, полугодовых вариаций H, Z – компонент, полного вектора F, склонения D, их изменение в связи с вариациями относительного числа солнечных пятен и геомагнитной активности [6, 3]. Установлено, что сезонный ход почти всех элементов геомагнитного поля имеет вид двойной волны с экстремумами в равноденствия и солнцестояния. В частности, у H – компоненты главный максимум наблюдается в июне, более слабый в декабре, минимумы – в марте и октябре – сентябре. Интересно, что в годы повышенной магнитной и солнечной активности увеличивается амплитуда суточных вариаций H – компоненты, выведенная по спокойным дням [6].

В настоящее время считается, что основным механизмом генерации электрического поля и токов в среднеширотной ионосфере, ответственных за спокойные геомагнитные вариации, является динамодействие ионосферных ветров приливного происхождения, однако не исключено, что подобную роль могут играть ветры, имеющие источником магнитосферную конвекцию, или распространение в средние широты электрического поля из полярной области [7]. В большинстве работ при исследовании сезонных вариаций использовались данные, усреднённые за суточный период, а при изучении суточного хода – среднемесячные значения.

В настоящей работе рассмотрен вопрос о циклических, сезонных и межсуточных вариациях элементов геомагнитного поля отдельно для полуденного и полуночного секторов Земли.

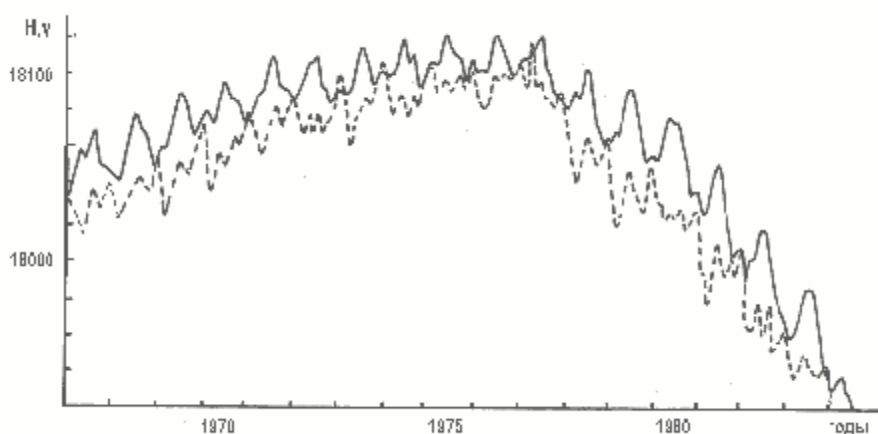


Рис.1. Изменение среднемесячных значений горизонтально составляющей.
 — — — околополуночные значения, — — — — околополуденные значения.

На рис.1 представлены данные о поведении H – компоненты геомагнитного поля по наблюдениям обсерватории «Магадан» в течение 20 и 21 циклов солнечной активности, усреднённые в интервалах 10-14 и 22-02 ч местного времени. Вековой ход горизонтальной составляющей проявляется как в дневных, так и в ночных значениях. H – компонента наибольшая в 1978 – 1977 г.г. и уменьшается к 1966 и 1986 г.г., причём к 1986 г. понижение более быстрое. Амплитуда суточных вариаций по этим данным составляет в среднем ~ 20 γ и не зависит от векового хода. Как правило, ночные значения горизонтальной составляющей превышают дневные. При этом суточные вариации летом наибольшие, а зимой наименьшие. Эти выводы полностью согласуются со средними данными о суточных вариациях H – компоненты на других обсерваториях [6].

Рассмотрим формирование суточного хода горизонтальной составляющей более детально, исходя из закономерностей сезонных вариаций её значений на дневной и ночной сторонах Земли. Из рис.1 следует, что околополуденные и околополуночные значения характеризуются устойчивым изменением в течение года. Околополуденная H – компонента достигает минимума в апреле, к лету её значения повышаются, в период осеннего равноденствия наблюдается сравнительно небольшой минимум и к зиме она быстро возрастает, достигая максимума. Значения же околополуночной H – компоненты максимальны летом и уменьшаются к зиме. В некоторые годы, например, в 1974 – 1975 г.г., околополуночная H – компонента имеет небольшой дополнительный зимний максимум и два околоравноденственных минимума. Кривые околополуденных и околополуночных значений (см. рис.1) расходятся максимально вблизи 1970 и 1980 г.г. и сходятся в 1974-1975 и 1983-1986 г.г. Причём, если кривые сближаются, околополуденные зимние значения становятся равными или превышают околополуночные. Это приводит к перевероту суточного хода, обычно наблюдаемого в годы высокой и средней солнечной активности. В этом случае характер кривой сезонного хода околополуденных значений близок кривой околополуночных. 1970 и 1980 г.г. отвечают условиям максимумов, а периоды 1974-1976 и 1984-1986 г.г. – условиям минимумов 11 – летних циклов солнечной активности. В результате происходит увеличение амплитуды суточных вариаций H – компоненты при переходе от минимума к максимуму солнечной активности. Следовательно, во-первых, горизонтальная составляющая геомагнитного поля испытывает систематические изменения в связи с 11 – летним циклом солнечной активности, в котором её околополуночные и околополуденные значения имеют различный сезонный ход, во-вторых, характер сезонных, суточных вариаций также закономерно изменяется в течение этого цикла. Для более детального анализа сезонных и циклических изменений характеристик геомагнитного поля и возможности сопоставления вариаций различных компонент в дальнейшем мы исключили из них вековые изменения путём скользящего сглаживания за годовой период наблюдений. В дальнейшем будем рассматривать отклонения околополуденных и околополуночных значений характеристик от векового хода. Анализ среднемесячных околополуденных отклонений H – компоненты показал, что сезонные изменения, их вариации от года к году хорошо связаны (с коэффициентом корреляции – 0,75) с изменениями K – индекса геомагнитной активности. Амплитуда устойчивого годового хода с максимумом летом и минимумом зимой околополуночных отклонений H – компоненты характеризуется чёткой 11 – летней вариацией. Таким образом, оказалось, что хотя энергия корпускулярного излучения в основном выделяется в средней атмосфере на ночной стороне Земли, наиболее сильно она сказывается в изменениях среднемесячных характеристик геомагнитного поля на субавроральных широтах дневного сектора. Волновая энергия, поступающая на дневную сторону, существенно влияет на элементы геомагнитного поля на ночной стороне.

Сопоставление соответствующих вариаций горизонтальной составляющей и склонения показало, что сезонные и циклические изменения околополуденных значений H – компоненты тесно связаны с изменениями D в максимуме суточного хода (в ~ 14 ч местного времени). Околополуденные значения горизонтальной составляющей изменяются согласованно с вариациями D в минимуме суточного хода (в ~ 6 ч). Таким образом, оказалось, что всегда происходит усиление тока с юго-востока или с северо-запада. Анализ взаимосвязи межсуточных изменений H и D в спокойных условиях показал, что отмеченная закономерность их совместных изменений проявляется и по часовым данным, причём отклонения D всегда запаздывают на ~ 1 час. Для выяснения универсальности полученной связи нами были сопоставлены данные синхронных изменений H и D в спокойных геомагнитных условиях по наблюдениям обсерваторий «Ленинград» ($\varphi = 59^{\circ}57' N$, $\lambda = 30^{\circ}42' E$) [4] и «Магадан» ($\varphi = 60^{\circ} 07' N$, $\lambda = 151^{\circ}01' E$), смещённых в сутках на ~ 8 ч. На рис. 2 представлена типичная картина взаимосвязи вариации отклонений горизонтальной составляющей и склонения в указанных двух пунктах наблюдения на примере 19 – 25 июня 1971 г. Для удобства сопоставления данных вертикальный масштаб для D в Магадане перевёрнут на 180° . Летний период характеризуется наиболее выраженными суточными вариациями всех элементов геомагнитного поля и, по-видимому, ветров на высотах мезосферы – нижней термосферы, формирующих ионосферную токовую систему. Период с 19 по 24 июня был спокойным (суточный K – индекс не превышал 20) перед началом геомагнитного возмущения 25 июня. Возмущение началось между 9 и 12 ч UT (трёхчасовые значения K – индекса оценивались как 2 2 3 4 3 4 3 5). Вместе с этим из рисунка видно, что 21 – 24 июня происходило увеличение амплитуды вариаций H – компоненты и D в обоих пунктах. Сопоставление кривых H и D в Ленинграде показывает, что в сутках сначала наблюдается усиленная струя тока с севера, затем усиленный ток с востока, потом более интенсивный ток с юга, а после него более интенсивный ток с запада. Амплитуда этих колебаний в среднем усиливалась до 9 – 12 ч UT 25 июня, когда на обсерваториях зафиксировали геомагнитное возмущение. В Магадане же наблюдается другая картина. Сначала в сутках фиксируется усиленный ток с востока, затем усиленный ток с юга, затем более интенсивный ток с запада, а после него более интенсивный ток с севера. Эта картина хорошо согласуется с описанным выше характером взаимосвязи H и D , полученным по

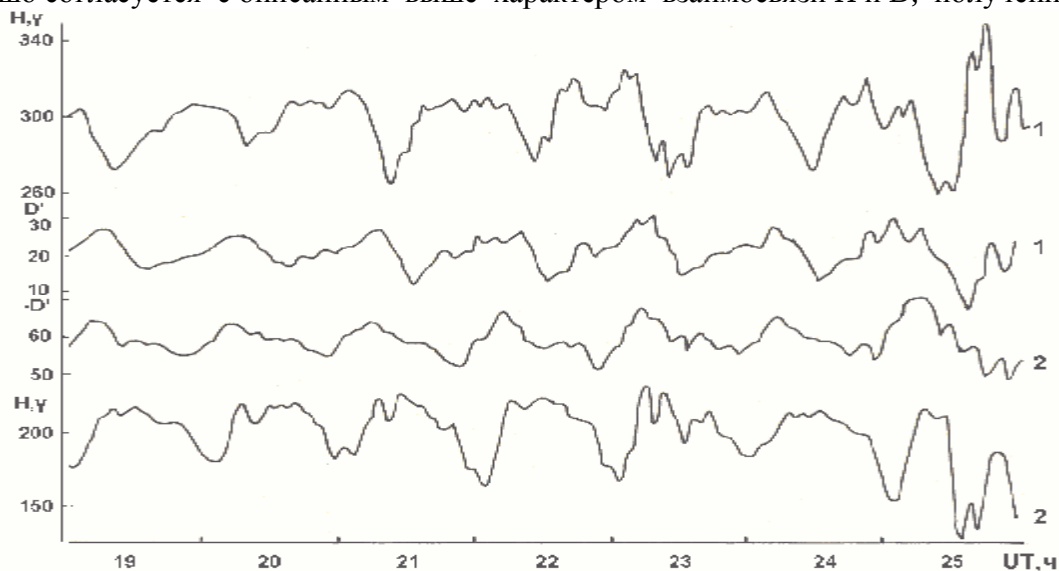


Рис.2 Изменение отклонений от базисных H и D в июне 1971 г. по наблюдениям обсерваторий «Ленинград» (1) и «Магадан» (2).

среднемесячным данным. Из рисунка видно, что межсуточные изменения D и H в обоих пунктах наблюдения взаимосвязаны. При усилении струи тока с юга в Магадане пропорционально увеличивается ток с северо-востока в Ленинграде, в случае увеличения D в предполуночном и утреннем экстремумах – увеличиваются токи с юго-запада. На основании вышеизложенного можно предположить, что южный ветер, ответственный за формирование околополуденного меридионального тока в Магадане, в основном замыкается в системе Sq1 – вихря ионосферной токовой системы, а аналогичные факторы действующие на долготе Ленинграда замыкаются в основном в системе Sq2 – вихря. Такое различие в формировании ионосферной токовой системы на разных долготах может быть связано с существованием на средних широтах проявления вихревых ветровых структур на высотах мезосферы – нижней термосферы в виде пространственно-наклонных тонких (~ 10 км) чередующихся по высоте ветровых слоёв [2].

Список литературы

1. Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. – М.: Мир, 1975. – 510 с.
2. Будко А.С., Голубев Е.Н., Иванова И.Н. и др. Особенности суточных и полусуточных колебаний температуры и ветра над пунктом Волгоград / Суточные и широтные вариации параметров атмосферы и корпускулярные излучения. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. с. 86 – 104.
3. Мишин В.М. Спокойные геомагнитные вариации и токи в магнитосфере. – Новосибирск: Наука, 1976. – 207 с.
4. Результаты геомагнитных наблюдений обсерватории «Ленинград». – М.: Наука, 1979. – 229 с.
5. Ришбет Г., Гарриот О.К. Введение в физику ионосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 304 с.
6. Справочник по переменному полю. Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 267 с.
7. Фадеев Б.В., Мишин В.М. Ветры в среднеширотной ионосфере и генерация ими Sq-подобного электрического поля и токов: Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. – М.: Наука, 1985. вып. 74, с. 162 -170.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В БАЗЕ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ «БОРОК»

REPRESENTATION OF GEOPHYSICAL FIELDS IN “BOROK” GEOPHYSICAL OBSERVATORY DATA BASE

Э.М. Дмитриев, С.В. Анисимов

Геофизическая обсерватория «Борок» филиал ИФЗ им. О.Ю.Шмидта РАН

Geophysical observations are the major experimental background of researches of geophysical fields and their interactions. During last decades in these researches the information technologies and geophysical databases began to play a key role. In the report the modern information technologies used in Borok Geophysical Observatory IPE RAS for logging, processing, storage and access providing to the data of geophysical measurements, presented in the middle-latitude Borok Geophysical Observatory database, are considered. Borok Geophysical Observatory carries out the classical geomagnetic and air electric measurements as well as registration of a wide spectrum of various geophysical fields (ULF geomagnetic field pulsations, an atmosphere electric current, telluric currents, meteorological parameters). Complex character of the data, presented in the database, a low level of anthropogenous pollutions and registration of observable geophysical fields with high sampling rate allow using them for studying the fine geophysical phenomena and fast processes.