

УДК 550.388.2

Т. Г. ЖИВОЛУП, С. В. ПАНАСЕНКО

**СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДНЕШИРОТНОЙ И АВРОРАЛЬНОЙ ИОНОСФЕРЕ ПО ДАННЫМ ИОНОЗОНДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Проаналізовано часові залежності критичної частоти F-області іоносфери та концентрації електронів у її максимумі за даними двох іонозондів, розташованих поблизу м. Тромсьо (Норвегія) і м. Харків (Україна), в періоди літнього сонцестояння та осіннього рівнодення. Виявлено хвильові процеси у середніх і високих широтах з періодами 80 – 160 хв, відносними амплітудами 0.03 – 0.05 і тривалістю в декілька періодів.

**Ключові слова:** іонозонд, критична частота, концентрація електронів, хвильові процеси, сезонні та широтні варіації.

Проанализированы временные зависимости критической частоты F-области ионосферы и концентрации электронов в ее максимуме по данным двух ионозондов, расположенных вблизи г. Тромсе (Норвегия) и г. Харьков (Украина), в периоды летнего солнцестояния и осеннего равноденствия. Обнаружены волновые процессы в средних и высоких широтах с периодами 80 – 160 мин, относительными амплитудами 0.03 – 0.05 и длительностями в несколько периодов.

**Ключевые слова:** ионозонд, критическая частота, концентрация электронов, волновые процессы, сезонные и широтные вариации.

The time dependences of the ionospheric F-region critical frequency and the electron density at its maximum are analyzed using the data of two ionosondes located near Tromsø (Norway) and Kharkiv (Ukraine), during the summer solstice and autumnal equinox periods. Wave processes in the middle and high latitudes with periods of 80 – 160 min, relative amplitudes of 0.03 – 0.05, and durations of several periods were detected.

**Key words:** ionosonde, critical frequency, electron density, wave processes, seasonal and latitudinal variations.

**Введение.** Волновые процессы в геокосмосе играют важную роль во взаимодействии различных атмосферных и ионосферных областей, являясь переносчиком энергии и импульса. С одной стороны, знания о параметрах волновых процессов позволяют существенно улучшить существующие глобальные и локальные динамические модели, поскольку эти процессы влияют на функционирование средств телекоммуникаций, радиолокации и радионавигации, изменяют траектории движения спутников и “космического мусора” и т.д. С другой стороны, волновые возмущения являются надежным индикатором высокоэнергичных явлений и процессов, воздействующих на атмосферу в целом и на ионосферу в частности. Причем, природа источников энергии может быть различной: естественные источники – выбросы корональной массы, геокосмические бури, солнечные терминаторы, землетрясения и др. и искусственные источники – старты и полеты космических аппаратов, мощные взрывы, работа нагревных стендов [1].

Несмотря на то что в мире наблюдения за волновыми процессами ведутся уже в течение нескольких десятилетий, все причинно-следственные связи еще до конца не выяснены. Дело в том, что такие наблюдения часто носят эпизодический характер, а точность используемых методов оставляет желать лучшего. Поэтому наибольшее значение имеют скоординированные совместные измерительные кампании, проводимые систематически в течение достаточно длительных интервалов времени.

Благодаря харьковскому радару некогерентного рассеяния, являющегося единственным таким радаром в Центральной Европе, можно получить большой объем ценной информации о волновых процессах в среднеширотной ионосфере, провести их сравнение с процессами в авроральной ионосфере, выявить особенности и общие черты для каждого региона. Использование дополнительного метода

вертикального радиозондирования позволяет уточнить параметры волновых возмущений в максимуме ионизации ионосферы, а также проанализировать вариации критической частоты слоя F2 ионосферы над г. Тромсе (Норвегия) и г. Харьков (Украина).

Целью данной работы является выявление и оценка параметров волновых процессов в среднеширотной и авроральной ионосфере во время летнего солнцестояния и осеннего равноденствия с помощью двух ионозондов, расположенных вблизи г. Тромсе и г. Харьков.

**Сведения о средствах наблюдения.** Для диагностики волновых процессов в среднеширотной и авроральной ионосфере использовались данные двух ионозондов: Dynasonde и модернизированного ионозонда «Базис».

Ионозонд «Базис» расположен в ионосферной обсерватории Института ионосферы (49° 36' с.ш., 36° 18' в.д.) вблизи г. Харьков. При вертикальном зондировании диапазон частот составляет 0.3 – 20 МГц, выходная мощность – 10 кВт, длительность излучаемых импульсов – 100 мкс, частота следования импульсов – 25 Гц. Ионограммы снимались с периодичностью 15 мин. Погрешность оценки критических частот  $f_{o,x}F2$  составляет около 15 кГц (0.015 МГц) [2].

Ионозонд Dynasonde, расположенный вблизи г. Тромсе, является одним из шести цифровых ионозондов, спроектированных и созданных в Лаборатории космической среды (Боулдер, США) в течение 1975 – 1978 гг. Для стандартного зондирования он излучает радиоимпульсы гауссовской формы длительностью по половинной мощности около 128 мкс. Максимальная мощность составляет 10 кВт. Два приемника используются с мультиплексорами на входах таким образом, что можно подключать различные пары шести приемных

© Т. Г. Живолуп, С. В. Панасенко, 2017

антенн при приємє кожного імпульса. Ширина полоси пропускання приємника равна 30 кГц. Погрешность оценки критических частот  $f_{o,x}F2$  составляет около 10 кГц (0.01 МГц) [3].

**Сведения о геомагнитной обстановке.** В табл. 1 приведены значения высокоширотных и планетарных индексов геомагнитной активности в периоды летнего солнцестояния (26.06.2014 г.) и осеннего равноденствия (22.09.2014 и 28.09.2014 г.). Видно, что индексы  $A$  и  $A_p$  равнялись 5 – 16, индекс  $K_p$  достигал 3, а высокоширотный индекс  $K$  в основном не превышал 4. Это свидетельствует о том, что в дни совместных измерений состояние магнитного поля Земли было как спокойным, так и имели место магнитные возмущения.

Таблица 1 – Сведения о геомагнитной обстановке

Дата	Высокоширотные индексы		Планетарные индексы	
	$A$	$K$	$A_p$	$K_p$
26.06.2014	6	0 0 0 3 4 1 0 0	5	1 1 1 2 2 1 1 1
22.09.2014	16	1 2 3 4 5 3 2 2	9	2 3 2 2 3 2 2 2
28.09.2014	13	2 1 2 4 4 4 1 1	8	2 2 2 3 3 2 2 1

**Анализ  $f$ -графиков.** Для определения параметров волновых процессов в среднеширотной и авроральной ионосфере анализировались временные вариации частоты  $f_oF2$  над Харьковом и Тромсе.

Вариации критической частоты  $f_oF2$  слоя F2 26 июня 2014 года в г. Харькове и г. Тромсе показаны на рис. 1.

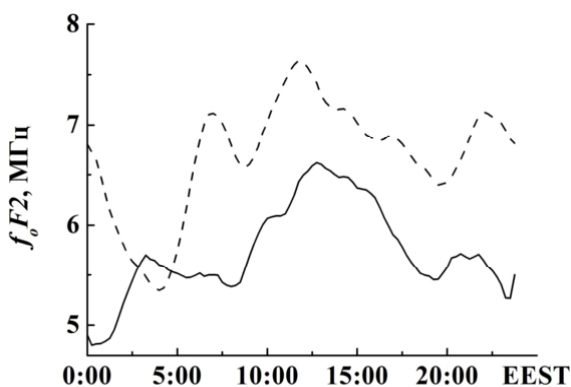


Рис. 1 – Сравнение временного хода  $f_oF2$  по данным ионозондов в Тромсе (сплошная линия) и Харькове (штриховая линия) для 26.06.2014.

Из рис. 1 видно, что  $f_oF2$  в Харькове больше  $f_oF2$  в Тромсе на всем временном интервале совместных наблюдений с 00:00 до 24:00 EEST, за исключением предвосходного периода 02:45 – 04:30 EEST. В Харькове четко наблюдается предвосходный минимум  $f_oF2$  в 04:30 EEST (восход Солнца в Харькове 26.06.2014 – в 04:33 EEST). После восхода Солнца в Харькове, начиная с 04:45 EEST,  $f_oF2$  быстро возрастает до своего первого локального максимального значения 7.25 МГц в 07:00 EEST. После этого  $f_oF2$  убывает до своего локального

минимума 6.475 МГц в 08:45 EEST, а с 09:00 возрастает до своего максимального значения 7.75 МГц в 12:00 EEST. После 12:00 EEST  $f_oF2$  в Харькове постепенно убывает до своего предзаходного минимума 6.3 МГц в 20:15 EEST (заход Солнца в Харькове 26.06.2014 – в 20:33 EEST).

После захода Солнца в Харькове, начиная с 20:45 EEST,  $f_oF2$  возрастает до локального максимального значения 7.125 МГц в 22:45 EEST и после этого постепенно убывает.

В Тромсе 26 июня Солнце не заходит на всех высотах и господствует полярный день. Поэтому вариации  $f_oF2$  в Тромсе не связаны с восходом и заходом Солнца. В Тромсе, начиная с 00:45 EEST,  $f_oF2$  возрастает до локального максимального значения 5.77 МГц в 02:45 EEST, потом постепенно убывает до локального минимального значения 5.35 МГц в 08:00 EEST и с 08:15 EEST возрастает до своего максимального значения 6.83 МГц в 12:30 EEST. После этого  $f_oF2$  постепенно убывает до локального минимального значения 5.27 МГц в 18:45 EEST. Начиная с 19:00 EEST,  $f_oF2$  возрастает до локального максимального значения 5.8 МГц в 22:30 EEST и после этого постепенно убывает.

Следует отметить подобный характер вариаций  $f_oF2$  в Харькове и Тромсе в период времени 09:00 – 24:00 EEST.

Значение  $f_oF2$  для Харькова превышает в 07:00 EEST значение  $f_oF2$  для Тромсе на 1.63 МГц (в 1.29 раза), значение  $f_oF2$  в 12:00 EEST – на 1.31 МГц (в 1.2 раза), значение  $f_oF2$  в 20:15 EEST – на 0.71 МГц (в 1.13 раза), а в 22:45 EEST – на 1.465 МГц (в 1.26 раза). Значение  $f_oF2$  в Тромсе превышает значение  $f_oF2$  в Харькове с 02:45 до 04:30 EEST на 0.12 – 0.255 МГц.

Таким образом, в период летнего солнцестояния в Харькове четко наблюдаются предвосходный и предзаходный минимумы  $f_oF2$ . В Харькове, как и в Тромсе, наблюдаются дневной и ночной максимумы  $f_oF2$ .

Вариации критической частоты слоя F2 22 и 28 сентября 2014 г. по данным ионозондов в Тромсе и Харькове показаны на рис. 2 и 3.

Из рис. 2 видно, что 22.09.2014  $f_oF2$  в Харькове больше  $f_oF2$  в Тромсе на временном интервале совместных наблюдений с 06:15 до 24:00 EEST. С 00:00 до 06:00 EEST значения  $f_oF2$  в Тромсе превышают значения  $f_oF2$  в Харькове. В Харькове четко наблюдается предвосходный минимум  $f_oF2$  в 05:15 EEST (восход Солнца в Харькове 22.09.2014 – в 06:23 EEST). После восхода Солнца в Харькове, начиная с 06:30 EEST,  $f_oF2$  быстро возрастает до своего наибольшего значения 9.65 МГц в 11:15 EEST. После этого  $f_oF2$  убывает до своего локального минимума 8.9 МГц в 12:15 EEST, потом возрастает до своего локального максимума 9.3 МГц в 13:30 EEST, убывает до локального минимума 8.025 МГц в 16:15 EEST и снова возрастает до своего предзаходного максимума 8.525 МГц в 17:45 EEST (заход Солнца в Харькове 22.09.2014 – в 18:32 EEST). Начиная с 18:00 EEST  $f_oF2$  постепенно убывает до локального минимального значения 5.65 МГц в 23:15 EEST.

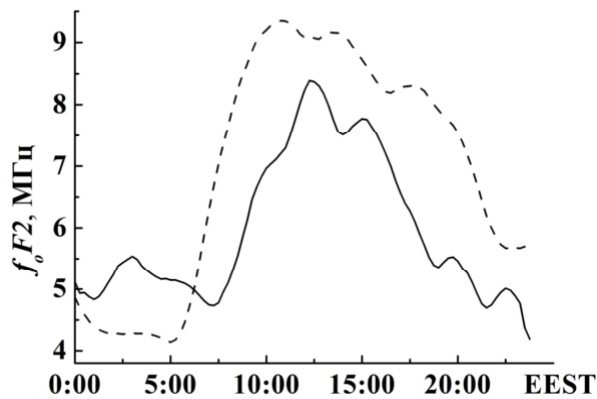


Рис. 2 – Сравнение временного хода  $f_oF2$  по данным ионозондов в Тромсе (сплошная линия) и Харькове (штриховая линия) для 22.09.2014.

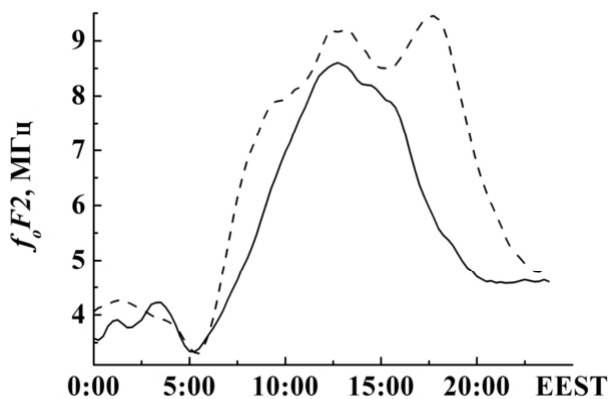


Рис. 3 – Сравнение временного хода  $f_oF2$  по данным ионозондов в Тромсе (сплошная линия) и Харькове (штриховая линия) для 28.09.2014.

Как видно из рис. 2, в Тромсе так же, как и в Харькове, наблюдается предвосходный минимум  $f_oF2$  в 07:15 EEST (восход Солнца в Тромсе 22.09.2014 – в 07:27 EEST). После восхода Солнца в Тромсе, начиная с 07:30 EEST,  $f_oF2$  быстро возрастает до своего максимального значения 8.9 МГц в 12:15 EEST. После этого,  $f_oF2$  убывает до своего локального минимума 7.45 МГц в 14:45 EEST, потом возрастает до своего локального максимума 7.93 МГц в 15:15 EEST, убывает до локального минимума 5.06 МГц в 19:00 EEST и снова возрастает до своего предзаходного максимума 5.84 МГц в 20:15 EEST (заход Солнца в Тромсе 22.09.2014 – в 19:44 EEST).

Из рис. 3 видно, что 28.09.2014  $f_oF2$  в Харькове больше  $f_oF2$  в Тромсе на временных интервалах совместных наблюдений 00:00 – 02:45, 04:15 – 04:45, 06:15 – 24:00 EEST. Только с 03:00 до 04:00 и с 05:00 до 06:00 EEST значения  $f_oF2$  в Тромсе превышают значения  $f_oF2$  в Харькове. В Харькове четко наблюдается предвосходный минимум  $f_oF2$  в 05:45 EEST (восход Солнца в Харькове 28.09.2014 – в 06:31 EEST). После восхода Солнца в Харькове, начиная с 06:45 EEST,  $f_oF2$  быстро возрастает до своего околосолнечного максимального значения 9.4 МГц в 13:00 EEST. После этого  $f_oF2$  убывает до своего

локального минимума 8.6 МГц в 13:45 EEST, потом возрастает до локального максимума 9.1 МГц в 14:15 EEST, убывает до локального минимума 8.35 МГц в 15:45 EEST и снова возрастает до своего предзаходного максимума 9.55 МГц в 17:45 EEST (заход Солнца в Харькове 28.09.2014 – в 18:19 EEST). Начиная с 18:00 EEST  $f_oF2$  быстро убывает до локального минимального значения 4.775 МГц в 23:30 EEST.

В Тромсе так же, как и в Харькове, наблюдается предвосходный минимум  $f_oF2$  в 05:45 EEST (восход Солнца в Тромсе 28.09.2014 – в 07:49 EEST). После восхода Солнца в Тромсе, начиная с 08:00 EEST,  $f_oF2$  быстро возрастает до своего максимального значения 8.78 МГц в 12:30 EEST. После этого  $f_oF2$  убывает до своего локального минимума 7.93 МГц в 14:45 EEST, потом возрастает до своего локального максимума 8.17 МГц в 15:00 EEST. Затем  $f_oF2$  резко убывает до своих ночных значений (см. рис. 3).

Таким образом, в период осеннего равноденствия в Харькове и Тромсе четко наблюдаются предвосходные минимумы  $f_oF2$ , а также предзаходные максимумы  $f_oF2$ .

**Методика оценки параметров волновых процессов в ионосфере.** Для оценки параметров волновых процессов использовались временные зависимости относительных вариаций концентрации электронов  $\delta_N$ , полученные в максимуме F-области ионосферы. Временные зависимости  $\delta_N$  подвергались спектральному анализу с использованием адаптивного преобразования Фурье (АПФ) [4].

**Волновые процессы в период летнего солнцестояния.** Как видно из рис. 4, над Харьковом 26 июня имели место три ярко выраженных волновых процесса. Первое колебание наблюдалось в период времени 01:00 – 09:00 EEST, его относительная амплитуда достигала 0.03, а период  $T$  составил 80 – 120 мин. Второй процесс с относительной амплитудой 0.02 – 0.04 и  $T = 120 – 160$  мин наблюдался в интервале времени 12:00 – 17:00 EEST. Наконец, в интервале времени 18:00 – 23:00 вновь имело место колебание с  $T = 100 – 140$  мин, а его относительная амплитуда достигала 0.05. Как видно из энергограммы, наибольшую энергию имели колебания с  $T = 80 – 120$  мин. Эпизодически возникали также короткопериодные колебания ( $T = 30 – 50$  мин).

Над Тромсе в этот же день имели место колебания с близкими периодами, однако, с существенно меньшей продолжительностью (рис. 5).

Так, например, колебание с периодом  $T = 80 – 120$  мин наблюдалось только в течение 3 часов (01:00 – 04:00 EEST). Его относительная амплитуда составила 0.02 – 0.04. Наибольшую длительность имел волновой процесс с относительной амплитудой 0.04 – 0.06 и  $T = 100 – 140$  мин, наблюдавшийся в интервале времени 17:00 – 21:00 EEST. Энергограмма показывает, что наибольшую энергию имели колебания с периодом  $T = 60 – 100$  мин, который несколько меньше, чем для колебаний над Харьковом. Также видно, что значительную энергию содержали кратковременные квазипериодические вариации с

периодом около 30 мин. Это можно объяснить тем, что авроральная ионосфера даже в магнитоспокойные дни подвержена существенным внешним воздействиям, приводящим к генерации таких колебаний. Хотя, наличие таких колебаний может быть вызвано и погрешностями обработки, которая для ионограмм Dynasonde производится в автоматическом режиме.

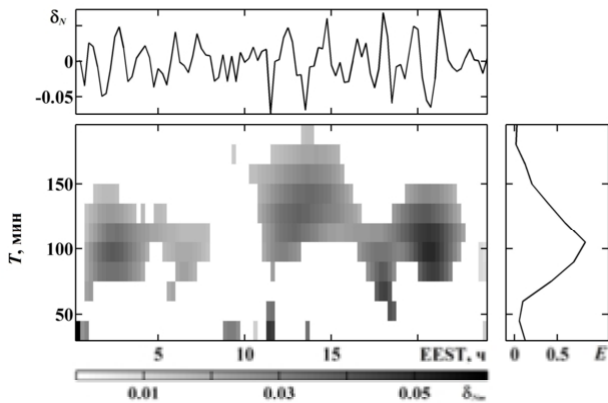


Рис. 4 – Результаты применения к относительным вариациям концентрации электронов (первая панель) над Харьковом АПФ (вторая панель) для 26 июня 2014 г. Здесь и далее справа приведены соответствующие энергограммы [4].

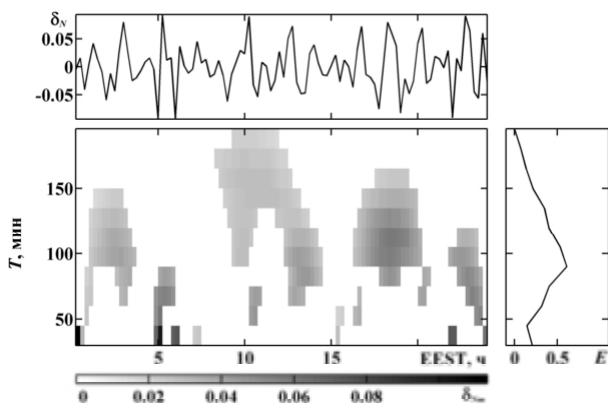


Рис. 5 – То же, что и на рис. 4, над Тромсе.

Таким образом, обнаруженные волновые процессы над Харьковом и Тромсе имеют похожие периоды и наблюдаются в близкие интервалы времени, что указывает на общность источников их генерации.

**Волновые процессы в период осеннего равноденствия.** Поскольку измерительная кампания была продолжительной (ее длительность составила около недели), были обработаны экспериментальные данные, полученные в течение двух суток.

Как видно из рис. 6, 22 сентября 2014 г. над Харьковом имело место одно продолжительное квазипериодическое колебание. Его относительная амплитуда составила 0.02 – 0.04,  $T = 120 – 150$  мин, а длительность – около 6 часов (12:00 – 18:00 EEST). Это подтверждают и энергограмма, максимум на

которой приходится на указанный период колебания. Два других процесса вблизи 06:00 и 22:00 EEST были, скорее всего, аperiodическими, поскольку их спектр охватывал достаточно большой диапазон периодов (60 – 180 мин).

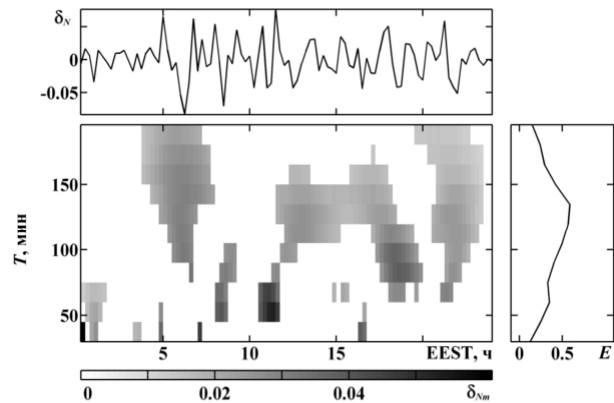


Рис. 6 – Результаты применения к относительным вариациям концентрации электронов (первая панель) над Харьковом АПФ (вторая панель) для 22 сентября 2014 г.

Интересно, что такой же волновой процесс наблюдался в этот же день над Тромсе (рис. 7). Его период  $T = 100 – 130$  мин, относительная амплитуда равнялась 0.05– 0.07, а длительность была несколько больше, чем над Харьковом – около 8 часов (08:00 – 16:00 EEST).

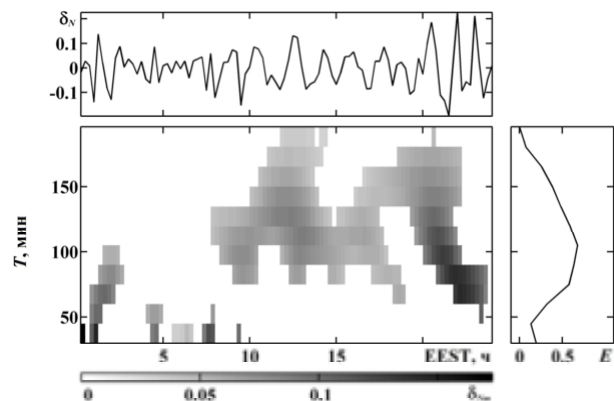


Рис. 7 – То же, что и на рис. 6, над Тромсе.

Учитывая близость характеристик волновых процессов, наблюдавшихся над Харьковом и над Тромсе, можно сказать о едином источнике этого процесса. Кроме того, поскольку над Тромсе он наблюдался на 2 часа раньше, его относительная амплитуда и длительность была больше, а период меньше, чем над Харьковом, скорее всего, имело место распространение перемещающегося ионосферного возмущения с высоких на средние широты. При этом кажущаяся горизонтальная скорость распространения составляет около 330 м/с (расстояние между обсерваториями вблизи Харькова и Тромсе составляет около 2400 км).

Опишем волновые процессы, имевшие место 28

сентября 2014 г. Над Харьковом снова преобладал волновой процесс с  $T = 100 - 120$  мин, относительной амплитудой  $0.04 - 0.07$  и длительностью около 15 часов (рис. 8). Над Тромсе наблюдались два волновых процесса (рис. 9). Первый имел место в интервале времени  $01:00 - 08:00$  EEST. Его относительная амплитуда составляла  $0.1 - 0.15$ , а  $T = 100 - 140$  мин. Второй процесс был менее энергичным, его относительная амплитуда была всего  $0.03 - 0.06$ ,  $T = 80 - 120$  мин, а длительность составила 9 часов ( $13:00 - 22:00$  EEST).

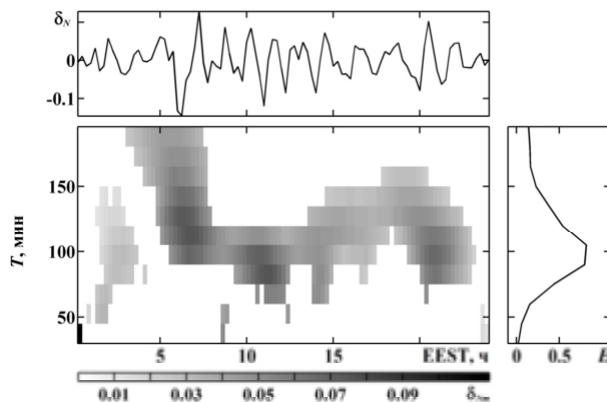


Рис. 8 – Результаты применения к относительным вариациям концентрации электронов (первая панель) над Харьковом АПФ (вторая панель) для 28 сентября 2014 г.

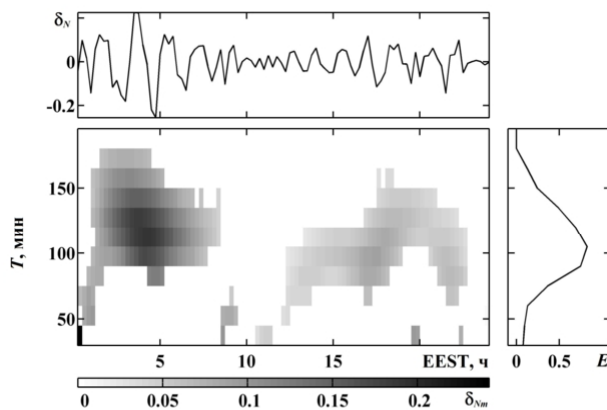


Рис. 9 – То же, что и на рис. 8, над Тромсе.

**Выводы.** Проведен анализ параметров волновых процессов, наблюдавшихся над Харьковом и Тромсе в периоды летнего солнцестояния и осеннего равноденствия.

Во время летнего солнцестояния обнаружены три волновых процесса в ионосфере над Харьковом с периодами  $80 - 160$  мин, длительностями в несколько периодов и относительными амплитудами  $0.03 - 0.05$ .

Над Тромсе в это же время наблюдались квазигармонические колебания с близкими периодами, но длительность их была меньше.

Во время осеннего равноденствия как над Харьковом, так и над Тромсе наблюдались волновые процессы длительностью  $6 - 8$  часов с периодами  $100 - 120$  мин. Над Тромсе этот волновой процесс начался примерно на 2 часа раньше. В предположении, что волна распространялась из авроральной ионосферы в среднеширотную, ее кажущаяся горизонтальная скорость равнялась  $330$  м/с, что соответствует скорости распространения перемещающихся ионосферных возмущений [5, 6].

#### Список литературы

1. Бурмака В. П. Результаты исследования волновых возмущений в ионосфере методом некогерентного рассеяния / В. П. Бурмака, В. И. Таран, Л. Ф. Черногор // Успехи современной радиоэлектроники. – 2005. – № 3. – С. 4 – 35.
2. Барабаш В. В. Модернизация программного обеспечения автоматической станции вертикального зондирования «Базис» / В. В. Барабаш, А. И. Лялюк, Г. М. Тиняков // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: «Радиофизика и ионосфера». – 2015. – № 37 (1146). – С. 50 – 53.
3. Rietveld M. T. The Tromsø Dynasonde / M. T. Rietveld, J. W. Wright, N. Zobotin, M. L. W. Pitteway // Polar Science – 2008. – V. 2, No 1. – P. 55 – 71.
4. Черногор Л. Ф. Современные методы спектрального анализа квазипериодических и волновых процессов в ионосфере: особенности и результаты экспериментов / Л. Ф. Черногор // Геомагнетизм и аэронавигация. – 2008. – Т. 48, № 5. – С. 681 – 702.
5. Hocke K. A review of atmospheric gravity waves and travelling ionospheric disturbances: 1982 – 1995 / K. Hocke, K. Schlegel // Ann. Geophys. – 1996. – V. 14, № 9. – Pp. 917 – 940.
6. Kozlovsky, A. Rapid-run ionosonde observations of traveling ionospheric disturbances in the auroral ionosphere / A. Kozlovsky, T. Turunen, T. Ulich // J. Geophys. Res. – 2013. – V. 118. – Pp. 5265 – 5276.

#### Bibliography (transliterated)

1. Burmaka V. P. Rezul'taty issledovaniya volnovykh vozmushhenij v ionosferey metodom nekogerentnogo rassejanija / V. P. Burmaka, V. I. Taran, L. F. Chernogor // Usp'ehi sovremennoy radioelektroniky. – 2005. – № 3. – С. 4 – 35.
2. Barabash V. V. Modernizatsiya programmnogo obespecheniya avtomaticheskoy stantsiy vertikal'nogo zondirovaniya "Bazis" / V. V. Barabash, A. I. Lyalyuk, G. M. Tinyakov // Vvestnik NTU «KhPI». Seriya: "Radiofizika i ionosfera". – 2015. – № 37 (1146). – С. 50 – 53.
3. Rietveld M. T. The Tromsø Dynasonde / M. T. Rietveld, J. W. Wright, N. Zobotin, M. L. W. Pitteway // Polar Science – 2008. – V. 2, No 1. – P. 55 – 71.
4. Chernogor L. F. Sovremenniye metody spectral'nogo analiza kvaziperiodicheskikh i volnovykh protsessov v ionosferey: osobennosti i rezul'taty eksperimentov / L. F. Chernogor // Geomagnetizm i aeronomija. – 2008. – Т. 48, № 5. – С. 681 – 702.
5. Hocke K. A review of atmospheric gravity waves and travelling ionospheric disturbances: 1982 – 1995 / K. Hocke, K. Schlegel // Ann. Geophys. – 1996. – V. 14, № 9. – Pp. 917 – 940.
6. Kozlovsky, A. Rapid-run ionosonde observations of traveling ionospheric disturbances in the auroral ionosphere / A. Kozlovsky, T. Turunen, T. Ulich // J. Geophys. Res. – 2013. – V. 118. – Pp. 5265 – 5276.

Поступила (received) 31.10.2017

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Сезонные вариации параметров волновых процессов в среднеширотной и авроральной ионосфере по данным ионозондовых наблюдений / Т. Г. Живолуп, С. В. Панасенко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Радіофізика та іоносфера. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 47 (1268). – С. 61 – 66. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2078-9998.

**Сезонні варіації параметрів хвильових процесів в середньо широтній та авроральній іоносфері за даними іонозондових спостережень / Т. Г. Живолуп, С. В. Панасенко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Радіофізика та іоносфера. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 47 (1268). – С. 61 – 66. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2078-9998.

**Seasonal variations in the parameters of wave processes in the midlatitude and auroral ionosphere according to the data of ionosonde observations / T. G. Zhivolup, S. V. Panasenko** // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Radiophysics and ionosphere. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017. – No 47 (1268). – P. 61 – 66. – Bibliogr. 6. – ISSN 2078-9998.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Живолуп Тарас Григорович** – кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник Інституту іоносфери НАН і МОН України, м. Харків; тел.: (057) 706-22-87; e-mail: iion@kpi.kharkov.ua.

**Живолуп Тарас Григорьевич** – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Института ионосферы НАН и МОН Украины, г. Харьков; тел.: (057) 706-22-87; e-mail: iion@kpi.kharkov.ua.

**Zhivolup Taras Grygorovych** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Research scientist of Institute of ionosphere, Kharkiv; phone: (057) 706-22-87; e-mail: iion@kpi.kharkov.ua.

**Панасенко Сергій Валентинович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач відділу Інституту іоносфери НАН і МОН України, м. Харків; тел.: (057) 706-22-87; e-mail: sergii.v.panasenko@gmail.com.

**Панасенко Сергей Валентинович** – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий отделом Института ионосферы НАН и МОН Украины, г. Харьков; тел.: (057) 706-22-87; e-mail: sergii.v.panasenko@gmail.com.

**Panasenko Sergii Valentynovych** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Institute of ionosphere, Kharkiv; phone: (057) 706-22-87; e-mail: sergii.v.panasenko@gmail.com.