

КОСМОФИЗИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ФЛУКТУАЦИЙ СООТНОШЕНИЯ ЧАСТОТ ПУЛЬСА И ДЫХАНИЯ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИКИ

В.В. Иванов, Э.С. Горшков

Санкт-Петербургский Филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН, 199034 Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, д. 1.
e-mail: sl_iva@mail.ru

Исследована динамика отношения частоты пульса к частоте дыхания ЧП/ЧД, регистрируемого у одного человека (в среднем – 7-8 раз в сутки) в период 29.01.2001-26.01.2002 гг. на полярной станции Восток (Антарктида). Диапазон изменения отношения составил 5.0 – 13.5 (среднее значение - 7.0, стандартное отклонение 0.92 или 13% от среднего). Закон распределения показателя близок к нормальному. Суточное распределение показателя носит волновой характер. Достоверно (применительно к доверительному интервалу ДИ95%) проявлены минимумы (2–4, 10–12 и 16–18 час) и максимумы (0–2, 8–10 и 14–16 час). Определена норма отношения ЧП/ЧД, путём сопоставления с аналогичным отношением биохимических показателей, - концентраций тиолов и урочрома, регистрация которых проводилась в это же время. Средний уровень ЧП/ЧД, равный 7 ± 0.5 , может быть условно принят за индивидуальную норму. А нарушения закономерности при выходе ЧП/ЧД за указанные пределы ($ЧП/ЧД < 6.5$ или $ЧП/ЧД > 7.5$) могут (в первом приближении) являться признаком дисфункции или влияния внешнего фактора.

Изменения среднесуточных данных, усредненных (с целью исключения инфраничных 1.66-5 суток и околонеделных ритмов) по 5 точкам методом скользящего среднего, носят колебательный характер (рис. 1). Горизонтальные штрихпунктирные линии определяют условный диапазон индивидуальной нормы показателя.

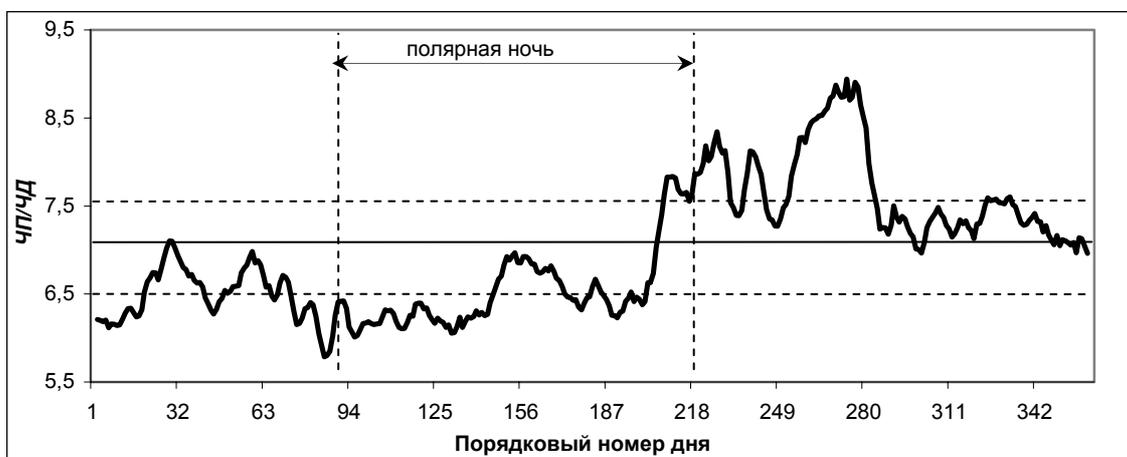


Рис. 1 Среднесуточные флуктуации отношения частоты пульса к частоте дыхания в период 29.01.2001-26.01.2002 гг.: результат усреднения по 5 дням.

Спектральный Фурье-анализ выявил наличие в спектре отношения основных гармоник с периодами 56.89, 51.2, 64.0, 30.12, 39.38, 46.55, 42.67 и 34.13 сут. Можно видеть, что некоторые из периодов весьма близки по своим значениям к периодам:

- вариаций показателей состояния солнечной и геомагнитной активности;
- флуктуаций отношения концентраций тиолов и урочрома;
- вариаций основных неравенств в геоцентрической эклиптической долготе Луны, обусловленных возмущениями от Солнца, а именно – эвекции.

В частности, наблюдаются ритмы 30.12 и 34.13 сут. близкие к периоду эвекции (31.8 сут.). Выявленный во флуктуациях период 64.00 сут. отнесён нами к специфическим. Один из ритмов солнечной и геомагнитной активности 44.0 ± 1.0 суток является во флуктуациях ЧП/ЧД определяющим и проявляется в спектре в виде гармоник с периодами 39.38 и 42.67 сут.

Корреляционная зависимость среднесуточных / усредненных по 5 точкам показателей ЧП/ЧД от ЧП: $r = (-0.35) / (-0.52)$, от ЧД: $r = (-0.85) / (-0.9)$. Зависимость самих составляющих (ЧП и ЧД) – прямая: $r = 0.78 / 0.83$.

Динамика скорости изменения разовых, среднесуточных и средних за неделю значений отношения связана с последовательным (одно- или разнонаправленным) изменением уровней его составляющих (ЧП и ЧД). Применительно к средним за неделю данным:

- показатель скорости имеет положительный знак: рост ЧП – спад ЧД (14 %), одновременный рост (10 %) или одновременный спад ЧП и ЧД (16 %);
- показатель скорости имеет отрицательный знак: спад ЧП – рост ЧД (10 %), одновременный рост (12 %) или одновременный спад ЧП и ЧД (14 %);
- показатель скорости имеет нулевое значение: все сочетания изменения знака ЧП и ЧД (24 %).

Динамика средних за неделю уровней отношения ЧП/ЧД хорошо согласуется с такими сезонными факторами, как смена полярного дня и полярной ночи. На границе, определяющей начало полярной ночи, ЧП/ЧД ~ 6 и имеет минимальное значение. С появлением Солнца над горизонтом и началом полярного дня уровень отношения достигает максимума – порядка 9.

Анализ корреляционных связей среднесуточных флуктуаций ЧП/ЧД с вариациями космофизических факторов электромагнитной (солнечная активность - SA , составляющие межпланетного магнитного поля - $ММП$ и др.) и неэлектромагнитной (уравнение времени - VB , уравнение равноденствий - $УР$, фазы Луны и пр.) природы, а также метеорологическими данными (температура, влажность воздуха и др.), показал наличие корреляции (превышающей по модулю 0.5, $p < 0.05$) между ЧП/ЧД, с одной стороны, и SA ($r = 0.61$), VB ($r = (-0.63)$), температурой ($r = 0.56$) и влажностью воздуха ($r = 0.53$), - с другой. Не исключая возможности некоторого (интегрального) влияния данных факторов на исследуемое отношение, необходимо признать, тем не менее, что не они являются определяющими и требуется иной подход, и поиск новых факторов для объяснения динамики отношения ЧП/ЧД.

Известно [1], что уравнение времени обусловлено двумя причинами и характеризуется двумя составляющими. Если сопоставить 1 составляющую VB и полиномиальный тренд последовательности среднесуточных данных об отношении ЧП/ЧД, то выяснится, что обе кривые находятся почти в противофазе, однако изменения физиологического показателя происходят с отставанием по фазе примерно на месяц от изменений 1 составляющей VB . После сопоставления 2 составляющей VB и нового полиномиального тренда, определённого для отклонения показателя ЧП/ЧД от первого полиномиального тренда, окажется, что обе кривые почти совпадают по фазе. Однако и в этом случае изменение физиологического показателя происходит с отставанием по фазе примерно на месяц от изменения 2 составляющей VB . На рис. 2 (а, б) представлены обе пары кривых: кривые 1-а, б – полиномиальные тренды, кривые 2-а, б – составляющие VB после осуществления сдвига по ходу времени на 29 суток.

Корреляция между кривыми 1-а и 2-а: $-(-0.97)$ (-0.85) – для исходных кривых). Корреляция между кривыми 2-а и 2-б: 0.77 (0.35 – для исходных кривых). Поскольку корреляция между 2 составляющей и уравнением равноденствий (имеющим на интервале анализа практически нулевой тренд.) близка к единице, то это не исключает наличия связи 2 полиномиального тренда отношения ЧП/ЧД (также с отставанием по фазе примерно на месяц) с $УР$.

Проведено сопоставление отклонения показателя ЧП/ЧД от суммы двух полиномиальных трендов и рядом представленных выше факторов. При сопоставлении с SA ($r = 0.24$) оказалось, что корреляция между физиологическим показателем и SA повышалась по мере приближения и наступления полярного дня: для интервала от середины полярной ночи до конца работы коэффициент корреляции составил 0.33, на этапе - окончание полярной ночи – конец работы - 0.52.

Наличие данных о ЧП и ЧД, регистрируемых до (с 1.09.2000 г. по 28.01.2001 г.) и после пребывания зимовщика в Антарктике (с 27.01 по 6.07.2002 г.), позволило провести аналогичный анализ и для этих эпизодов. Отметим, что и на этих интервалах сохраняется значимая прямая связь между ЧП и ЧД ($r = 0.73$ и $r = 0.66$, соответственно). Анализ кривых, характеризующих полиномиальные тренды отношений ЧП/ЧД для двух интервалов и первые составляющие VB (без сдвига по ходу времени) показывает высокую степень обратной корреляции между ними (-0.8) и (-0.86), соответственно.

При сопоставлении отклонений показателя ЧП/ЧД от полиномиальных трендов с SA оказалось, что корреляция между физиологическим показателем и SA на первом интервале (до зимовки) – отрицательная ($r = (-0.24)$), на втором (после зимовки) – положительная ($r = 0.14$). Совместный анализ динамики отклонений ЧП/ЧД и SA на всех исследуемых интервалах показал, что их корреляция носит перемежающийся сезонный характер. Для проверки этого предположения определены уровни корреляции между отклонениями ЧП/ЧД от полиномиальных трендов и SA на каждом двухмесячном интервале с шагом через один месяц. Замечено, что положительным уровням корреляции соответствуют периоды до ($r = 0.57$) и после полярной ночи ($r = 0.73$). При этом второй максимум корреляции приходится на интервал, включающий “первое”, после полярной ночи, появление Солнца над горизонтом. В период полярной ночи имеет место низкий уровень корреляции близкий к нулю. На интервалах регистрации ЧП/ЧД до и после пребывания зимовщика в

Антарктике наблюдается, соответственно, либо снижение уровня корреляции с уменьшением продолжительности дня, либо рост - по мере увеличения продолжительности дня. При этом связь кривой корреляции с уровнем *СА* отсутствует.

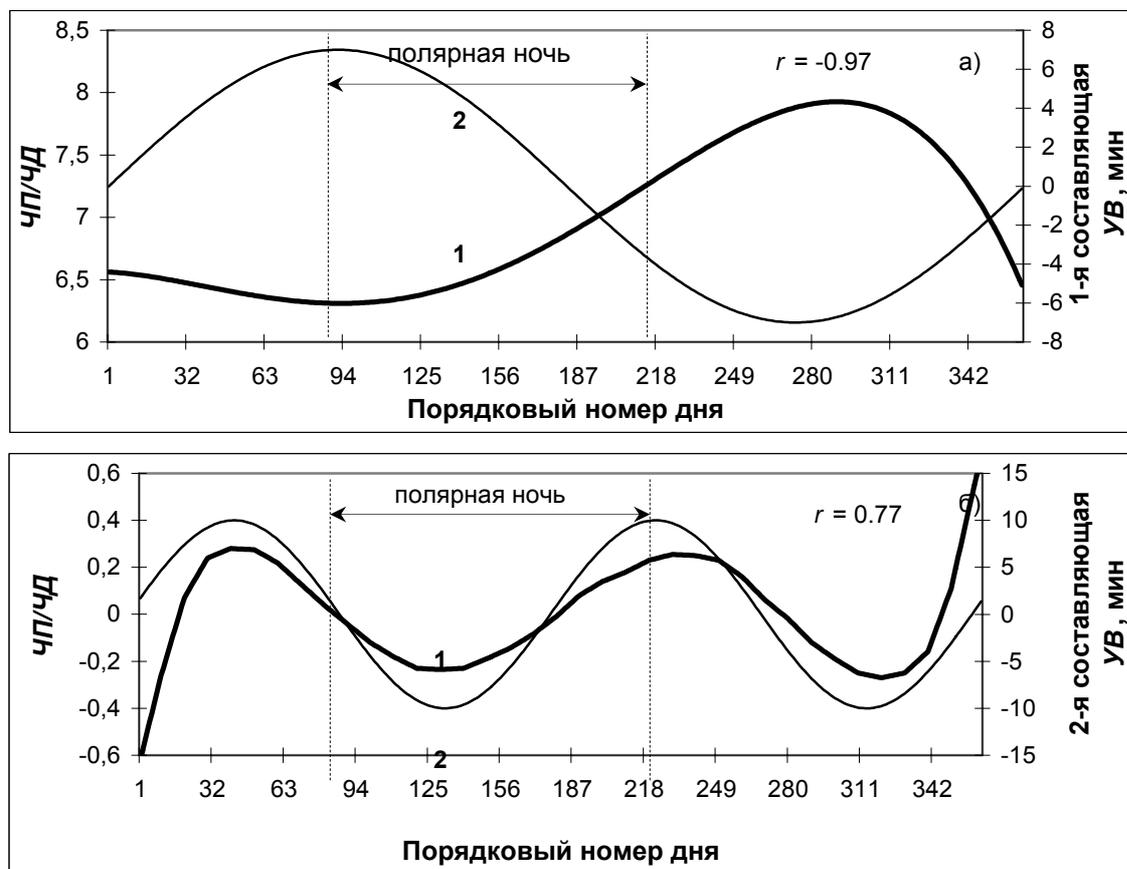


Рис. 2 Сопоставление полиномиальных трендов полученных для среднесуточных флуктуаций ЧП/ЧД и их отклонений (кривые 1-а, 1-б) и 1, 2 составляющих UV (кривые 2-а, 2-б)

Проведено (по аналогии с отношением концентраций тиолов и урохрома в моче C_{Sh}/C_{Ur}) исследование возможного влияния фаз Луны на уровень ЧП/ЧД. Связь флуктуаций ЧП/ЧД с временем пребывания Луны в полнолунии, новолунии, первой и третьей четверти не выявлена. Изменение ЧП/ЧД относительно затмений, – двух солнечных и лунного, хотя и носит более выраженный характер (наличие трёх волновых структур, из которых центральная – включает рассматриваемое явление), но не является достоверным.

Проанализировано изменение ЧП/ЧД в банные дни (более 40). Анализ динамики усреднённого показателя для времени проведения “мероприятия” с 9 до 12 и с 13 до 16 показывает, что в обоих случаях изменение ЧП/ЧД носит выраженный характер, повышение уровня показателя с ~ 7.0 до максимума (7.3 и 7.7, соответственно) наступало после взятия двух проб мочи. Снижение уровня ЧП/ЧД до начального значения происходило примерно через 8 часов после воздействия “теплого” фактора. Выход за уровень нормы (7.5) осуществлялся лишь во втором случае проведения “мероприятия” с 13 до 16 часов.

Таким образом, отношение ЧП/ЧД свидетельствует о существовании связи показателя с влиянием окружающей среды. В частности, с вариациями солнечной активности, с солнечно-лунными явлениями, сменой сезонов года. Появляется возможность объективного и количественного анализа реакции организма на космогеофизические факторы.

Список литературы

1. Иванов А.А. Курс астрономии. Л, М.: Изд. Главсевморпути. 1940. 303 с.