

## ДЛИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ПУЛЬСА. СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ И ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Олеся Исайкина<sup>1</sup>, Юрий Кукса<sup>2</sup>, Игорь Шибяев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГНЦПМ (Государственный научный центр профилактической медицины), Москва, Россия

<sup>2</sup>ЦГЭМИ ИФЗ РАН, Троицк, Россия

<sup>3</sup>ИЗМИРАН, Троицк, Россия

e-mail: ishib@izmiran.ru

**Ключевые слова:** Систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС), частотный спектр

## LONG MONITORING OF ARTERIAL PRESSURE AND PULSE. COMPARISON OF THE DATA OF MONITORING TO METEOROLOGICAL AND GEOPHYSICAL PARAMETERS

Olesya Isajkina<sup>1</sup>, Yuriy Kuksa<sup>2</sup>, Igor Shibaev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SRCPM (the State research centre of preventive medicine), Moscow, Russia

<sup>2</sup>GEMRC IPE RAS, Troitsk, Russia

<sup>3</sup>IZMIRAN, Troitsk, Russia

e-mail: ishib@izmiran.ru

**Keywords:** Systolic arterial pressure (SAP), diastolic arterial pressure (DAP), pulse, frequency spectrum

**Abstract:** In the given work long supervision are analyzed Systolic arterial pressure (SAP), Diastolic arterial pressure (DAP) and Pulse: heartbeats per minute (HPM) taken from a diary self-checking of the patient with hypertonic disease, on a background of reception pharmacologic preparations. The pharmacologic preparation was accepted once a day in the morning. Measurements were carried out from 1997 March, 25, till April, 02 2010 (only 4758 days) twice per day: in the morning, before reception of a preparation, and in the evening. Morning and evening data the SAP, DAP and HPM are analyzed separately and their estimations are compared to results of the analysis of daily data atmospheric pressure (AP). Except for comparison of statistical characteristics of data the spectral harmonic with the period in 7 days is in detail analyzed, typical for evening data and its modulation. In morning data follows to note display "lunar" components with the period ~27.35 days. Also comparison of researched data to daily series Wolf's numbers is carried out, in which the harmonic with the period in 26.6 days is obviously allocated.

### Введение

В данной работе анализируются длительные наблюдения систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), взятых из дневника самоконтроля пациента с гипертоническим заболеванием, на фоне приема гипотензивных препаратов. Гипотензивный препарат принимался один раз в сутки утром. Измерения проводились с 25 марта 1997 г. по 02 апреля 2010 г. (всего 4758 дня) дважды в сутки: утром, до приема препарата, и вечером. Утренние и вечерние ряды САД, ДАД и ЧСС анализируются отдельно и их оценки сопоставлены с результатами анализа ежедневного ряда атмосферного давления (Н). Кроме сравнения статистических характеристик рядов подробно анализируется спектральная гармоника с периодом в 7 дней, типичная для вечерних рядов, и её модуляция. В утренних рядах следует отметить проявление "лунной" компоненты с периодом ~27.35 дня. Также проведено сопоставление исследуемых рядов с суточными числами Вольфа, в которых явно выделяется

гармоника с периодом в 26.6 суток. Значения САД, ДАД и атмосферного давления фиксировались в миллиметрах ртутного столба, пульс – в количестве ударов в минуту.

### Медицинские аспекты самоконтроля артериального давления (АД)

Артериальная гипертония (АГ) является широко распространенным заболеванием, которое может быть причиной тяжелых сердечнососудистых осложнений и смертности больных вследствие недостаточного контроля АД. Клиническое определение АД по методу Короткова является основным методом диагностики АГ и оценки эффективности антигипертензивной терапии. Самостоятельный контроль артериального давления (СКАД) дома очень полезен - он позволяет врачу точнее оценить истинный уровень артериального давления и правильно назначить антигипертензивные препараты для длительного лечения пациентов с гипертонией. СКАД важен, потому что дает информацию об уровне артериального давления за длительные отрезки времени, во время которых пациент не посещает врача и находится в привычной для него обстановке. Получено большое количество данных относительно положительного влияния использования СКАД на повышение приверженности больных АГ к лечению, что, в конечном счете, повышает эффективность длительной антигипертензивной терапии. Использование СКАД пациентом дает возможность активного его участия в лечении АГ, формирования мотивации и повышения приверженности к лечению, что является неотъемлемой частью осуществления программ по первичной и вторичной профилактике сердечнососудистых и цереброваскулярных осложнений.

Цель СКАД: определить роль различных факторов на уровень АД и ЧСС у больного АГ при долгосрочном наблюдении с применением метода самоконтроля АД и суточного мониторинга АД. Задачи: 1) изучить роль разных вариантов лечения АГ; 2) оценить влияние различных факторов (физической нагрузки, стрессовых ситуаций) на уровни АД и ЧСС; 3) сопоставить данные СКАД с метеорологическими (атмосферное давление) и геофизическими (Луна) параметрами.

### Общие оценки рядов самоконтроля

Статистические оценки утренних и вечерних рядов и атмосферного давления представлены в Таблице 1., где приведены среднее, корень из дисперсии, эксцесс (коэффициент Куртосиса -- kurtosis) и асимметрия (skewness) для рассматриваемых рядов.

Таблица 1.

	mean	$\sigma^{1/2}$	kurtosis	skewness	
	58.21	4.63	3.89	0.57	утро
ЧСС	62.02	6.47	3.20	0.43	вечер
	125.95	8.59	4.52	0.62	утро
САД	123.10	10.15	3.60	0.35	вечер
	82.12	4.91	4.15	0.68	утро
ДАД	80.02	5.83	3.54	0.14	вечер
Н	746.23	8.30	3.56	-- 0.158	

Для пульса и АД относительный разброс (отношение корня из дисперсии к среднему) находится в диапазоне [6.0 -- 10.4] % , этот параметр у атмосферного давления равен 1.1% . Важно подчеркнуть положительность асимметрии распределений САД, ДАД и ЧСС в отличие от отрицательной асимметрии распределения Н.

Приведем сравнение утренних и вечерних рядов. Соответствующие коэффициенты корреляции утро-вечер для ЧСС, САД, ДАД равны соответственно 0.34, 0.32, 0.41. Малые значения коэффициентов говорят о значительном влиянии факторов длительностью несколько дней. Из аналогичного анализа рядов среднемесячных значений ЧСС, САД, ДАД получаем следующие коэффициенты корреляции - 0.86, 0.86, 0.84. Ниже рассмотрено сезонное поведение ЧСС. Коэффициент корреляции утро-вечер для него равен 0.89. Можно говорить об устойчивом физическом функционировании организма пациента на временных интервалах в несколько недель и более.

Наглядную оценку САД, ДАД и ЧСС дают гистограммы (Рис.1.). На гистограммы наложены графики нормальных распределений, соответствующие параметрам этих рядов. Видно хорошее соответствие этого распределения с реальными данными, несмотря на различную степень локальной гладкости.

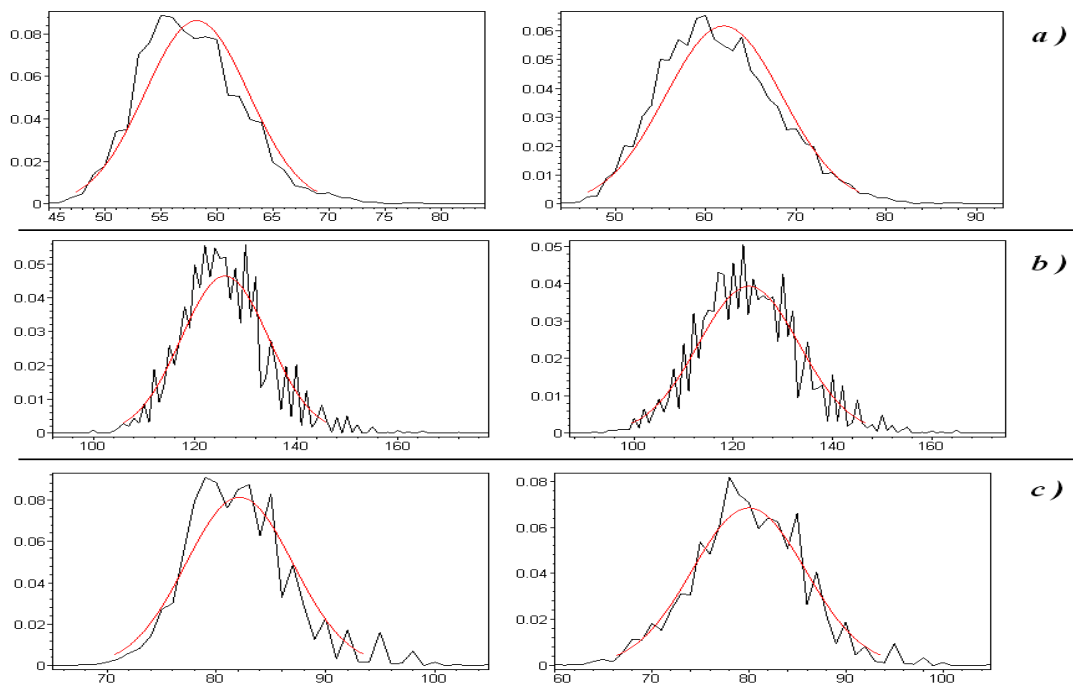


Рис. 1. ГИСТОГРАММЫ : а) ЧСС ; б) САД ; в) ДАД. Левая колонка -- утро ; правая колонка -- вечер

### Недельная и полунедельная гармоника

Существенные отличия в характеристиках утренних и вечерних рядов прослеживаются в различных спектральных компонентах. На Рис. 2. представлена окрестность недельной компоненты и обращает внимание её отсутствие в утренних рядах (Рис.2а,2с - сплошная линия) пульса и ДАД. В вечерних рядах семидневная компонента явно выделяется, а у пульса ещё и модулируется с периодом ~ 3 года (Рис. 2а., прерывистая линия). В целом у недельных компонент вечерние амплитуды превосходят утренние. У полунедельных спектральных компонент ситуация похожая, но отношение утренних и вечерних амплитуд иное (Рис. 3.).

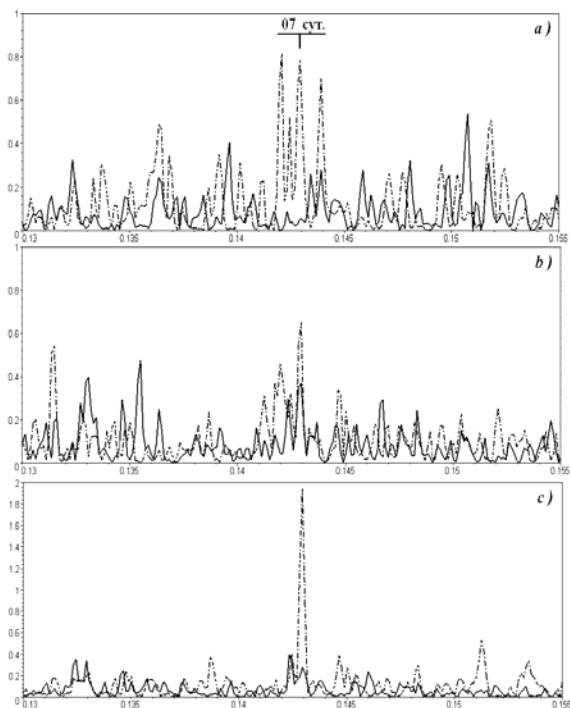


Рис. 2. СПЕКТР, окрестность 7 - дневки. а) ЧСС ; б) САД ; в) ДАД . \_\_\_\_\_ - утро ; \_\_\_\_\_ - вечер.  
27-- дневка

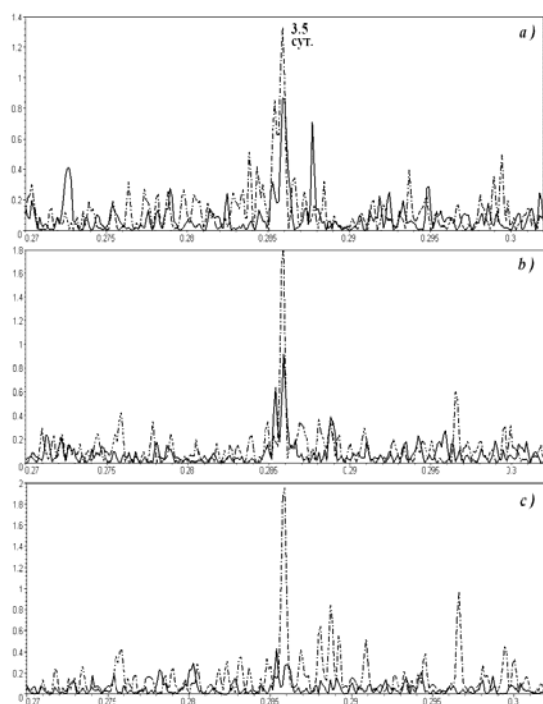


Рис. 3. СПЕКТР, окрестность 3.5 - дневки. а) ЧСС ; б) САД ; в) ДАД . \_\_\_\_\_ - утро ; \_\_\_\_\_ - вечер.

Интересен анализ спектров окрестности 27-дневки для пульса, САД и ДАД (Рис.4a,b,c) и, соответствующее сравнение, с ежедневными числами Вольфа (Рис. 4d). Теперь явно преобладает утренняя компонента пульса с периодом  $T = 27.35$  суток. Основная гармоника чисел Вольфа соответствует периоду в 26.6 суток. К этому следует добавить, что тройной "лунный" период  $3 \cdot T = 81.9$  суток четко выделяется в пульсе и атмосферном давлении (Рис. 5.).

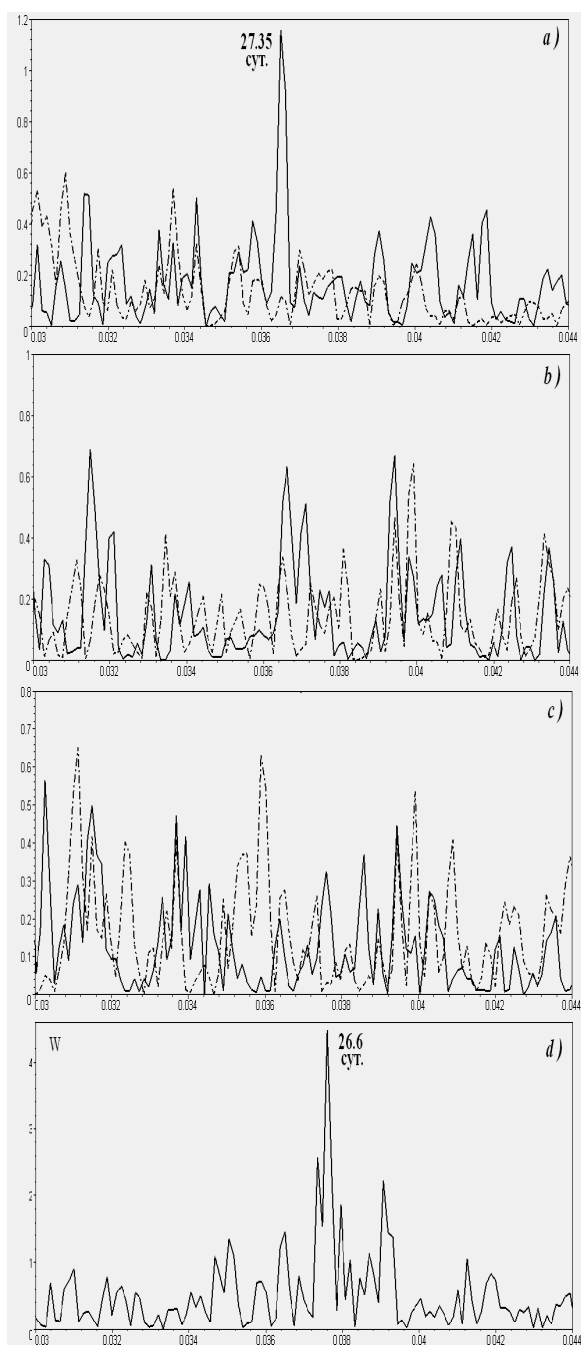


Рис. 4. СПЕКТР, окрестность 27 - дневки.  
 а) ЧСС ; б) САД ; в) ДАД ; д) W-daily.  
 ———- утро ; - - - - - вечер.

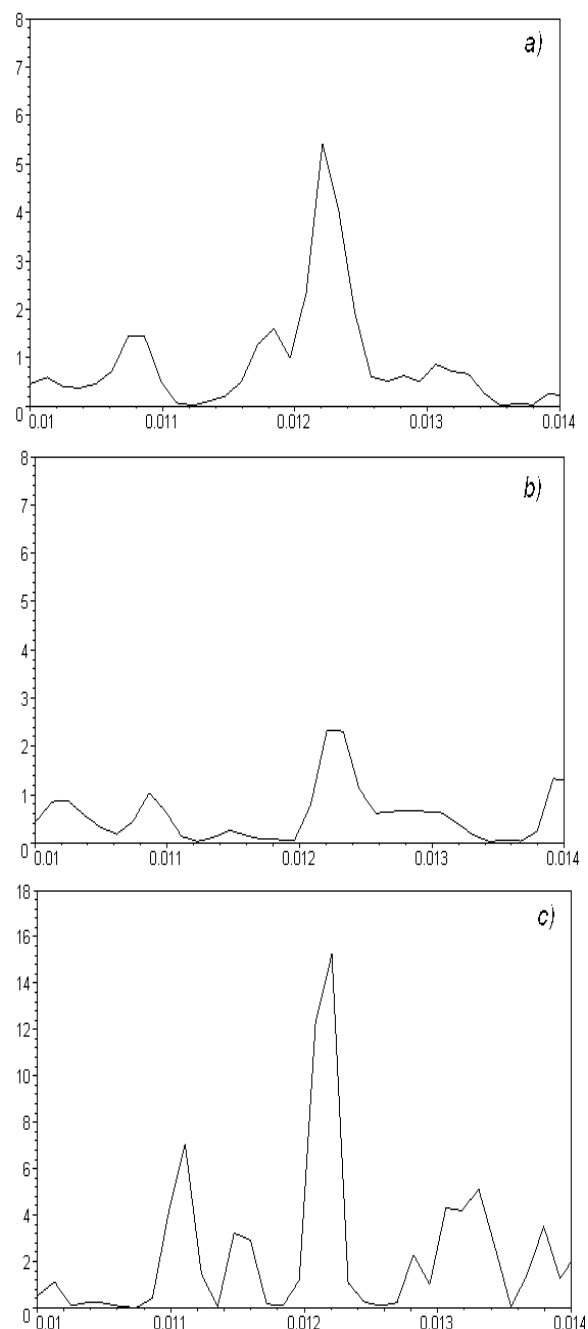


Рис. 5. СПЕКТР, окрестность 81.9 - дневки.  
 а) ЧСС -- утро ; б) ЧСС -- вечер ; в) Н.

### Среднемесячные характеристики ЧСС и сезонные вариации

В Таблице 2. приведены среднемесячные значения пульса за весь период наблюдений. Верхние значения, для каждого года и месяца, соответствуют утренним данным, нижние – вечерним. В последней колонке даны средние, утренние и вечерние, за год (жирный курсив).

Таблица 2. Среднемесячные значения ЧСС

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1997				54.4	59.8	58.1	63.5	62.2	62.7	63.9	60.9	59.2	
				57.6	61.9	58.8	63.2	65.4	65.1	65.1	60.6	59.9	
1998	56.2	57.0	55.3	56.0	59.3	57.9	57.0	58.0	57.3	53.1	52.9	55.8	<b>56.3</b>
	58.3	62.0	60.2	58.3	60.6	62.4	60.5	64.3	60.5	56.8	59.3	58.4	<b>60.1</b>
1999	56.6	57.3	55.0	57.1	58.9	56.5	56.9	56.2	55.7	57.2	57.0	54.7	<b>56.6</b>
	60.2	60.1	58.6	60.4	60.5	61.0	60.0	60.6	58.7	58.7	57.7	57.5	<b>59.5</b>
2000	56.4	57.1	57.2	56.8	57.8	62.2	58.9	59.6	60.4	58.3	57.4	56.4	<b>58.2</b>
	60.0	61.9	57.5	60.7	61.3	65.5	63.2	63.2	63.9	60.1	59.2	58.6	<b>61.3</b>
2001	56.7	57.2	58.0	59.1	58.4	57.4	56.4	60.5	57.4	57.6	59.0	58.5	<b>58.0</b>
	61.2	61.6	61.1	62.4	63.2	61.2	61.1	64.7	61.0	60.3	62.3	60.8	<b>61.7</b>
2002	55.8	57.5	57.9	58.6	59.1	57.0	59.7	59.8	59.9	56.9	57.7	59.7	<b>58.3</b>
	60.0	60.3	60.7	60.2	61.0	62.2	63.0	63.4	63.4	59.0	60.3	62.2	<b>61.3</b>
2003	57.7	55.9	57.5	55.9	54.1	61.2	57.0	60.8	53.4	54.1	56.2	57.7	<b>56.8</b>
	60.5	60.7	59.4	57.6	56.2	58.9	54.3	62.9	55.6	57.5	57.0	58.2	<b>58.2</b>
2004	56.4	56.5	55.5	56.5	56.4	57.0	55.6	56.5	58.8	54.4	53.1	53.5	<b>55.9</b>
	59.6	58.3	56.9	59.5	59.9	60.6	59.3	63.4	62.9	57.8	56.1	57.6	<b>59.3</b>
2005	53.5	51.9	53.5	53.2	57.2	57.5	57.8	55.5	57.6	56.7	57.3	56.7	<b>55.7</b>
	57.6	55.9	57.5	56.3	62.1	62.6	61.3	57.7	60.8	61.2	62.0	63.1	<b>59.8</b>
2006	58.6	59.8	57.6	57.6	60.4	61.2	61.3	60.8	63.1	60.6	57.5	67.2	<b>60.5</b>
	64.8	68.9	65.3	64.3	66.3	68.0	65.5	65.1	67.0	62.7	61.0	72.1	<b>65.9</b>
2007	66.6	57.0	57.5	56.9	59.0	58.8	57.9	58.9	57.4	56.0	56.6	56.1	<b>58.2</b>
	70.2	63.4	61.3	60.8	65.2	64.2	61.5	63.0	61.3	60.4	61.4	59.9	<b>62.7</b>
2008	57.1	56.2	54.0	57.5	61.2	63.8	65.0	64.9	63.2	63.7	62.4	63.0	<b>61.0</b>
	62.1	61.0	56.1	63.3	66.9	72.0	71.6	70.1	70.1	70.3	69.2	70.9	<b>67.0</b>
2009	61.7	58.5	61.6	62.3	62.9	61.2	60.3	62.3	63.4	62.4	62.4	60.9	<b>61.7</b>
	66.4	69.1	67.1	71.1	71.6	66.9	64.0	66.2	67.3	67.9	68.4	67.2	<b>67.8</b>
2010	55.4	55.5	56.8										
	60.7	58.7	61.2										

У пациента вообще пониженный пульс, что характерно для людей занимающихся спортом. Наименьшие утренние значения пульса в 2004 и 2005 годах связаны с приемом препарата беталок, который имеет свойство накапливаться в организме и понижать пульс. Сезонное (среднее по годам для каждого месяца) поведение ЧСС и корня из дисперсии ЧСС дано на Рис. 6(a,b), где нижние кривые соответствуют утренним данным. Пониженное значение пульса с ноября по апрель соответствует более спокойному ритму жизни в этот период.

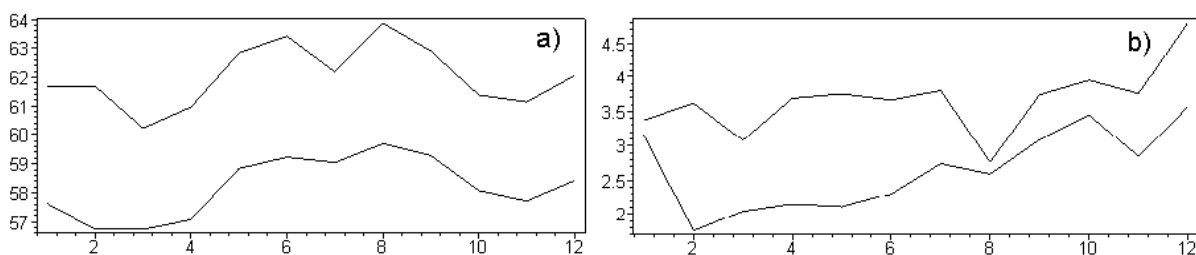


Рис. 6. Сезонное поведение ЧСС (а) и корня из дисперсии ЧСС (b). Верхние кривые – вечерние данные

### Краткие выводы

У вечерних рядов САД, ДАД и ЧСС и атмосферного давления эксцесс сравним. Ассиметрия утренних рядов может значительно превосходить ассиметрию вечерних массивов. Это все говорит о более устойчивом функционировании организма к вечеру и достаточно быстрой его релаксации от ритмических нагрузок, что подчеркивается отсутствием "недельной" и присутствием "лунной" компонент в утренних рядах. На временных интервалах в несколько недель и более проявляется более устойчивое функционирование организма. Авторы считают разумным провести в дальнейшем подробное сопоставление рядов САД, ДАД и ЧСС не только с фоновыми данными, но и лунными параметрами.