

## Исследование влияния состояния космической погоды на показатели артериального давления

М.И. Рябов<sup>1</sup>, Л.И. Гугля<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одесская обсерватория Радиоастрономического института НАН Украины

<sup>2</sup>Кафедра астрономии физического факультета Одесского национального университета

*В период с ноября 2004 по ноябрь 2005 года проводились ежедневные измерения артериального давления (АД) для двух испытуемых различного возраста. На основе этих данных построены множественные корреляционные модели зависимости показаний АД от параметров космической погоды. В число параметров космической погоды включались ежедневные данные о числах Вольфа (W), ультрафиолетовом потоке Солнца (F10), значения планетарного геомагнитного индекса (Ap). В число независимых параметров множественной корреляционной модели включались также данные о влиянии лунно-солнечных приливов. В качестве параметров, определяющих их воздействие, использовались данные о лунных фазах (F) и расстояниях между Луной и Землей (по величине наблюдаемого диаметра Луны - D). Учитывалась также среднесуточная величина атмосферного давления — P. Структура данных АД показывает наличие периодических изменений, связанных с лунно-солнечными приливами. Расчеты множественных корреляционных моделей проводились по различным сочетаниям указанных выше параметров и на временном интервале в лунный месяц. Значения множественного коэффициента корреляции для различных моделей менялись в интервале 0.9–0.7. Наибольший вклад в величину множественного коэффициента корреляции дает величина лунно-солнечного прилива.*

*ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТАНУ КОСМІЧНОЇ ПОГОДИ НА ПОКАЗНИКИ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ, Рябов М.І., Гугля Л.І. — У період з листопада 2004 по листопад 2005 року проводилися щоденні виміри артеріального тиску (АТ) для двох випробуваних різного віку. На основі цих даних побудовано множинні кореляційні моделі залежності показань АТ від параметрів космічної погоди. До числа параметрів космічної погоди включалися щоденні дані про числа Вольфа (W), ультрафіолетовий потік Сонця (F10), значення планетарного геомагнітного індексу (Ap). До числа незалежних параметрів множинної кореляційної моделі включалися також дані про вплив місячно-сонячних припливів. Як параметри, що визначали їхній вплив, використовувалися дані про місячні фази (F) та відстані між Місяцем і Землею (по величині спостережуваного діаметра Місяця — D). Враховувалася також середньодобова величина атмосферного тиску — P. Структура даних АТ показує наявність періодичних змін, пов'язаних з місячно-сонячними приливами. Розрахунки множинних кореляційних моделей проводилися по різних сполученнях зазначених вище параметрів та на часовому інтервалі в місячний місяць. Значення множинного коефіцієнта кореляції для різних моделей мінюлися в інтервалі 0.9–0.7. Найбільший внесок у величину множинного коефіцієнта кореляції дає величина місячно-сонячного припливу.*

*INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SPACE WEATHER ON THE INDEX OF ARTERIAL PRESSURE, by Ryabov M.I., Guglya L.I. — During the period from November 2004 till November, 2005 daily measurements of arterial pressure (AP) for two examinees of different age were carried out. On the basis of these data plural correlation models of dependence of the AP indications from parameters of space weather are constructed. The number of parameters of space weather joined daily data about Wolf numbers (W), a ultra-violet flux of the Sun (F10), planetary geomagnetic index (Ap). The number of independent parameters of plural correlation model also included data about influence of moon-solar tides. As parameters determining their influence data about lunar phases (F) and about distances between the Moon and the Earth (on size of observable diameter of the Moon — D) were used. The daily average size of atmospheric pressure was also considered — P. The AP structure data shows the presence of periodic changes connected with moon-solar tides. Calculations of multiple correlation models were carried out on various combinations of parameters specified above and on a time interval the lunar month. Coefficient of multiple factor of correlation for different models varied in an interval 0.9–0.7. The greatest contribution to size of plural factor of correlation gives the size of moon-solar tides.*

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Космическая погода представляет собой комплекс явлений в космическом пространстве, которые оказывают воздействие на все «оболочки» Земли (атмосферу, ионосферу, магнитосферу, гидросферу, биосферу и всю поверхность нашей планеты) [1-3]. Однако представление о «космической погоде» как о преимущественном влиянии солнечной и геомагнитной активности является неполным. К числу наиболее важных факторов космической погоды относится также и приливное воздействие Солнца и Луны. Лунно-солнечные гравитационные и термические приливы даже более регулярным образом воздействуют на указанные выше «оболочки» Земли, чем солнечная и геомагнитная активность [4]. Организм человека за тысячелетия своего существования выработал определенные механизмы адаптации к воздействиям космической погоды. С другой стороны природные ритмы определяют и ритмы

**Таблица 1.** Основные периоды изменений показаний АД.

Испытуемый 1 (Утро)		Испытуемый 2 (Утро)		Испытуемый 2 (Вечер)	
Период	Спектр. плотность	Период	Спектр. плотность	Период	Спектр. плотность
354,0000	164,66	166,0000	428,032	110,6667	301,457
118,0000	190,71	36,8889	1112,037	41,5000	466,708
39,3333	130,50	33,2000	4293,713	30,1818	8355,881
29,5000	11094,38	30,1818	9367,139	27,6667	8151,435
27,2308	6108,78	27,6667	9580,865	25,5385	4708,789
23,6000	140,22	25,5385	5437,323	23,7143	2168,113
14,7500	507,22	23,7143	2518,158	22,1333	1181,995
9,8333	502,79	20,7500	913,976	20,7500	804,613
7,8667	137,63	18,4444	516,229	19,5294	481,955
2,4082	161,10	15,8095	453,373	12,7692	167,759

**Таблица 2.** Результаты расчета моделей множественной корреляции (испытуемый 1 – утро)

Период	R, max	Φ, max	D, max	P, max	FI, max	R10, max	W, max	Ar, max
1. (12.11–12.12.04 )	0,8764	0,7311	-0,8110	0,6419	-0,4064	0,2725	0,3380	-0,1259
2. (12.12.04–10.01.05)	0,7669	0,7342	-0,7625	-0,0105	-0,4081	0,4384	0,3456	0,3782
3. (10.01–9.02.05)	0,9424	0,8709	-0,8338	0,2501	0,3489	-0,5924	0,2866	-0,3247
4. (9.02–10.03.05)	0,9196	0,7446	-0,6432	0,2541	-0,0980	-0,8963	0,0427	-0,0233
5. (10.03–08.04.05)	0,7658	0,7206	0,0974	0,2631	0,4385	-0,7145	-0,3467	-0,0733
6. (8.04–8.05.05)	0,8632	0,8415	0,3269	0,1773	0,1303	-0,2189	-0,1964	-0,2013
7. (8.05–7.06.05)	0,7546	0,6920	0,3264	-0,2131	0,1418	-0,7267	-0,5760	-0,2130
8. (7.06–6.07.05)	0,8050	0,7858	0,7966	-0,3238	0,1162	-0,6750	-0,5936	-0,2892
9. (6.07–5.08.05)	0,7150	0,6478	0,6868	-0,2361	0,4000	-0,4716	-0,5277	0,2589
10. (5.08–3.09.05)	0,8240	0,7842	0,7845	0,1791	0,1175	0,2762	0,1859	-0,0673
11. (3.09–3.10.05)	0,7624	0,6715	0,5500	-0,5460	0,4579	0,5500	0,0589	-0,4108
12. (3.10–2.11.05)	0,8567	0,7929	0,0597	-0,4753	0,3051	-0,5782	-0,2978	-0,0744

жизнедеятельности человека [2–3].

Одним из важных показателей реакции организма человека на изменяющиеся внешние условия является артериальное давление (АД).

Целью данной работы стало определение зависимости показателей АД от изменения состояния космической погоды.

## 2. ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Для выявления влияния состояния космической погоды на показания АД были проанализированы данные ежедневных измерений артериального давления у двух испытуемых (1-ый в возрасте 16 лет, 2-ой в возрасте 36 лет) . Измерение артериального давления проводилось в течение одного года ежедневно утром в 7 часов и вечером в 21 час в период с ноября 2004 г. до ноября 2005 г. В работе использовались данные о факторах определяющих состояние космической погоды в указанный период которые включали: приливное влияние Луны и Солнца (фаза Луны, угловой размер Луны), солнечной и геомагнитной активности (УФ поток Солнца, числа Вольфа, вспышечный индекс, Ар индекс) и погодных показателей (атмосферное давление).

Данных измерений артериального давления за весь период измерений, для двух испытуемых представлены в рис. 1–3. На рисунках показаны нормированные к своему максимальному значению показатели АД и фазы Луны. Из рисунков видно, что вариации изменений АД показывает наличие максимумов вблизи полнолуния и минимумов вблизи новолуния. Для определения основных периодов переменности была применена программа Statistica 7.

## 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ АД

Можно заметить определенные различия в ходе изменения данных в период каждого лунного месяца. В связи с этим при расчетах моделей множественной корреляции рассматривался каждый лунный месяц отдельно (рис. 4–5).

С помощью пакета Statistica-7 [6], был осуществлен поиск периодов в ряде значений артериального давления у двух испытуемых (табл. 1).

**Таблица 3.** Результаты расчета моделей множественной корреляции. (2-ой испытуемый – утро)

Период	R, max	Φ, max	D, max	P, max	FI, max	R10, max	W, max	Ap, max
1. (12.11–12.12.04 )	0,6999	0,5432	-0,5723	0,4755	-0,1764	-0,3597	-0,0755	-0,0643
2. (12.12.04–10.01.05)	0,6373	0,4997	-0,5570	0,0176	-0,3539	0,2482	-0,1708	0,4755
3. (10.01–8.02.05)	0,915	0,7624	-0,7156	-0,6248	0,0461	-0,4936	0,1086	-0,0390
4. (8.02–10.03.05)	0,7551	0,7422	-0,6459	0,2100	-0,3003	-0,5124	0,1178	0,0745
5. (10.03–08.04.05)	0,7958	0,6723	0,2438	-0,3354	0,4726	-0,7437	-0,3760	0,2540
6. (8.04–8.05.05)	0,8527	0,8165	0,3957	0,1388	0,1178	-0,1107	-0,3837	-0,3292
7. (8.05–8.06.05)	0,9377	0,8833	0,8249	-0,4431	0,3645	-0,7252	-0,7698	-0,4350
8. ( 8.06–11.07.05)	0,6613	0,5766	0,3260	-0,3473	0,3540	-0,4957	-0,4143	-0,0361
9. (11.07–14.08.05)	0,8027	0,7454	0,7935	-0,4079	0,2585	0,4582	-0,5987	0,1173
10. (14.08–3.09.05)	0,8346	0,6759	-0,6075	0,3840	-0,1209	0,7247	0,6636	-0,2894
11. ( 3.09–3.10.05)	0,7442	0,4927	0,3310	-0,4394	0,5809	-0,1012	-0,1251	-0,4521
12. (3.10–1.11.05)	0,7598	0,4349	-0,5499	-0,4294	0,3461	-0,6481	0,2856	-0,4835

**Таблица 4.** Результаты расчета моделей множественной корреляции (2-ой испытуемый - вечер)

Период	R, max	Φ, max	D, max	P, max	FI, max	R10, max	W, max	Ap, max
1. (12.11–12.12.04 )	0,7821	0,7439	-0,6567	0,3695	0,0787	0,6092	0,1232	0,1765
2. (12.12.04–10.01.05)	0,8451	0,8184	-0,8369	-0,0537	-0,4343	0,5075	-0,4495	0,4828
3. (10.01–8.02.05)	0,9051	0,8513	0,8223	-0,4338	0,1094	-0,5596	-0,1222	0,3874
4. (8.02–10.03.05)	0,8942	0,8384	-0,7575	0,1979	-0,0188	-0,8150	-0,6586	-0,0526
5. (10.03–08.04.05)	0,8851	0,8370	-0,3033	-0,3223	0,5274	-0,8361	-0,5453	0,3095
6. (8.04–8.05.05)	0,8918	0,8567	0,6045	0,3144	0,2197	-0,0780	-0,4785	-0,2421
7. (8.05–8.06.05)	0,9212	0,8693	0,7760	-0,3929	0,2976	-0,6830	-0,6985	-0,5485
8. ( 8.06–11.07.05)	0,7337	0,6491	0,3661	-0,4166	0,3382	-0,4428	-0,4123	-0,1449
9. (11.07–14.08.05)	0,8163	0,7304	0,7943	-0,4583	0,2593	0,4693	-0,4211	-0,2501
10. (14.08–3.09.05)	0,9322	0,7576	-0,6776	0,4103	-0,1196	0,8921	0,5387	0,3001
11. ( 3.09–3.10.05)	0,8399	0,4346	0,4125	-0,4943	0,7332	-0,1149	-0,3794	-0,5093
12. (3.10–1.11.05)	0,9124	0,8908	-0,8479	-0,4266	0,3479	-0,5392	0,3209	-0,2561

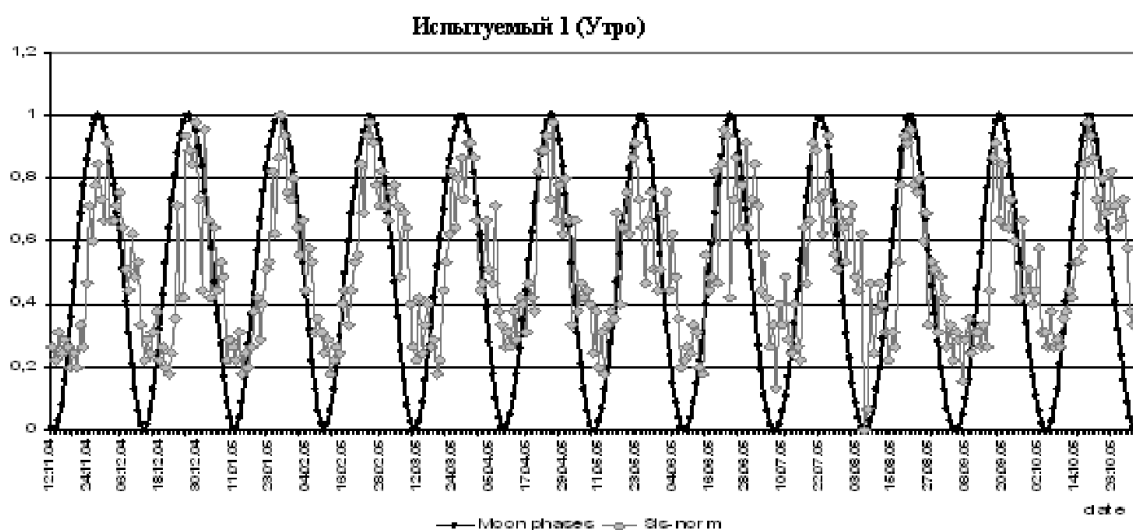
По данным приведенным в табл. 1 каждому испытуемому найдены основные преобладающие периоды (в сутках):

Испытуемый №1 (утро) – 29,50; 27,23

Испытуемый №2 (утро) – 30,18; 27,67

Испытуемый №2 (вечер) – 30,18; 27,66

В целом эти периоды соответствуют фазе лунного цикла, которые определяются совместным



**Рис. 1.** Изменение нормированных величин АД и лунных фаз (1-ый испытуемый – утро)

приливным влиянием Луны и Солнца на Землю и изменение расстояния между Землей и Луной.

Известно, что период полной смены фаз Луны — 29,531 суток, сидерический период — период обращения вокруг Земли — 27,321 суток, аномалистический месяц (возвращение Луны к перигею) — 27,5546 суток и драконический период (возвращение к узлу орбиты) — 27,2122 суток [4]. Определенный вклад на показания АД могут оказывать и изменения параметров лунной орбиты.

Кроме того, как видно на рис. 4 при совпадении времени полнолуний и нахождения Луны в перигее орбиты на этот же период приходятся и максимальные значения АД. В тоже время как следует из рис. 5 отмечаются сдвиги максимальных показателей АД относительно полнолуний вследствие их несовпадений со временем пребывания Луны в перигее орбиты. На рис. 1–3 также видны отклонения в показаниях АД от хода изменения фазы Луны вероятно связанные с изменением состояния космической погоды и атмосферного давления. Таким образом, каждый период измерений от новолуния до новолуния обладает определенными «индивидуальными» свойствами определяемые влиянием внешних независимо влияющих факторов.

#### 4. ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЗАВИСИМОСТИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ОТ СОСТОЯНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ

С применением пакета обработки данных Statistica 7 проведены расчеты множественных корреляционных моделей, зависимости показаний АД от факторов, определяющих влияние приливов Луны и Солнца, солнечной и геомагнитной активности, атмосферного давления. Результаты расчетов свидетельствуют, что наиболее высокие показатели коэффициента множественной корреляции достигаются при расчетах моделей составленных по данным одного лунного месяца.

В качестве зависимой переменной рассматривались показания АД для двух испытуемых. Эти данные были разбиты на периоды соответствующие лунному месяцу. В качестве независимых пере-

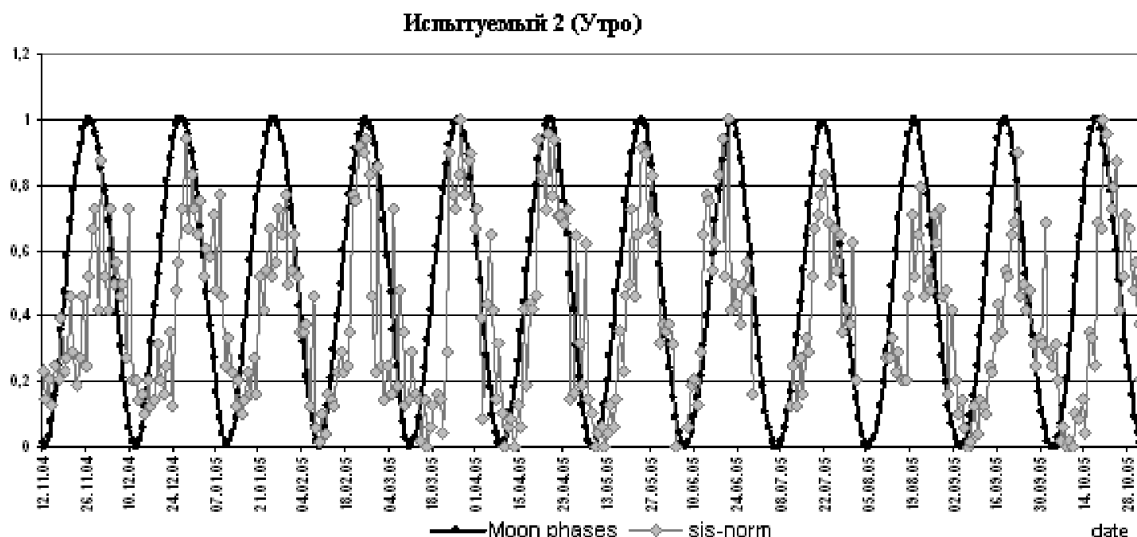


Рис. 2. Изменение нормированных величин АД и лунных фаз (2-ой испытуемый — утро)

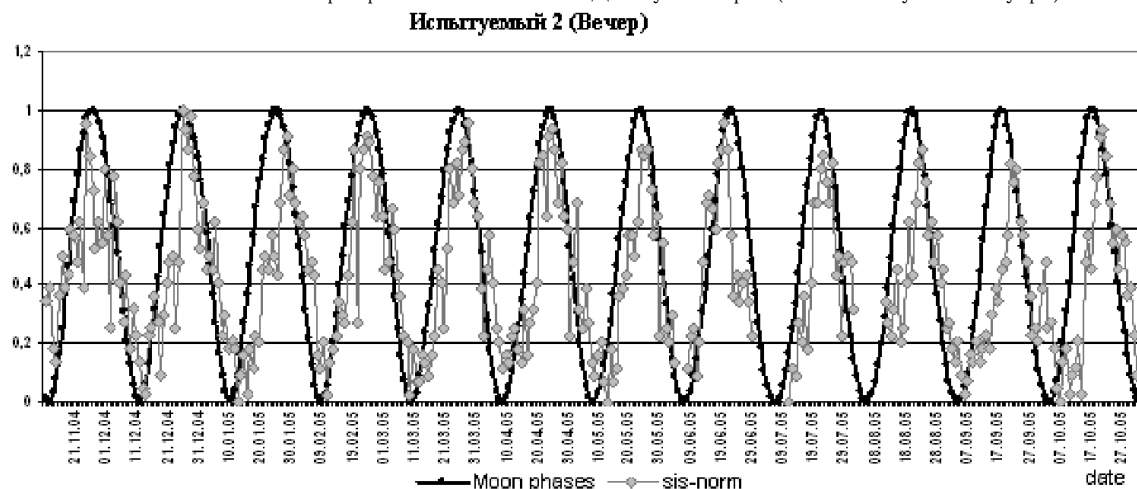
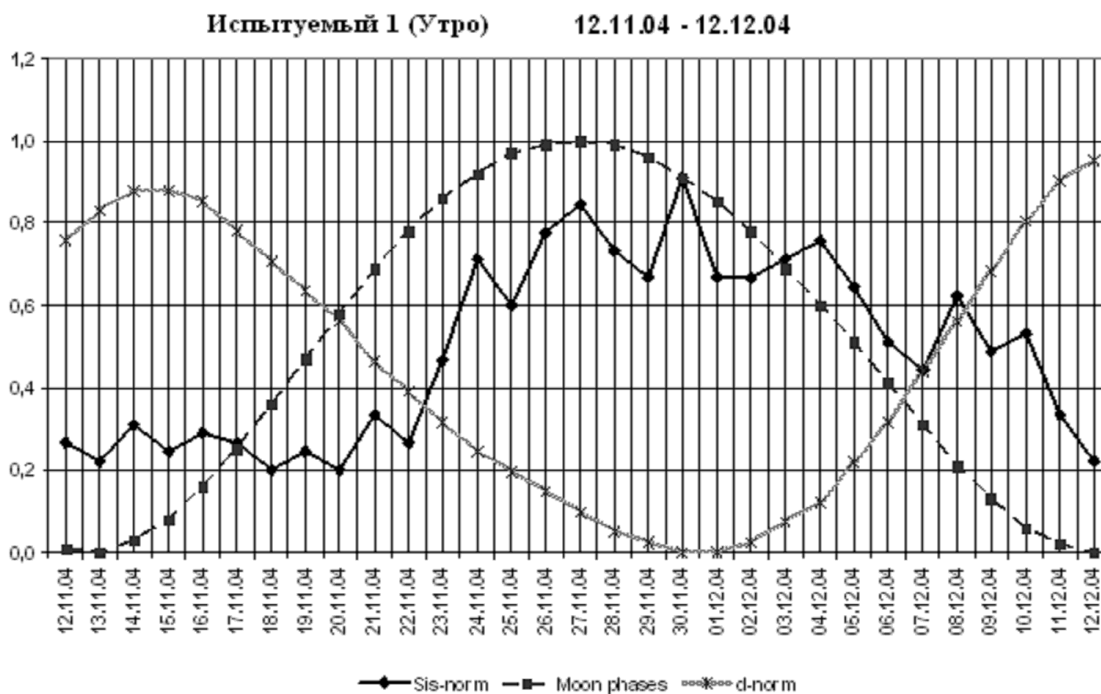


Рис. 3. Изменение нормированных величин АД и лунных фаз (2-ой испытуемый — вечер)

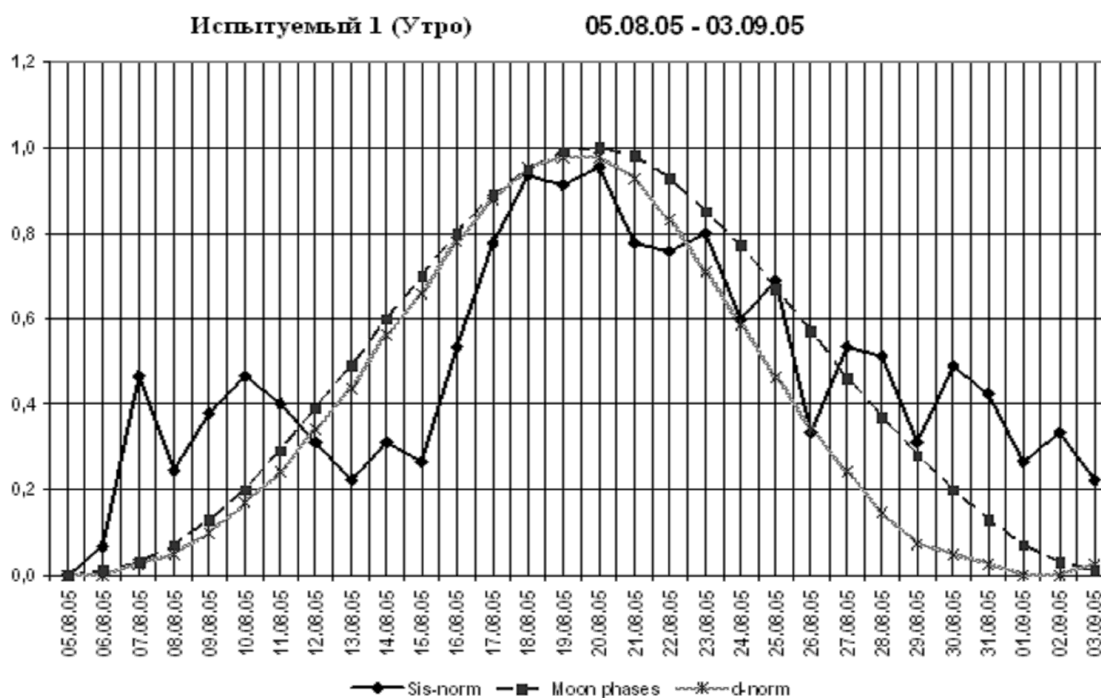
менных для всех периодов исследования применялся следующий набор факторов:  $\Phi$  — фазы Луны,  $D$  — угловой размер Луны (как мера расстояния между Луной и Землей),  $R10$  — УФ поток Солнца,  $W$  — числа Вольфа,  $F1$  — вспышечный индекс,  $Ar$  индекс,  $P$  — атмосферное давление. Расчет уравнения множественной регрессии проводился методом наименьших квадратов

$$Y_0 = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + \dots + A_nX_n.$$

Влияние каждого из факторов учитывается в показаниях коэффициентов частной корреляции, так



**Рис. 4.** Изменение нормированных величин АД, лунных фаз и диаметра Луны в период с 12 ноября до 12 декабря 2004 г.



**Рис. 5.** Изменение нормированных величин АД, лунных фаз и диаметра Луны в период с 12 ноября до 12 декабря 2004 г.

что

$$R^2 = d_0^2 + d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2$$

Значение частных коэффициентов корреляции определяет вклад каждого фактора в отдельности на изменение зависимой переменной. Наиболее заметная зависимость параметров АД от указанных выше показателей отмечается в интервал времени «первая четверть – полнолуние – последняя четверть».

Основные результаты расчетов показателей коэффициентов множественной корреляции и коэффициентов частной корреляции для различных факторов, включаемых в модель, приведены в табл. 2–4.

В таблицах представлены значения множественного коэффициента корреляции  $R$  и максимальные коэффициенты частной корреляции  $d$  по каждому из факторов включенных в модели. При расчетах множественных корреляционных моделей различные варианты набора независимых переменных составлялись таким образом, что бы между ними не было взаимной корреляции [6].

Значения коэффициентов множественной корреляции находятся в пределах от 0,73 до 0,96, что может свидетельствовать о том, что состояние космической погоды и значение артериального давления тесно взаимосвязаны. В дальнейшем планируется провести детальный анализ результатов проведенных расчетов множественных корреляционных моделей с учетом периодов повышенной солнечной и геомагнитной активности.

## 5. ВЫВОДЫ

1. Временные вариации изменений АД показывает наличие максимумов вблизи полнолуния и минимумов вблизи новолуния.

2. В ряде данных измерений артериального давления выявлено наличие ведущих периодов у каждого из испытуемых совпадающего с фазой лунного цикла, которое определяется совместным приливным влиянием Луны и Солнца на Землю и орбитальным периодом возвращения Луны к перигею орбиты.

3. На основе расчетов множественных корреляционных моделей по данным каждого лунного месяца была выявлена существенная зависимость от состояния космической погоды. Значения множественного коэффициента корреляции менялись в пределах от 0,73 до 0,96, что показывает достоверность представленных моделей.

4. По данным расчетов множественных корреляционных моделей оказалось, что вклад каждого из факторов, в числе которых были:  $\Phi$  — фазы Луны,  $D$  — угловой размер Луны (как мера расстояния между Луной и Землей),  $R10$  — УФ поток Солнца,  $W$  — числа Вольфа,  $FI$  — вспышечный индекс,  $Ar$  индекс,  $P$  — атмосферное давление различен в разные периоды.

5. Среди ведущих факторов наиболее заметно влияющих на изменение АД определены: фазы Луны, угловой размер Луны (как мера расстояния между Луной и Землей). При несовпадении их максимумов отмечается смещение максимума АД.

6. Влияние остальных параметров в разной степени проявляются в периоды повышенной солнечной и геомагнитной активности и интенсивных изменений атмосферного давления.

1. *Витинский Ю.И., Оль А.И., Сазонов Б.И.* Солнце и атмосфера Земли. — Л.: Гидрометеоздат, 1975.
2. *Дружинин И.П., Сазонов Б.И., Ягодинский В.Н.* Космос–Земля. Прогнозы. — М.: Мысль, 1974.
3. *Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., Мартынюк В.С.* Космическая погода и наша жизнь. — М.: Век-2, 2004.
4. *Чепмен С., Линдзен Р.* Атмосферные приливы (термические и гравитационные). — М.: Мир, 1972.
5. *Муртазов А.К.* Экология околоземного космического пространства. — М.: Физматлит, 2004.
6. *Боровиков В.П., Боровиков И.П.* STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. — М., 1998.

Поступила в редакцию 18.10.2009