

Лушнов М. С.

**ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
КОСМОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
НА ДИНАМИКУ БИОХИМИЧЕСКИХ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЮДЕЙ**

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург  
Исследование поддержано РГНФ (грант N 03-06-002200a)*

В научной литературе нами не обнаружено длительных многолетних наблюдений биохимических и гематологических параметров человека, сопоставимых по продолжительности с 11-летним солнечным циклом. Поэтому проведены исследования 12-летних флуктуаций биохимических и гематологических параметров крови у лиц с психическими расстройствами в сопоставлении с динамикой космогеофизических факторов. Исследования основаны на 443 пробах биохимических показателей и 950 гематологических пробах и соответствующих ежедневных измерениях космогелиогеофизических параметров. Показано, что биохимическая и гематологическая системы модулируются воздействием этих факторов, что следует из одинаковых спектрально-временных гармоник и периодов упомянутых физиологических и физических процессов, включая суммарные корреляционные оценки (критериальные функции) биохимических и гематологических параметров, которые адекватно описывают их функциональные изменения.

*Ключевые слова:* биоритмы, гемограмма, биохимические показатели, гелиогеофизические факторы, спектрально-временной анализ, статистическое моделирование.

Вопрос об исследовании функционального состояния организма и его многопараметрическое моделирование при воздействии гелиогеокосмических факторов является одним из самых интересных в современной экспериментальной и клинической физиологии. Эта проблема приобретает большую значимость при изучении адаптивных приспособительных механизмов различных функциональных систем (лейкоцитарной, биохимической, электролитной) человека, а также их динамических соотношений с параметрами солнечно-космических излучений, играющих роль первичных многофакторных водителей биоритмов и датчиков времени для систем организма [1, 2].

На сегодняшний день существует, с одной стороны, значительное количество экспериментальных исследований, посвященных влиянию электромагнитных и акустических полей на системы организма. С другой стороны, создание лабораторной модели, способной учитывать всю совокупность параметров внешней электромагнитной среды, в настоящее время представляется по оценкам специалистов крайне дорогостоящим и технически невозможным мероприятием [3]. Поэтому в науке благополучно «сосуществуют» большое количество концепций и частных точек зрения относительно механизмов воздействия внешних гелиогеофизических, космических и метеорологических факторов на отдельные параметры биосферы и живых организмов. Кроме того, большая часть экспериментального материала получена в исследованиях отдельных параметров животных или человека, без учета конкретных временных циклов и активности Солнца и не принимая во внимание системного многопараметрического характера получаемых изменений организма. Немногочисленны работы по динамическому моделированию совокупностей физиологических показателей с применением обобщенных системных оценок, в частности в динамике, сравнимой по временным масштабам с 11-летними вариациями солнечной активности, космических излучений и флуктуациями ионосферы Земли [4]. Учитывая вышеприведенные доводы, представляется наиболее целесообразным заниматься сбором ретроспективных однотипных параметров и проводить натурные наблюдения за изменениями систем организма с накоплением сведений в базах данных под влиянием многопараметрической естественной космогелиофизической среды.

Кроме того, изучение множества свойств различных явлений привело естествоиспытателей к необходимости системного подхода. Потребность в таком подходе при изучении целостного организма ощущалась исследователями давно. Термин система употребляется в том случае, когда подразумевается собранная вместе совокупность, упорядоченная и организованная, без четкого критерия объединения, упорядоченности, организованности. Системный подход исследований — следствие перемены теоретического подхода к пониманию изучаемых объектов [5, 6].

В литературе приводится много определений системы. Одно из них звучит так. Система — комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата. Результат функциональной системы является ее неотъемлемой частью [5]. Функциональная система — единица интеграции целого организма, складывающаяся динамически для достижения любой его приспособительной деятельности и всегда на основе циклических взаимоотношений избирательно объединяющая специальные центрально-периферические образования [7].

В нашем случае интересен вопрос воздействия космогелиогеофизических факторов на внутреннее взаимодействие (самоорганизацию) элементов функциональной биосистемы. Выдающуюся роль в возникновении теории самоорганизации сыграли труды В. И. Вернадского [8, 9]. Затем, в 1954 г. Б. Фэрли и У. Кларк определили самоорганизацию в качестве «системы, изменяющей свои основные структуры в зависимости от опыта и окружения» [10]. Английский кибернетик У. Р. Эшби [6] одним из первых дал определение и сформулировал принципы самоорганизующейся динамической системы. В настоящее время, благодаря работам немецкого физика Г. Хакена [11], проблему самоорганизации стали относить к разделу новой дисциплины — синергетике.

#### **Методика**

Наиболее близкими методами к системному подходу, способными описать экспериментальные данные, являются такие области знания как многомерная статистика и оптимизация. В нашей работе за определение системы принято следующее. Система — множество элементов, характеризующихся связями друг с другом и дополнительным свойством — функцией, не совпадающей или не характеризующейся ни одним из свойств отдельного ее элемента [12].

Направление развития науки от многочисленных фактов и законов имеет тенденцию к централизации и сведению к одному или нескольким законам. Для естественных наук в центре стоит принцип оптимальности (экстремальности) — утверждение об экстремуме (минимуме или максимуме) некоторой величины (функционала или целевой функции). Поэтому вариационный принцип экстремума является одним из лучших методов моделирования биосистем [13].

Основные проблемы оптимальности организации биологических систем изложены в ряде работ [14, 15]. Проблема сводится к поиску функционала системы, экстремум которого соответствует поставленной задаче. А задача заключается в поиске соответствия теории и данных физиологических исследований при различных функциональных состояниях, когда оптимальные параметры биосистемы доставляют экстремум определенного функционала [16].

М. В. Фролов [17] определяет функциональное состояние (ФС) как результат взаимодействия внешней среды и исходных свойств субъекта. Иначе ФС — совокупность признаков, свойств, функций и качеств субъекта, которые прямо или косвенно характеризуют ту или иную деятельность.

Эмпирический принцип напряжения и разбалансировки корреляционных связей при различных функциональных состояниях систем известен в физиологии уже несколько десятилетий [14–16]. Однако, среди множества оптимизационных методов, опирающихся на этот принцип, встречается довольно ограниченное число методик, способных давать индивидуальные статистические функциональные оценки системы (функционального множества биологических системных параметров).

Методический приём заключается в том, что для всей выборки биосистемы строится корреляционная матрица, которая подвергается специальному преобразованию с использова-

нием процедуры ветвей и границ с выбором оптимального подмножества признаков и оценкой для каждого пациента критериальной функции (КФ) [18]. Метод основан на оценке некоторой монотонной функции — КФ от какого-либо биологического множества ( $A$ ) такой, что если существуют два подмножества  $A_i$  и  $A_j$ , причем  $A_i$  содержится в  $A_j$ , тогда:  $C(A_i) < C(A_j)$  или  $C(A_i) = C(A_j)$ , — что означает свойство монотонности. Алгоритм построен на вычислении максимальной КФ на основе определенной квадратической формы и на поиске наибольшего набора из  $n$  переменных, максимизирующего КФ для всего подмножества, содержащего  $m$  признаков. КФ вычисляется через квадратическую форму:  $C(A_m) = (X_m^T) S_m^{-1}(X_m)$ , где  $A_m$  — набор  $m$  переменных,  $X_m$  — вектор переменных (набор биопараметров — функциональная система конкретного индивида) и  $S_m$  — симметричная положительно определенная корреляционная матрица размера  $m \times m$ , символ  $X_m^T$  означает операцию транспонирования вектора,  $S_m^{-1}$  — операцию вычисления обратной матрицы.

Эти статистические оценки, полностью покрывают (характеризуют) всю исследуемую функциональную систему по определению M. S. Ridout [19] и являются индивидуальными системными показателями. Они отражают системную организацию и указывают на различную степень закоррелированности (управляемости), гибкости ее реагирования и адаптивности.

Исходя из вышеприведенных фактов, можно сделать вывод о возможности оценки динамики системы каждого пациента или испытуемого в течение практически любого периода, включая многолетние исследования. Эти системные показатели также можно включать в набор зависимых параметров при вычислениях множественных корреляций в качестве самостоятельных параметров. Динамика критериальной функции физиологических параметров, вычисленной на основе «внутренних» корреляций элементов биосистемы может обнаружить определенную синхронность смещения всей системы регуляции с воздействующими факторами, переход ее на новый уровень функционирования. Это указывает на возможность существенных межсистемных регуляторных сдвигов, что может привести к системному сдвигу функционального состояния организма от воздействия геомагнитного поля (ГМП), ионосферных параметров (ИП), космических лучей (КЛ), солнечной активности (СА).

Таким образом, приведенный метод моделирования способен адекватно описать биологическую систему, поскольку содержит основные ее признаки: множество элементов, характеризующихся в данном случае корреляционными связями друг с другом, — и дополнительным свойством — функцией, не совпадающей или не характеризующейся ни одним из свойств отдельного элемента системы [10], поэтому он является системным. Кроме того, он способен одновременно быть индикатором функционального состояния биосистемы, так как КФ способна описать результат взаимодействия внешней среды и исходных корреляционных свойств субъектов через совокупность признаков, динамику их функций и качеств, которые прямо или косвенно характеризуют исследуемую деятельность — адаптацию [16].

Кроме указанного математико-статистического метода исследования, широко применялись физиологически обоснованные следующие системные и межсистемные методы: множественные корреляции [20–22], спектрально-временные оценки [23, 24]. Основным методом изучения статистических связей биохимических (БХП) и гематологических параметров с ГМП, КЛ, СА, ИП был метод множественных корреляций (МК) [20].

Гипотеза влияния космогеофизических факторов на биохимическую систему крови проверена на примере 443 проб биохимических параметров 415 человек, обследованных в период с 1977 по 1988 гг. в клинике психиатрии Военно-медицинской академии. В каждой пробе изучены 12 показателей: ферменты аспартатаминотрансфераза (АСТ) и аланинаминотрансфераза (АЛТ) (в нкат/л), креатинин (в мкмоль/л), холестерин (в мг/100 мл), мочевины, билирубин и глюкоза (в мг%), общий белок (в г/100 мл), ионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $P^{5+}$ ,  $Cl$  (в мкмоль/л). Кроме того, на основе этих 12 параметров вычислялся один дополнительный признак по вышеприведенной методике — критериальная функция биохимических параметров — КФБХП. Анализы производились на биохимическом автомате «TECHNICON».

Оценивали статистические связи биохимических параметров крови со следующими системами природных факторов (ежедневные наблюдения по каждому из нижеперечисленных параметров за 12 летний период [25]): солнечной активностью (СА) (относительное число солнечных пятен и плотность потока солнечного радиоизлучения на частоте 3000 МГц (в

мВт/см<sup>2</sup>)), космическими лучами (КЛ) (глобальной интенсивностью космических лучей в стратосфере (в 1/(см<sup>2</sup>·с) и интенсивностью космических лучей на высоте 220 м над уровнем моря), ионосферными параметрами (ИП): предельной частотой слоя  $F_2 — f_0F_2$ , предельной частотой электронного слоя  $E_s — f_0E_s$ , минимальной частотой слоя  $F — f_{\min}$  (в МГц, которые умножаются на 0,1), высотой слоя  $F — h'F$  (в км) и коэффициентом отражения от слоя  $F_2 — M(3000)F_2$ . Рассчитывались множественные корреляции, спектрально-частотные характеристики и периоды среднемесячных значений биохимических и космогеофизических параметров.

Гипотеза влияния космогеофизических факторов на систему крови проверена на примере 915 гемограмм тех же 415 человек, обследованных в период с 1977 по 1988 гг. в клинике психиатрии Военно-медицинской академии. В лейкограмме исследовались общее количество лейкоцитов в 1 мм<sup>3</sup> и шесть типов клеток в процентах: эозинофилы, сегменто- и палочкоядерные нейтрофилы, лимфоциты, моноциты, базофилы.

Оценивали статистические связи состава лейкограммы, содержания эритроцитов, гемоглобина и скорости оседания эритроцитов периферической крови с вышеперечисленными системами природных факторов за тот же 12-летний период по тем же статистическим методикам, включая вычисление критериальной функции лейкограммы.

### Результаты исследований

На рис. 1 представлены динамические соотношения среднемесячной 12-летней динамики нейтронной компоненты космических лучей и общего белка крови и относительного числа солнечных пятен и критериальной функции биохимических параметров. Легко обнаруживаются визуально их противофазные долготлетние соотношения, которые более подробно описываются далее методами спектрально-временного анализа.

В результате исследования корреляционных зависимостей биохимических параметров с космогеофизическими факторами получены новые сведения об их ежегодных соотношениях (таблица). Показано, что системные изменения в изучаемой совокупности биохимических параметров, сопровождаются достоверными корреляциями КФБХП (МК=0.709 в 1987 г.) с космогелиофизическими показателями в периоды максимумов интенсивности КЛ и минимумов СА (1977 г. и 1986–1987 гг.). Это указывает на около 11-летнюю периодичность системных изменений биохимической среды организма, совпадающей с 11-летними вариациями космических лучей и активности Солнца (рис. 1, таблица).

**Таблица. Множественные корреляции между биохимическими показателями и гелиогеофизическими параметрами с 1977 по 1988 гг.**

Параметры	МК	< p	Год	n	Параметры	МК	< p	Год	n
Ионы $P^{5+}$	0.909	0.038	1978	34	Креатинин	0.926	0.044	1983	32
АСТ	0.996	0.012	1980	22	Общий белок	0.821	0.050	1984	43
АЛТ	0.990	0.050	1980	22	Глюкоза	0.846	0.050	1985	40
Ионы $P^{5+}$	0.991	0.044	1980	22	Глюкоза	0.817	0.014	1986	48
Ионы $P^{5+}$	0.928	0.038	1981	32	Холестерин	0.703	0.031	1987	64
АСТ	0.885	0.001	1982	44	КФБХП	0.709	0.025	1987	64
Креатинин	0.866	0.004	1982	44	Ионы $Na^+$	0.814	0.049	1988	44
АСТ	0.923	0.050	1983	32	Холестерин	0.813	0.050	1988	44

*Примечание:* n – объём выборки, < p – уровень вероятности (достоверности) проверяемой статистической гипотезы.

Данные, приведенные в таблице, демонстрируют высокую степень корреляций биохимических показателей с внешними факторами, поскольку величины МК достаточно высоки — от 0.7 до 0.99.

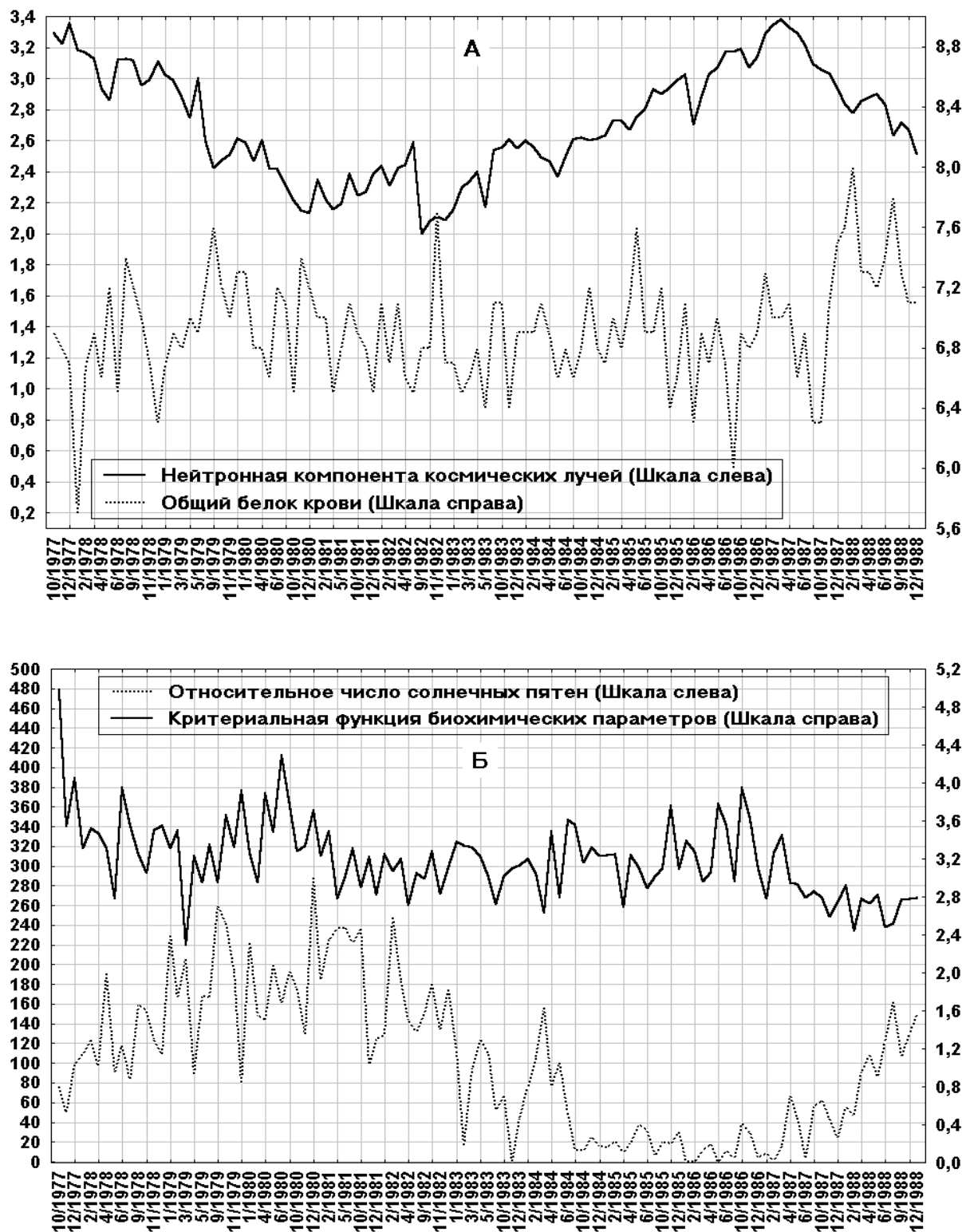


Рис. 1. Среднемесячная 12-летняя динамика нейтронной компоненты космических лучей и общего белка крови (А); относительного числа солнечных пятен и критериальной функции биохимических параметров (Б). По оси абсцисс (А) и (Б): время (месяц/год). По левой оси ординат: А — нейтронная компонента космических лучей,  $1/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ , Б — относительное число солнечных пятен, относительные единицы. По правой оси ординат: А — общий белок крови, г/100 мл, Б — критериальная функция биохимических параметров, относительные единицы.

Необходимо отметить, что при сопоставлении с другими исследованными физиологическими системами, биохимическая оказалась наиболее «чувствительной» в те же временные промежутки (с 1977 по 1988 гг.) по сравнению, например, с гематологической [2, 4]. В случае гематологической системы множественные корреляции с изучаемыми экологическими параметрами изменяются от 0.31 до 0.66. Поэтому естественен вывод о том, что разные физиологические системы неодинаково устойчивы к воздействию космогеофизических факторов.

Изучение корреляционных связей биохимических параметров с сезонными вариациями космогеофизических факторов также обнаружило их сезонную модуляцию внешними факторами. Здесь уровень множественных корреляций также достаточно высок.

Полученные данные свидетельствуют о наличии системных изменений в летний период, проявляющихся через достоверные корреляции КФБХП (1988 г.) с ионосферными параметрами. Изучение корреляций в другие сезоны года показали, что наибольшие множественные корреляции биохимического статуса встречаются в осенне-зимние периоды — зимой с ионосферными параметрами (1978 г.) и космическими лучами (1984 г.), осенью — с солнечной активностью (1979 г.). Уровень множественных корреляций в эти периоды варьирует от 0.4 до 0.9. В ходе динамических исследований с 1977 по 1988 гг. периодически также проявлялись достоверные корреляции содержания глюкозы, билирубина, ионов ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $P^{5+}$ ), общего белка, мочевины, креатинина, холестерина крови с ионосферными параметрами, что указывает на сопряженность электролитного баланса, энергетических обменных процессов, азотистого, порфиринового, липидного обмена и, вероятно, иммунитета, поскольку имеются достоверные статистические связи содержания белка с космогеофизическими факторами.

Рассмотрим спектрально-частотные многолетние соотношения биохимических и космогеофизических параметров. За последние 3-4 десятилетия изучены флуктуации многих физико-химических и биологических процессов. Выяснились особенности многих видов флуктуаций, в том числе фликкерных шумов — типа  $1/f$ , где  $f$  — частота процесса. Под шумом в узком смысле понимают белый шум, характеризующийся тем, что его амплитудный спектр распределен по нормальному закону, а спектральная плотность мощности постоянна для всех частот. Фликкерный шум характеризуется наиболее низкочастотным спектром по сравнению с шумами иных видов и для оценки стационарности требует более длительного интервала наблюдений в сравнении с прочими частотами [26]. Одна из главных закономерностей флуктуаций заключается в зависимости амплитуды события от его встречаемости (закон  $1/f$ ) и неоднозначности — синхронные колебания одинакового типа могут быть разного знака и разной амплитуды. Флюктуирующий объект — сложная система, биосфера Земли — четкая синхронизированная иерархия систем. Особенности закономерностей связаны с результатами совокупных релаксаций напряжений системы, накопленных за достаточно большое время от возмущений разного масштаба, перераспределяющихся по внутренним связям. Даже случайные толчки приводят не к хаотическим изменениям, а к статистическим переключениям подпрограмм системных согласованных релаксаций [27]. Такие заключения дают возможность прогноза и управления целостными системами [28]. В нашей работе эти положения получили полнейшие подтверждения в силу того, что основные исследованные космогелиофизические факторы (КЛ и СА) имеют примерно 11 — летнюю цикличность и выявление их трендов требует длительного наблюдения, а соответствующие вариации биологических параметров и систем также должны быть по крайней мере не менее продолжительными. Нами получены результаты относительно спектральных гармоник и соответствующих им периодов, свидетельствующие о совпадении трендов среднемесячных биохимических с основными среднемесячными показателями космогелиогеофизических процессов.

На рис. 1 были приведены среднемесячные многолетние тренды космогео-физических и биохимических параметров и примеры спектров-графиков, близких по типу к  $1/f$  для космических и биологических параметров, представленных на рис.2 и рис. 3.

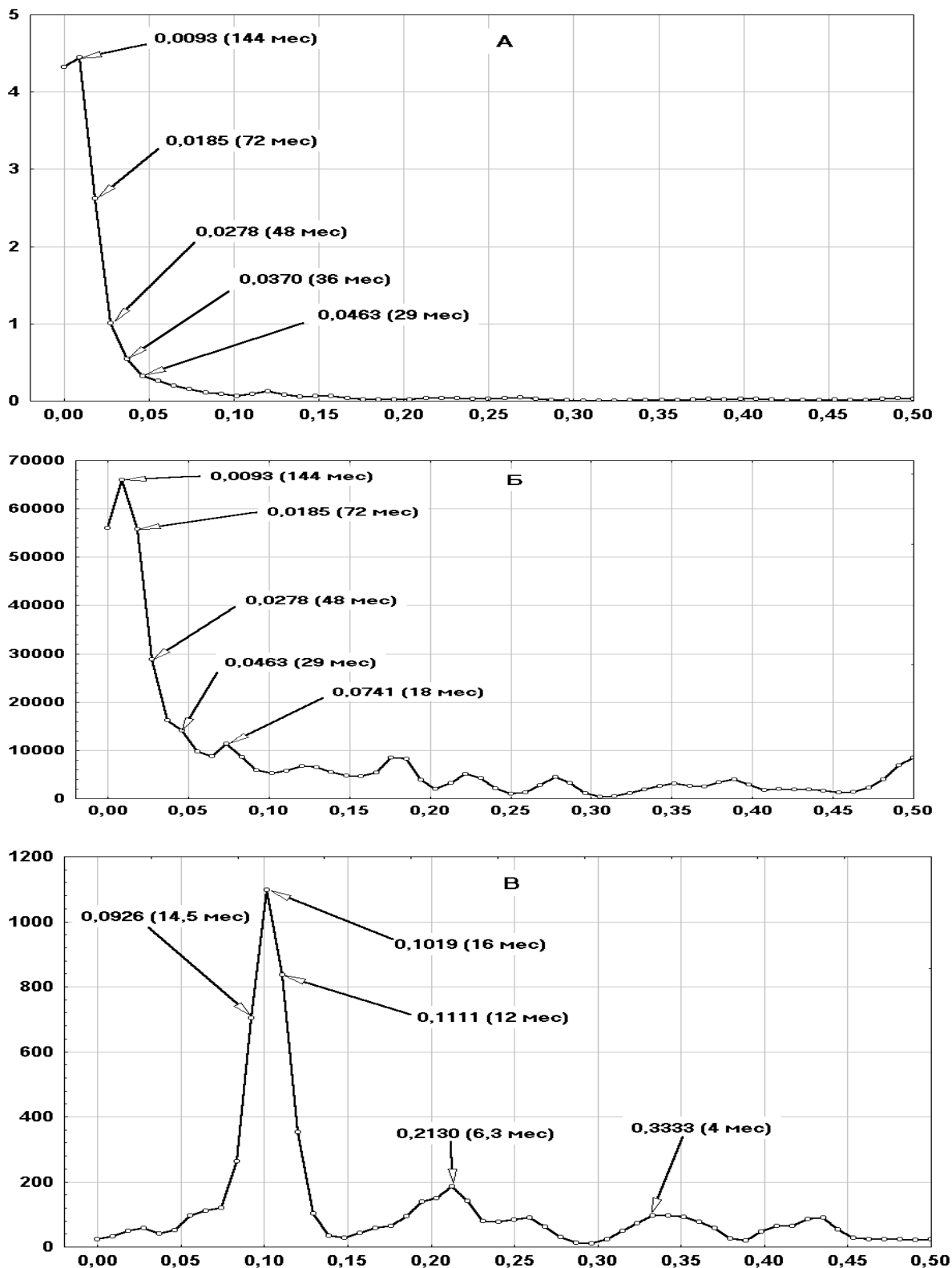
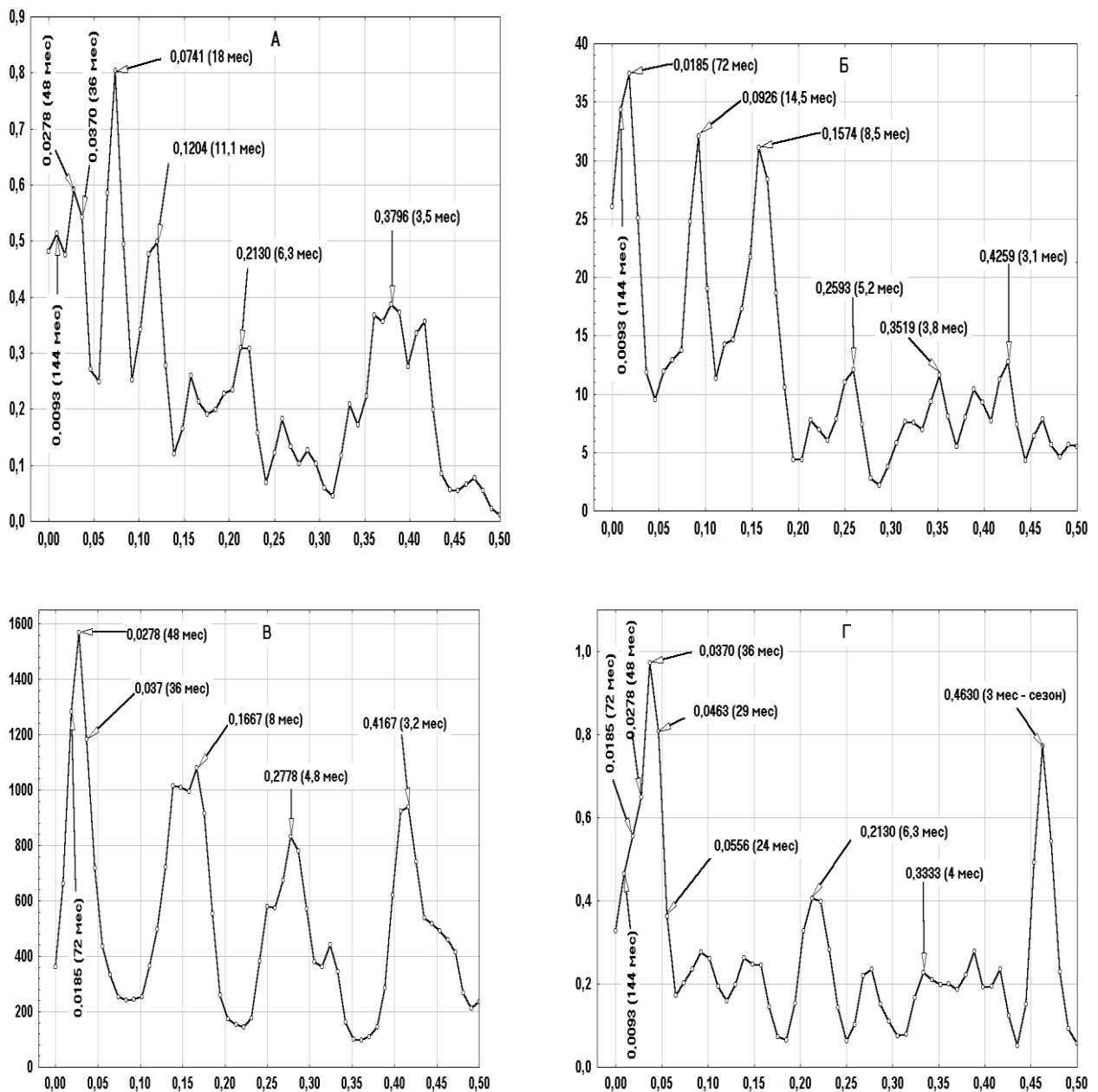


Рис. 2. Спектр и периоды нейтронной компоненты — глобальной интенсивности космических лучей (А), относительного числа солнечных пятен (Б), предельной частоты электронного слоя  $E_s$  —  $f_0 E_s$  (В). На оси ординат показана спектральная плотность в относительных единицах. На оси абсцисс — среднемесячная частота проявления процесса в циклах в месяц. Стрелками указаны наиболее выраженные значения гармоник и в скобках соответствующие им периоды.



**Рис. 3.** Спектр и периодичность изменений общего белка (А), глюкозы (Б), иона фосфора  $P^{5+}$  (В) в циркулирующей крови и критериальной функции биохимических параметров (Г) у испытуемых за 12 лет наблюдения. Обозначения как на рис.2.

Гармоники и периодичности космогелиогеофизических и биохимических параметров, приведенные на рисунках 2 и 3, более наглядно иллюстрируют существо синхронности процессов организма с вариациями внешних факторов. На графиках спектральных плотностей — периодограммах выявляются следующие основные периоды: 0.0093 — 144 мес (около 12 лет), 0.0185 — 72 мес (около 6 лет), 0.0278 — 48 мес (около 4 лет), 0.037 — 36 мес (около 3 лет), 0.0463 — 29 мес (около 2,5 года), 0.0556 — 24 мес (2 года), 0.0741 — 18 мес (1,5 года), 0.2130 — около полугодия (6 мес), 0.3333 — 4 мес, 0.4444, 0.463 — околосезонные гармоники (3 мес).

Таким образом, получена около 11-летняя периодичность системных постепенных изменений биохимической среды организма, совпадающая с минимумами солнечной активности и максимумами космических излучений. Существуют синхронные регуляторные сдвиги био-



химических параметров с большой вероятностью системной адаптации или постепенного дисбаланса функционального состояния организма от воздействий космогеофизических процессов. Как уже упоминалось, наибольшие изменения в системе биохимических показателей происходят в осенне-зимние периоды. Следовательно, получена сопряженность энергетических обменных процессов и показателей иммунитета организма с космогеофизическими факторами.

Далее, получено, что по отдельным годам в достоверных корреляционных соотношениях элементов гемограммы с ионосферными данными участвуют все показатели крови с уровнем множественных корреляций от 0,31 до 0,66. Уровень множественных корреляций показателей гемограммы с ионосферными параметрами оказался одним из самых высоких, с космическими излучениями самые большие корреляции достигали величин 0,48 — 0,49. Ещё ниже степень корреляционной зависимости гематологических показателей (максимум 0,44) обнаружена с параметрами солнечной активности (относительным числом солнечных пятен и плотностью радиоизлучения на частоте 3000 МГц). Корреляции гематологических показателей с изменениями вектора геомагнитного поля оказались на втором месте после корреляций с ионосферными данными. Здесь максимум корреляций достигал величины 0,57 в 1977 г. Таким образом, сравнительный анализ показал наибольшую биотропность ионосферных процессов в отношении гематологической системы.

Из геофизических научных публикаций известны сведения о значительных сезонных вариациях параметров ионосферных слоев. На основании большого статистического материала проверена гипотеза о сезонном параллелизме параметров циркулирующей крови с вариациями ионосферных параметров. Результаты дают положительный ответ на поставленный вопрос. Кроме того, имеются существенные отличия в характере «откликов» осенне-весенних периодов от летне-зимних. Весной и осенью корреляционных связей выявлено значительно больше, их значения выше, более выражен синхронный характер, о чем свидетельствует наличие корреляций с системно-корреляционным параметром — критериальной функцией лейкограммы (0,63 — осень 1979 г., 0,6 — осень 1982 г., 0,97 — весна 1977 г.). Это дает основание предполагать, что в весенне-летний период не только геомагнитное поле может способствовать развитию таких патологических проявлений организма как обострение аллергических реакций, иммунопатологических и некоторых других болезненных состояний. Можно отметить, что такие показатели крови как СОЭ, уровень гемоглобина и эритроцитов крови также характеризуются существенными периодическими ответными реакциями на вариации ионосферы.

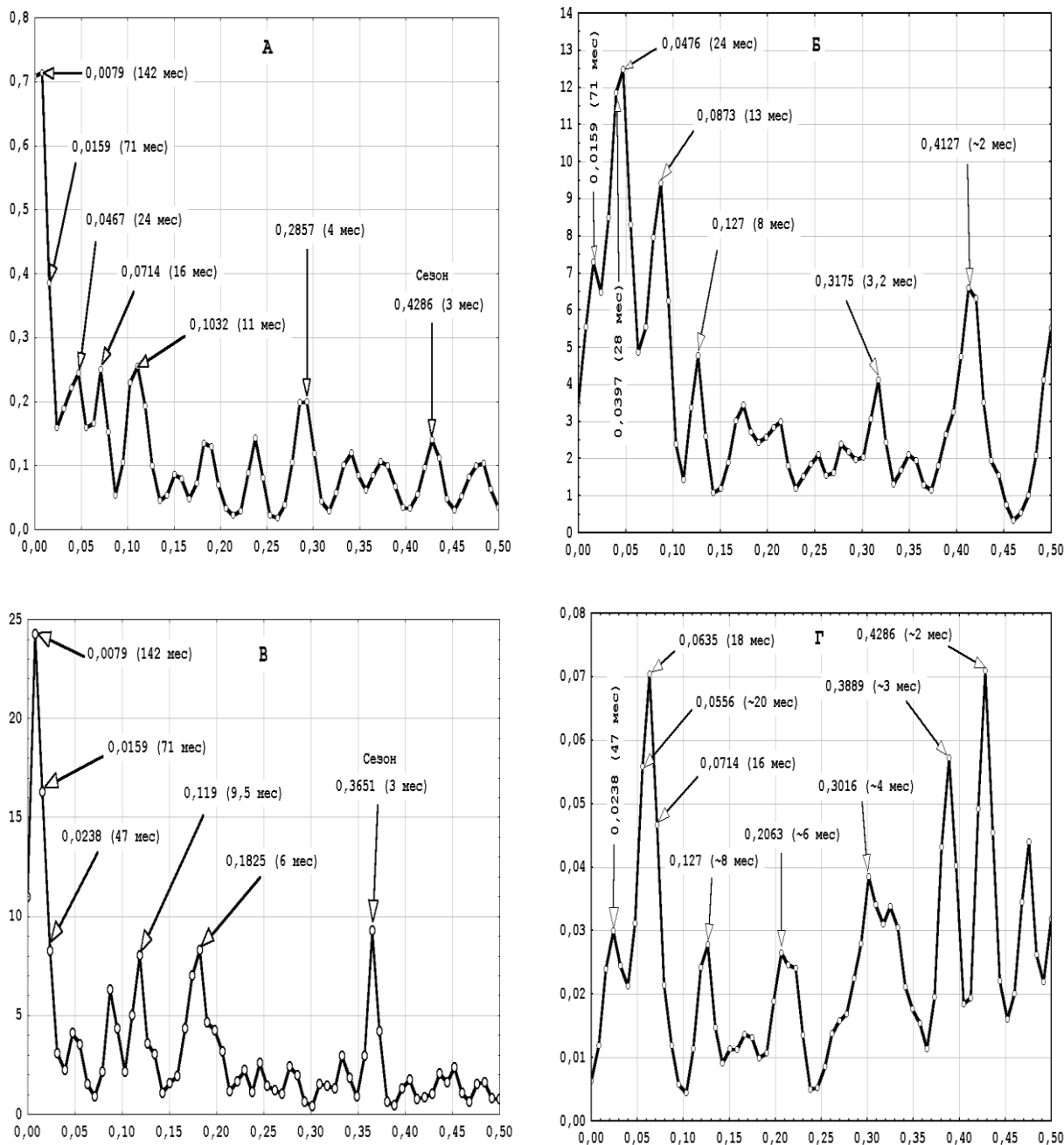
Исследованы периоды и спектральные плотности динамики космогелио-геофизических параметров, зарегистрированных в дни исследования гемограмм на основе усредненных ежемесячных данных с 1977 по 1988 гг. у вышеупомянутых лиц с психическими расстройствами. Были выявлены следующие спектральные гармоники и соответствующие им периоды динамики гемограммы: 0,0079 — 142 мес, 0,0157 — 71 мес, 0,0238 — 47 мес, 0,0317 — 36 мес, 0,0397 — 28 мес, 0,0467 — 24 мес, 0,0635 — 18 мес, 0,0714 — 16 мес, 0,0952 — 12 мес, 0,1905 — 6 мес, 0,1825 — 6,2 мес, 0,381 — 3 мес (сезон). Основные результаты представлены на иллюстрациях.

В случае изучения гематологической системы, как и при исследовании биохимических параметров (рис. 2) получена почти полная идентичность среднемесячного спектрально-частотного временного состава космических лучей и излучения Солнца на частоте 3000 МГц за 12-летний период в дни исследований гематологических показателей. Хотя это давно известный факт их противофазного изменения в около 11-летнем цикле Солнца, когда повышение его активности, сопровождается увеличением количества солнечных частиц, достигающих поверхности Земли с относительным уменьшением более высокоэнергетических ионизирующих космических частиц из глубокого космоса. Однако с точки зрения влияния на живые организмы это явление имеет большое значение, поскольку в периоды пониженной солнечной активности в приспособлении к изменяющейся среде, вероятно, играют большую роль механизмы элиминации из организма продуктов метаболизма, возникающих при воздействии малых доз ионизирующих излучений большой интенсивности.

Получена также основная информация о биотропных частотах и периодах электромагнитных и акустико-гравитационных процессов в околоземном ионосферном пространстве. Здесь, кроме около 12-ти (142 мес) и 6-ти (71 мес) летних периодов, прослеживаются окололого-

довой цикл (13 мес), имеющий тесную связь с изменениями гравитации, и 3-х месячный цикл, связанный со сменами сезонов года.

Периоды и гармоники за 12-летний срок изучения эритроцитов (рис.4 А), лейкоцитов (рис.4 Б), палочкоядерных нейтрофилов (рис.4 В) и критериальной функции лейкограммы (рис.4 Г) наглядно показывают отражение многолетней динамики внешних факторов в виде модуляционных процессов системы крови человека.



**Рис. 4.** Спектр и периодичность изменений количества эритроцитов (А), числа лейкоцитов (Б), процентного содержания палочкоядерных нейтрофилов (В) в циркулирующей крови и критериальной функции лейкограммы (Г) больных с психическими расстройствами за 12 лет наблюдения. Обозначения как на рис.2.

Совпадение некоторых гармоник основных изученных гематологических параметров — общего количества лейкоцитов (ЛЕЙК) (0,0873 — 13 мес; 0,0159 — 71 мес; 0,0397 — 28 мес; 0,3175 — 3 мес) (рис.4 Б) и критериальной функции лейкограммы (КФЛГ) (0,0635 — 18 мес)

(рис.4 Г) с определенными гармониками космогелиогеофизических параметров указывает на их периодичность и закономерные, не случайные длительные вариации, в том числе изменение состояния и клеточного состава крови. Особенно примечательным оказывается наличие гармоники 0,0635 у интегрально-корреляционного показателя — КФЛГ, присутствующей в спектрах относительного числа солнечных пятен (ОЧСП), и близкой к ней гармоники (0,0556) глобальной интенсивности космических лучей (ГИКЛ). Это говорит о том, что исследованные факторы способны влиять на внутрисистемные соотношения лейкоцитов крови, что выражается через перманентные изменения числовых характеристик корреляций между элементами лейкограммы при флуктуациях космогелиофизических параметров. Например, общее количество лейкоцитов (ЛЕЙК) (рис.4 Б) имеет 4 «внешне-вынуждающих» гармоник, которые совпадают с некоторыми основными гармониками высоты слоя  $F$  ионосферы ( $h'F$ ) (0,0873 — 13 мес). Это свидетельствует о том, что изучаемые внешние факторы способны модулировать характер изменений системы лейкоцитов крови.

Таким образом, несмотря на то, что физиологические механизмы воздействия комплекса космогеофизических факторов на биосистемы до конца не ясны и здесь не рассматриваются из-за ограниченного объема статьи, наши исследования показали, что многомерные статистические корреляционные оценки — критериальные функции адекватно отражают функциональные системные изменения в ходе более, чем 11-летних наблюдений за лейкограммой и биохимическими параметрами крови людей. Выяснено, что в исследованный 12-летний период системы лейкоцитов и биохимических параметров откликаются на вариации ионосферных, геомагнитных, солнечных и космических параметров. В гелиогеокосмических взаимодействиях участвует весь клеточный лейкоцитарный набор, эритроциты крови и биохимические параметры, и, следовательно, эти внешние факторы способны модулировать исследованные системы человека.

#### Л и т е р а т у р а :

1. Чижевский А. Л. Биофизические механизмы реакции оседания эритроцитов. — Новосибирск. Наука. 1980.
2. Луинов М. С., Сороко С. И. Соотношение многолетних биоритмов элементов гемограммы у людей с динамикой гелиогеофизических факторов // Российский физиол. журн. им. И. М. Сеченова. — 2002. Т.88. — № 7. — С. 829.
3. Темурьянц Н. А., Владимирский Б. М., Тишкин О. Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. — К.: Наукова думка. 1992.
4. Луинов М. С., Максимов Г. К., Кобрин В. П. Состояние некоторых систем организма и ионосфера. — СПб. СПбГТУ, 1996.
5. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. — М. Медицина. 1975.
6. Эшби У. Р. Общая теория систем как новая научная дисциплина. Исследование по общей теории систем. — М. Прогресс. 1969. — С. 125–142.
7. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. — М. Наука. 1980.
8. Вернадский В. И. Размышления натуралиста. — М. Наука. 1975.
9. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. — М. Наука. 1988.
10. Герович В. А. Кибернетика, синергетика, искусственный интеллект: модели самоорганизации. Метафизика и идеология в истории естествознания. — М. Наука. 1994. — С. 115–127.
11. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам: Пер. с англ. — М.: Мир, 1991.
12. Губанов В. А., Захаров В. В., Коваленко А. Н. Введение в системный анализ. — Л. ЛГУ. 1988.
13. Голицин Г. А., Петров В. М. Гармония и алгебра живого. — М. Знание. 1990.
14. Розен В. В. Цель — оптимальность — решение: Математические модели принятия оптимальных решений. — М. Радио и связь. 1982.
15. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. — М. Наука. 1976.
16. Образцов И. Ф., Ханин М. А. Оптимальные биомеханические системы. — М. Медицина. 1989.
17. Фролов М. В. Контроль функционального состояния человека-оператора. — М. Наука. 1987.
18. Narendra P. M., Fukunaga K. A branch and bound algorithm for feature subset selection. IEEE Trans. Comput. C. 26 : 917-922. 1977.
19. Ridout M. S. An improved branch and bound algorithm for feature subset selection. Appl. Statist. 37 : 139-147. 1988.
20. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. — М. Мир. 1982.

21. Боровиков В. П., Боровиков И. П. STATISTICA — Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. — М. Филинь. 1997.
22. BMDP User's digest. A condensed guide to the BMDP computer programs. Ed. Hill M. A. Los Angeles. BMDP Statistical Software Inc. 1987.
23. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. — М. Мир. 1974.
24. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. — М. Мир. 1. 1971.
25. Космические данные. Месячный обзор // ИЗМИРАН АН СССР. М.: Наука, 1977 — 1988. N 1 — N 12.
26. Денда В. Шум как источник информации: Пер. с нем. — М. Мир. 1993.
27. Опалинская А. М., Агулова Л. П. Влияние естественных и искусственных электромагнитных полей на физикохимические и элементарную биологическую системы. (Экспериментальные исследования). — Томск. 1984.
28. Шнюль С. Э., Намиот В. А., Жвирблис В. Е., Морозов В. Н., Темнов А. В., Морозова Т. Я. Возможная общность макроскопических флуктуаций скоростей биохимических и химических реакций, электрофоретической подвижности клеток и флуктуаций при измерениях радиоактивности, оптической активности и фликкерных шумов // Биофизика. — 1983. — Т.28. — Вып.1. — С. 153.

*Статья поступила в редакцию 31.10.2003 г.*

*Lushnov M.S.*

### **The influence of the long-term changes of cosmogeophysical factors on the dynamics of the biochemical and hemogram parameters of people**

*I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Acad. Sci., Saint-Petersburg).*

The long-term supervision hemogram and the biochemical parameters of a person, comparable on duration with the 11-years solar cycle, are not revealed by us in the scientific literature. Researches of 12-years fluctuations of biochemical and hemogram parameters of blood at persons with mental frustration in comparison to the dynamics cosmogeophysical factors were carried out. Researches are based on 443 tests of biochemical parameters and 950 hemogram tests and the appropriate daily measurements of cosmoheliogeophysical parameters. It is shown, that biochemical and hemogram systems are modulated by influence of these factors what follows from identical spectral-temporary harmonics and the periods of the mentioned biological and physical processes, including periodicity of total correlation estimations (criterial functions) hemogram and biochemical parameters which adequately describe their functional changes.

*Keywords:* biorhythms, hemogram and biochemical parameters, the cosmogeophysical factors, spectral-temporary analysis, statistical modeling.