УДК: 57.045:574.24

ЗМІНИ СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЗДОРОВОЇ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ПРОХОДЖЕННЯ ГЕЛІОГЕОФІЗИЧНИХ ПОДІЙ РІЗНИХ КЛАСІВ

П.Є. Григор'єв, Л.В. Поскотінова*, П.А. Цандеков**, З.Л. Подзноєва**
Таврійський гуманітарно-екологічний інститут, м. Сімферополь
**** Інститут фізіології природних адаптацій УрО РАН, м. Архангельськ***
***** Кримський інженерно-педагогічний університет, м. Сімферополь***

В статье приведены результаты изучения характерных изменений состояния физиологических систем организма здорового человека в диапазоне ±4-х суток соответственно датам специфических гелиогеофизических событий – геомагнитных бурь, геомагнитных штилей, изменений знака межпланетного магнитного поля и солнечных вспышек. Показано существование систематических изменений состояния организма, которые имеют смысл приспособительных реакций к возможным экологически значительным изменениям в окружающей среде, связанных с действием гелиогеофизических факторов.

Гелиогеофизические факторы, геомагнитные бури, геомагнитные штили, изменения знака межпланетного магнитного поля, солнечные вспышки, состояние физиологических систем организма человека

ВСТУП

Поряд з антропогенними і природними фізико-хімічними чинниками місцевого характеру на стан організму людини істотно впливають планетарні геліогеофізичні фактори (ГГФ), які є одним із первинних екологічних факторів [7, 16]. На відміну від антропогенних впливів, зміни в електромагнітно-акустичному природному фоні на частотах 10^{-3}–10^{3} Гц, які обумовлені дією ГГФ, майже без затухання проникають у помешкання, діють скрізь у біосфері [12, 22, 26]. В останні десятиліття встановлена надзвичайна чутливість біологічних систем до слабких електромагнітних полів [6]. Експериментально доведено, що біологічні ритми імунної, серцево-судинної, нервової та інших систем організму і тварин пов'язані з поточним станом і змінами геліогеофізичної обстановки в діапазоні від декількох годин до багатьох років [6, 25].

Проте ефекти впливу геліогеофізичних факторів на людину, як правило, досліджуються лише на поодиноких показниках організму. Результати існуючих робіт нерідко є суперечливими і не повністю відтворюваними [4, 11]. Бракує комплексних досліджень, в яких би встановлювалися універсальні біологічні закономірності впливу ГГФ на організм людини.

Метою дослідження є встановлення загальних (для різних сезонів та випробуваних осіб) типових послідовностей змін стану організму (за показниками психіки, центральної та вегетативної нервової, серцево-судинної систем) здорової людини у відповідь на дію ГГФ.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ефективним способом визначення ефектів ГГФ є аналіз динаміки показників організму у певному діапазоні часу відносно проходження специфічних біологічно ефективних геліогеофізичних подій, до яких відносяться, насамперед, геомагнітні збурювання (ГМЗ), геомагнітні штилі (ГМШ), зміни знаку міжпланетного магнітного поля (ММП), сонячних спалахів (СС). Математичний метод накладених епох (МНЕ) [10] дозволяє виявляти систематичні ефекти геліогеофізичних факторів, відокремлюючи їх від можливих ефектів інших чинників, знаходячи характерні профілі динаміки досліджуваних біологічних показників у певному діапазоні часу відносно реперних геліогеофізичних подій.

Схема даного дослідження будувалася виходячи з того, щоб отримати якомога повну інформацію про типові послідовності реагування організму здорової людини на різні типи геліогеофізичних подій (геомагнітні збурювання, геомагнітні штилі, зміни знаку міжпланетного магнітного поля, сонячні спалахи), універсальні для випробуваних різної статі, індивідуально-типових особливостей організму, різних сезонів тощо. Геліогеофізичні дані (часові ряди геліогеофізичних індексів, геліогеофізичних подій різних класів з вичерпною інформацією про їх особливості) отримані із джерел міжнародної системи Світового центру геофізичних даних (США, РФ) та Інституту земного магнетизму і розповсюдження радіохвиль РАН.

Експериментальні дослідження проводилися виключно на добровольцях; на них не здійснювали вплив ніякі чинники фізичної або хімічної природи (електромагнітні поля, екранування, пікові навантаження тощо), тим більше, що подібні роботи були виконані раніше на лабораторних тваринах [8, 23]. Випробувані – 48 функціонально здорових осіб різної статі віком 18–21 років. Проведено 3 серії моніторингових вимірювань. Інтервали вимірювань та кількість учасників: 1 серія (12.02.2008–25.04.2008) – 18 осіб; 2 серія (11.11.2008–04.01.2009) – 14 осіб; 3 серія (02.03.2009–30.04.2009) – 16 осіб. Випробувані та експериментатори не були інформовані про поточний стан геліогеофізичної обстановки, що знизило ризик отримання артефактних результатів.

Дослідження проводилися з використанням комп'ютерних програм, розроблених та апробованих в Інституті космічних досліджень РАН (Москва) за участю Н.І. Хорсевої, П.П. Грігала. В моніторингу вимірювалися такі показники:

1) Дрібна моторика пальців рук (ДМПР) – кількість натискань окремими пальцями одночасно правою та лівою руками на відповідні клавіші. Реєструються: а) кількість натискань пальцями кожної з рук протягом 30 с; б) частка натискань лівою й правою руками. Ці показники, як доведено авторами методики, відображають абсолютний і відносний ступені активності моторної кори відповідно правої й лівої півкуль мозку [7].

2) Коректурна проба – кількість правильно відзначених певних букв у процесі перегляду прямокутної таблиці [20]. Реєструються продуктивність виконання завдання – добуток числа оброблених знаків на частку правильно відмічених символів, а також точність виконання методики. Таким чином, виявляються показники стійкості, концентрації уваги, загальний рівень працездатності.

3) Проста слухо-моторна реакція (ПСМР). Реєструється середній латентний час між пред'явленням стимулу і натисканням на клавішу провідною рукою за результатами 20-ти натискань.

4) Психоемоційний стан оцінювався методом семантичного диференціала модифікованим опитувальником [1]: вимірювалися показники тривожності, активності, агресивності, настрою, самопочуття.

5) Артеріальний тиск (САТ, ДАТ) і ЧСС реєструвалися зранку (7–8 год.) і ввечері (20–21 год.) у стані спокою; за даними 3-х послідовних вимірювань обчислювалися показники пульсового тиску (ПТ = САТ – ДАТ) і індексу Кердо Кердо (ІК), який відображає переважання активності симпатичної (ІК > 0) або парасимпатичної ланки (ІК < 0) вегетативної регуляції серцево-судинної діяльності: $ИК = 100 \cdot \left(1 - \frac{ДАТ}{ЧСС}\right)$.

Після одержання профілів відповідних фізіологічних у діапазоні ±4 діб відносно дат геліогеофізичних подій певного класу застосовували статистичні критерії Вілкоксона для незалежних вибірок і для парних спостережень для виявлення значущих тенденцій у змінах та рівнях фізіологічних показників.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

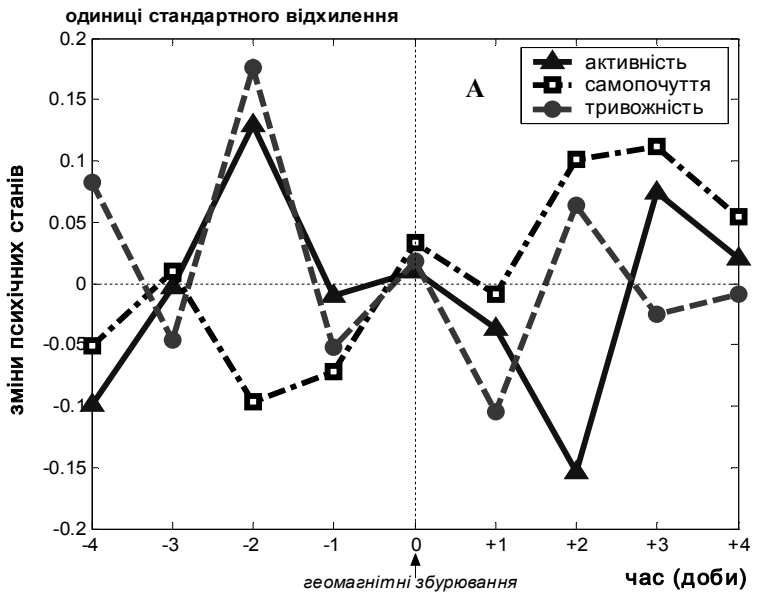
Протягом даного експерименту в трьох серіях вимірювань досліджувалися зміни стану організму здорових випробуваних за показниками психоемоційної сфери, центральної й вегетативної нервової, серцево-судинної систем. Аналізувалися реакції фізіологічних систем організму здорової людини на відокремлені у часі геліогеофізичні події (не менше ніж на 4 доби): ГМЗ, ГМШ, зміни знака ММП та сонячні спалахи (СС). Дослідження проводилися на фоні фази мінімуму сонячної активності, тому обрані для аналізу події геомагнітних збурювань не випереджалися сонячними спалахами; у свою чергу, після сонячних спалахів не відбувалося помітних геомагнітних збурювань.

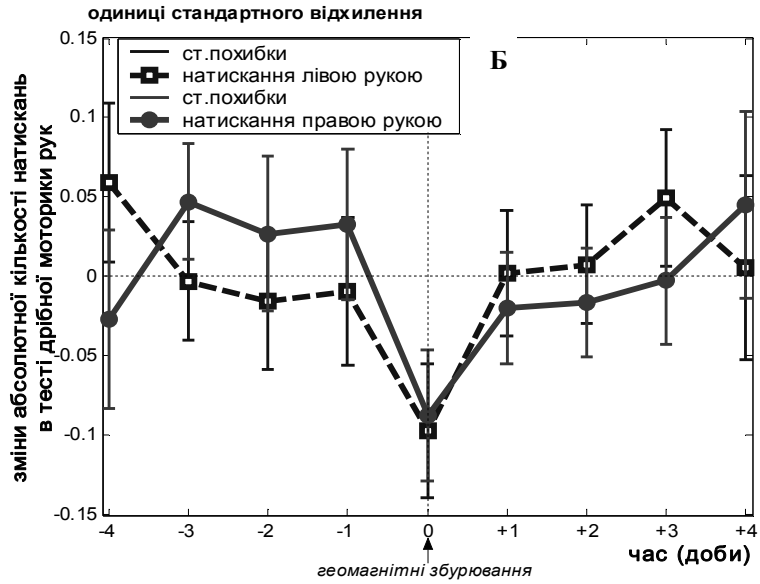
Послідовності статистично значущих змін у фізіологічних показниках, які відтворюються в різних серіях вимірювань (для геліогеофізичних подій кожного класу), наведені у табл. 1.

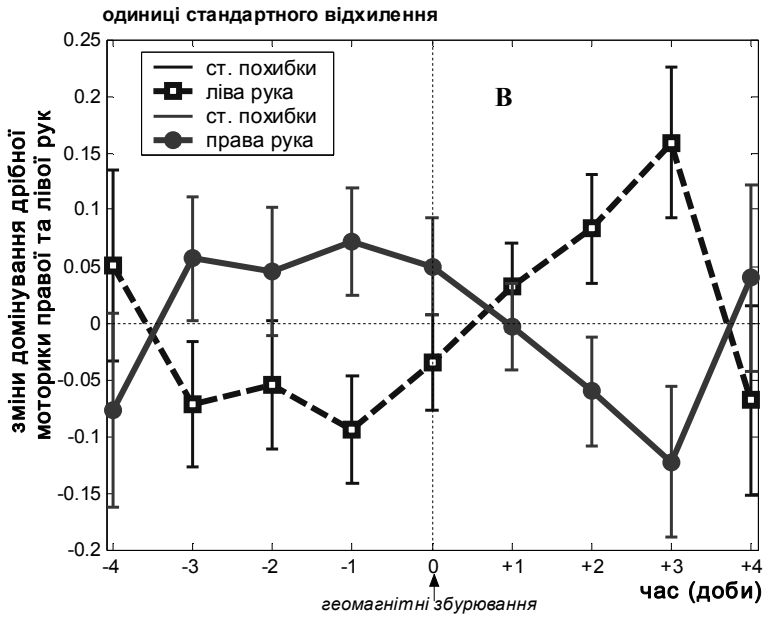
Що стосується реакцій організму на геомагнітні збурювання, то вже за 2-і доби до початку основної фази ГМЗ спостерігається сполучення погіршеного самопочуття та високої активності з максимумом тривожності (рис. 1 А), що можна розглядати як підвищення

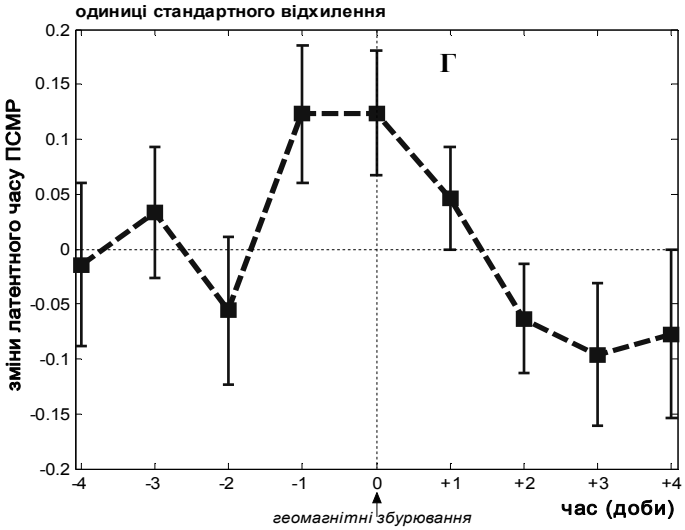
пильності, збудливості індивіда. Цілеспрямованість діяльності в даний період також підвищується, як видно з результатів коректурної проби за 2-і доби до ГМЗ (рис. 1 Д). За 1 добу до ГМЗ спостерігаються максимальна продуктивність коректурної проби на фоні низької швидкості ПСМР (рис. 1 Д, Г). Це може свідчити про врівноваження активності стрес-потенцуючих і стрес-лімітуючих механізмів, що призводить до підвищення ефективності диференційованого гальмування в нервовій системі. В цілому таке сполучення параметрів в період до початку ГМЗ можна розглядати як аналог орієнтувально-пошукових реакцій на нові подразники у тварин. Випереджальні реакції на ГМЗ (ефект Чижевського-Вельховера) здатні реалізуватися, зокрема, завдяки резонансному впливу на внутрішні осцилятори нервової системи природного фактора, що передує головній фазі геомагнітного збурювання: зокрема, довгоперіодним (2–240 хв.) коливанням геомагнітного поля, обумовленим осциляціями сонячного вітру за 1,5–2 доби до початку головної фази ГМЗ [29] – саме в той час, коли стартують перші реакції організму на ГМЗ (табл. 1). В добу початку ГМЗ швидкість ПСМР залишається низькою (рис. 1 Г), а кількість натискання обома руками в тесті дрібної моторики має мінімум (рис. 1 Б). Це відповідає результатам роботи [2] про перерозподіл просторової синхронізації ритмів біоелектричної активності головного мозку – підсилення синхронізації у скроневих областях та її зниження у фронтальній корі. Зниження ступеня просторової синхронізації в області премоторної кори може бути однією з причин уповільнення сенсомоторної реакції в період геомагнітного збурювання. В добу ГМЗ починає зростати частка натискань лівою рукою, а надалі – протягом +1, +2, +3 діб спостерігається домінування лівої руки, що свідчить про зростання ролі правої півкулі, особливо в зоні премоторної кори лобної долі (рис. 1 В). В лобних долях головного мозку знаходяться центри керування поведінкою, умовно-рефлекторною діяльністю; активація правої лобної області настає в умовах «новизни» обстановки, а лівої – в умовах «рутинної» життєдіяльності [28].

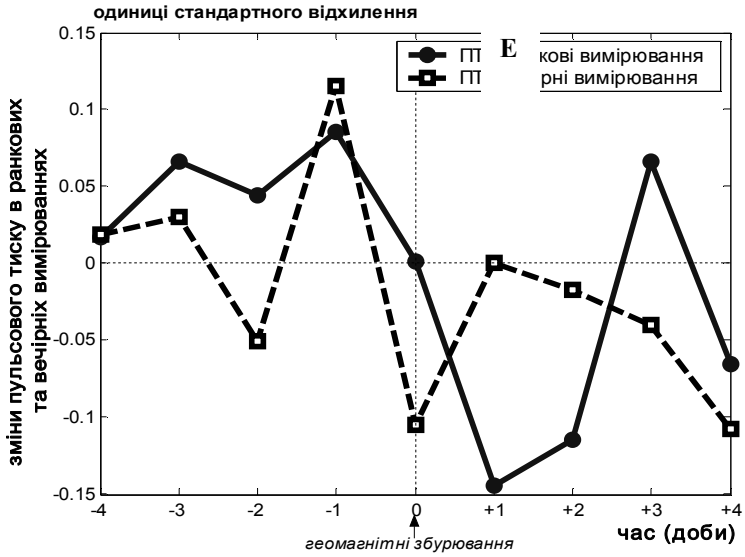
В нашому дослідженні зростання домінування лівої руки свідчить про те, що перебудова корково-сенсорних нервових шляхів триває від початку головної фази ГМЗ до 2–3 діб після нього. В цей же час відновлюються нормальні значення ПСМР.

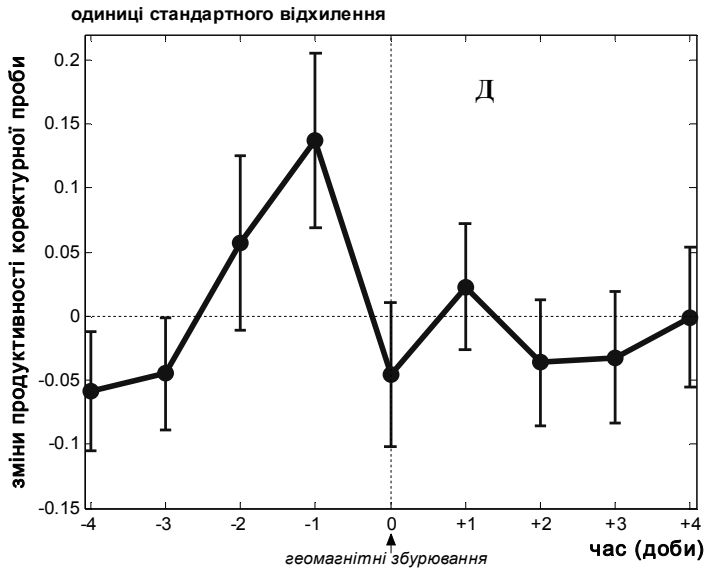

одиниці стандартного відхилення
зміни психічних станів
активність
самопочуття
тривожність
А
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-4
-3
-2
-1
0
+1
+2
+3
+4
геомагнітні збурювання
час (доби)


одиниці стандартного відхилення
зміни абсолютної кількості натискань в тесті дрібної моторики рук
ст.похибки
натискання лівою рукою
ст.похибки
натискання правою рукою
Б
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-4
-3
-2
-1
0
+1
+2
+3
+4
геомагнітні збурювання
час (доби)


одиниці стандартного відхилення
зміни домінування дрібної моторики правої та лівої рук
ст. похибки
ліва рука
ст. похибки
права рука
В
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-4
-3
-2
-1
0
+1
+2
+3
+4
геомагнітні збурювання
час (доби)


одиниці стандартного відхилення
Г
зміни латентного часу ПСМР
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-4
-3
-2
-1
0
+1
+2
+3
+4
геомагнітні збурювання
час (доби)


одиниці стандартного відхилення
Е
зміни пульсового тиску в ранкових та вечірніх вимірюваннях
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-4
-3
-2
-1
0
+1
+2
+3
+4
геомагнітні збурювання
час (доби)


одиниці стандартного відхилення
Д
зміни продуктивності коректурної проби
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-4
-3
-2
-1
0
+1
+2
+3
+4
геомагнітні збурювання
час (доби)

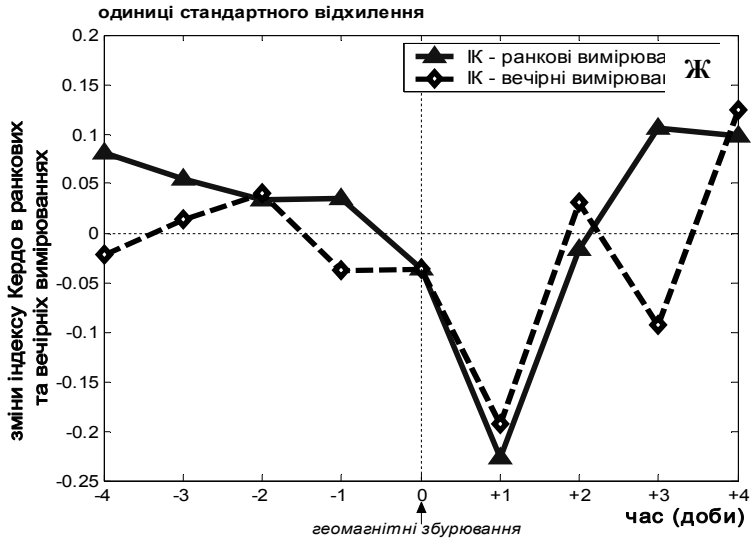


Рисунок 1 – Зміни стану деяких із вимірюваних показників організму (за даними 3 моніторингових серій – у 47 здорових випробуваних протягом 158 діб) в діапазоні ±4 діб відносно дат геомагнітних збурювань:

А: активність, самопочуття, тривожність;

Б: кількість натискань в тесті дрібної моторики пальців рук (ДМПР), що відображує абсолютний ступень активності моторної кори протилежної півкулі мозку;

В: переважання натискань відповідною рукою в тесті ДМПР, що відображує відносне переважання активності моторної кори протилежної до руки півкулі мозку;

Г: латентний час простої слухо-моторної реакції;

Д: продуктивність виконання коректурної проби;

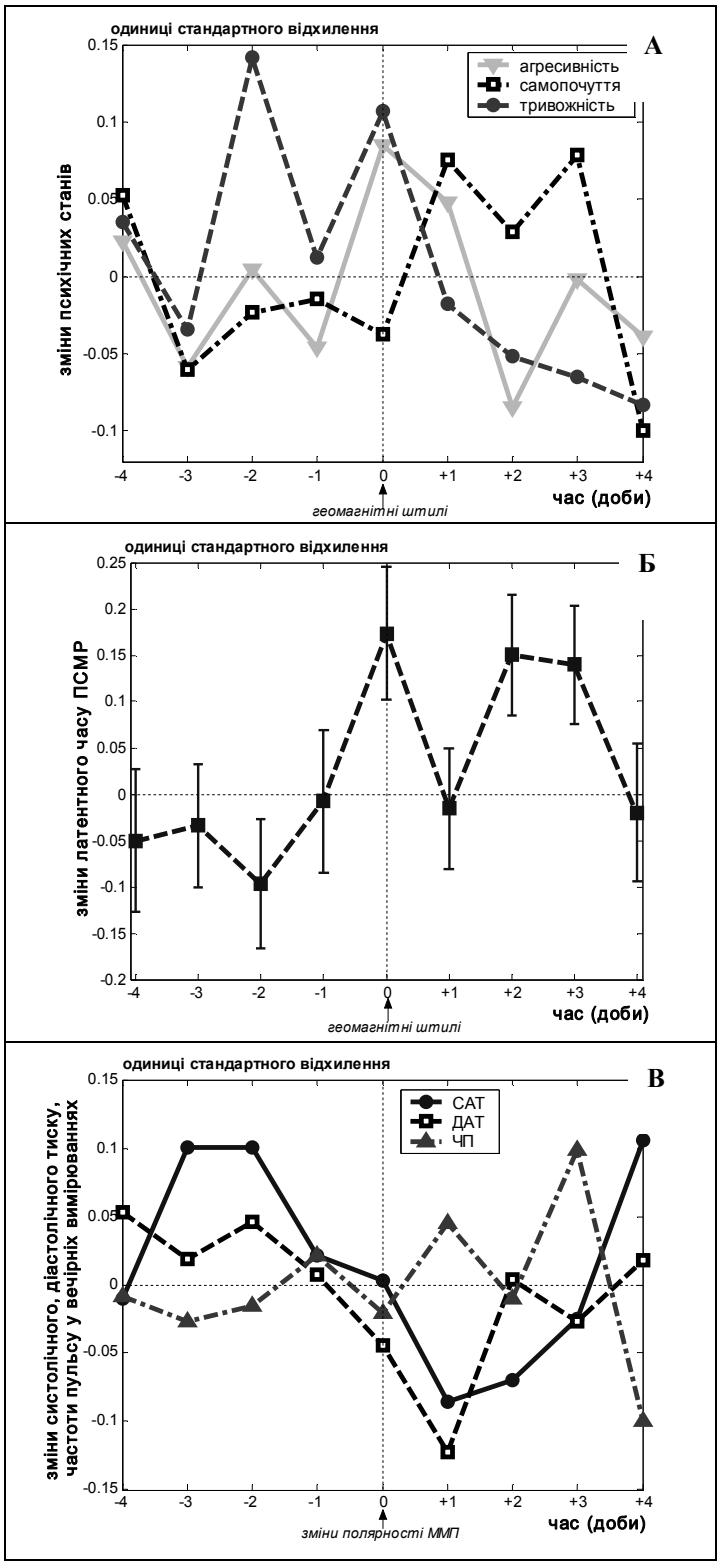
Е: пульсовий тиск у ранкових і вечірніх вимірюваннях;

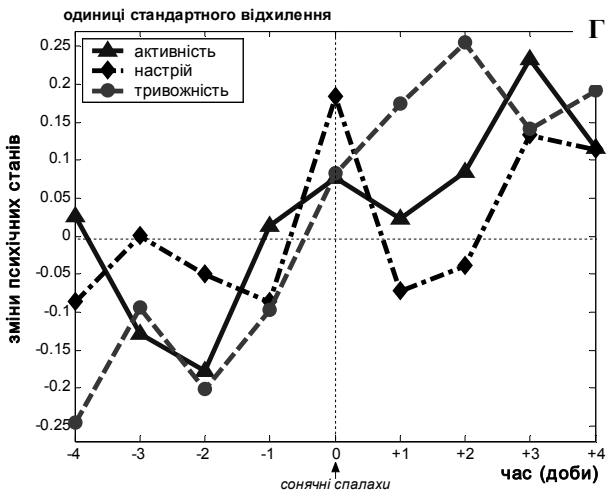
Ж: Індекс Кердо у ранкових і вечірніх вимірюваннях.

Всі значущі зміни у серцево-судинній системі спостерігаються в період від початку ГМЗ та наступні дні. Так, в добу початку ГМЗ у вечірній час пульсовий тиск знижується (рис. 1 Е), скоріше всього за рахунок підвищення діастолічного артеріального тиску (ДАТ) в попередні доби (табл. 1). Найзначніше зниження пульсового тиску (ПТ) реєструється вранці в +1 добу (рис. 1 Е) за рахунок максимального ДАТ, який залишалося достовірно високим і ввечері (табл. 1). Зміни САТ мають коливальний характер з максимумом через 1 добу після ГМЗ і мінімумом на +2 добу після ГМЗ (табл. 1). Таким чином, в добу початку ГМЗ найбільш реактивними є механізми, що регулюють діастолічний та пульсовий тиск.

Зростання ДАТ свідчить про підвищений периферичний опір, ймовірно, за рахунок секреції пресорних агентів (кортизол, ангіотензин) і зміни електродинамічних характеристик формових елементів крові та судинної стінки (сладж еритроцитів, тромбоґенез тощо) [10]. Сполучення підвищеного ДАТ з відсутністю адекватного наростання САТ і ЧСС може призводити до зниження ударного об’єму серця, кровообігу, і внаслідок цього – до зниження транспортної функції крові та швидкості газообміну. Отже, в умовах первинної десинхронізації роботи нервової системи поблизу дат ГМЗ може траплятися неузгодженість механізмів, що реалізують симпатичні реакції на периферії. Брак ефективності керуючих функцій ЦНС відносно серцево-судинної системи обумовлюють зниження значущості активуючих симпатичних впливів на трофічну і скорочувальну функції серця. Це підтверджуються мінімальними значеннями індексу Кердо через 1 добу після ГМЗ (рис. 1 Ж). Формування стану відносної гіпоксії тканин в наступні після ГМЗ дні стимулює активність серцево-судинного та дихального центрів у довгастому мозку, що відповідає вже вторинній стрес-реакції з запусканням всіх відповідних механізмів – адренергічних, допамінергічних тощо.

Що стосується ймовірних реакцій організму на фактор геомагнітного штиля (ГМШ), то за 2 доби до штиля також спостерігається підсилення тривожності (рис. 2 А), як і при ГМЗ. В добу початку ГМШ також підвищена тривожність (рис. 2 А) і знижується швидкість ПСМР (рис. 2 Б). В цілому ж, за умов ГМШ перебудова корково-підкоркових взаємодій біоелектричної активності головного мозку виражена меншою мірою і менш детермінована, ніж у випадку ГМЗ. Реакції організму на ГМШ не такі однотипні; автоколивальні процеси в усіх регуляторних системах більше розтягнуті у часі. Фактор ГМШ викликав триваліші перебудови серцево-судинної системи (табл. 1), ніж ГМЗ. Про це свідчать високоамплітудні зміни індексу Кердо і ЧСС.





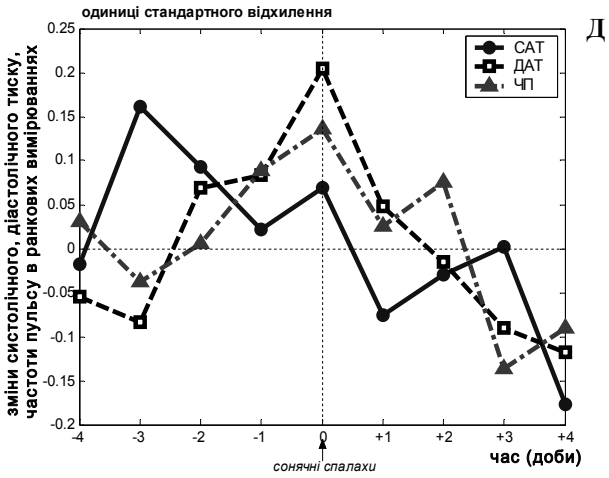


Рисунок 2 – Зміни стану деяких із вимірюваних показників організму (за даними 3-х моніторингових серій – у 47 здорових випробуваних протягом 158 діб) в діапазоні ±4 діб відносно дат геліогеофізичних подій:

А: агресивність, самопочуття, тривожність – поблизу дат геомагнітних штилів;

Б: латентний час простої слухо-моторної реакції – поблизу дат геомагнітних штилів;

В: систолічний, діастолічний тиск, частота серцевих скорочень (частота пульсу) у вечірніх вимірюваннях – поблизу дат змін знака ММП;

Г: активність, настрій, тривожність – поблизу дат сонячних спалахів;

Д: систолічний, діастолічний тиск, частота серцевих скорочень (частота пульсу) в ранкових вимірюваннях – поблизу дат сонячних спалахів.

Таблиця 1 – Статистично значущі ефекти в фізіологічних показниках поблизу дат геліогеофізичних подій

Показники	***Геомагнітні збурювання***					
	-2 доба	**-1 доба**	**0 доба**	**+1 доба**	**+2 доба**	**+3 доба**
Психічні стани	Активність та тривожність максимальні; самопочуття погіршилося	–	–	–	–	–
Дрібна моторика пальців рук (ДМПР)	–	–	Натискання обома руками зменшуються. Частка лівої руки зростає	Натискання лівою рукою зростають. Частка лівої руки продовжує зростати	Частка лівої руки продовжує зростати	Частка лівої руки продовжує зростати
Швидкість ПСМР	–	Знижена	Знижена	Покращується	Продовжує покращуватися	–
Продуктивність коректурної проби	Підвищена	Підвищена і продовжує покращуватися	–	–	–	–
САТ, ДАТ, ЧП, ПТ, ІК – зранку	–	ДАТ зростає	ДАТ продовжує зростати, ПТ зменшується, ІК зменшується	ДАТ максимальний, ПТ продовжує зменшуватися, ІК мінімальний	ІК зростає	–
САТ, ДАТ, ЧП, ПТ, ІК – увечері	–	САТ зріс	ПТ зменшується	САТ максимальний, ІК мінімальний	САТ і ДАТ зменшуються, ІК зростає	–
Показники	***Геомагнітні штилі***					
	-2 доба	**-1 доба**	**0 доба**	**+1 доба**	**+2 доба**	**+3 доба**
Психічні стани	Тривожність підвищена	–	Агресивність підвищена, тривожність підвищена	Агресивність підвищена, самопочуття підвищено	–	Самопочуття підвищено

Продовження табл. 1

Дрібна моторика пальців рук (ДМПР)	–	–	Частка лівої руки зменшується	–	–	Частка лівої руки зростає, частка правої руки зменшується
Швидкість ПСМР	–	–	Зменшилася	Підвищилася	Зменшується	Знижена
САТ, ДАТ, ЧП, ПТ, ІК – зранку	ЧП підвищена, САТ мінімальний	–	–	ПТ зростає	–	ЧП підвищена
САТ, ДАТ, ЧП, ПТ, ІК – увечері	САТ знижений	САТ знижений	САТ зростає	ЧП зменшується	ЧП зростає	ДАТ зростає, ЧСС підвищена
	Зміни знака ММП					
Показники	**-2 доба**	**-1 доба**	**0 доба**	**+1 доба**	**+2 доба**	**+3 доба**
САТ, ДАТ, ЧП, ПТ, ІК – зранку	–	САТ знижений, ДАТ знижується	ДАТ знижений	ДАТ знижений	САД зростає	–
САТ, ДАТ, ЧП, ПТ, ІК – увечері	–	САТ і ДАТ знижуються	ДАТ продовжує знижуватися	САТ і ДАТ знижені	САТ знижений	–
	Сонячні спалахи					
Показники	**-2 доба**	**-1 доба**	**0 доба**	**+1 доба**	**+2 доба**	**+3 доба**
Психічні стани	–	–	Активність зростає. Настрій максимальний. Тривожність зростає	Настрій погіршується. Тривожність продовжує зростати	Активність зростає. Настрій покращується, тривожність продовжує зростати	Активність продовжує зростати
САТ, ДАТ, ЧП, ПТ, ІК – зранку	–	–	ДАТ максимальний	–	–	–

Примітки: ПСМР – проста слухо-моторна реакція; САТ – систолічний артеріальний тиск; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск; ЧП – частота пульсу; ПТ – пульсовий тиск; ІК – індекс Кердо

Зміни цих показників відображують ступінь виразності симпатичної активності, зокрема, чутливості рецепторів до адреналіну, яка зростає в умовах підвищеної потреби в кисні. Оптимізація діяльності нервової системи після початку ГМШ теж триваліша, ніж після ГМЗ, особливо стосовно ПСМР (рис. 2 Б). Слід зазначити, що при аналізі реакцій фізіологічних систем здорового організму в умовах підвищення або зниження ГМА встановлено первинний ефект реактивних змін з боку психофізіологічних показників. Це означає, що зміни в електромагнітно-акустичному фоні довкілля виконують для організму роль сигналів, у відповідь на які реалізуються певні фізіологічні реакції. У зв'язку з цим слід згадати, що стрес взагалі є когнітивним процесом [15]. Вторинність реакцій серцево-судинної системи відносно параметрів вищої нервової діяльності у здоровому організмі біологічно доцільна і необхідна, – таким чином зберігається ієрархія керуючих систем та їх перебудов в умовах змін навколишнього середовища.

Реакції організму здорової людини на фактор змін знака ММП, очевидно, є менш детермінованими і виявляють більшу індивідуальну варіативність. Про це свідчить відсутність групових тенденцій у змінах майже всіх показників, крім артеріального тиску, при наявності індивідуальних реакцій, як видно з наших інших досліджень [19]. Єдина загальна тенденція – зниження САТ і ДАТ (рис. 2 В) – відповідає зниженню симпатичної активності поблизу дат змін знака ММП.

Статистично значущі зміни показників поблизу дат сонячних спалахів спостерігаються починаючи не раніше самої події спалаху. Це відповідає фізичному сенсу спорадичних сонячних спалахів – в довкіллі немає їх передвісників [6]. В добу сонячного спалаху є зміни психічних станів: сполучення максимального настрою, підвищення тривожності і активності (рис. 2 Г). Також спостерігається незначне зростання САТ і ДАТ (рис. 2 Д), що відповідає зростанню симпатичної активності.

Отже, фактор сонячного спалаху сприяє активуючий вплив на психіку та ЦНС, що відповідає результатам інших наших досліджень про те, що чинник СА зсуває реактивність організму в бік підвищеної активації [9].

Геліогеофізичні фактори є вагомим екологічним чинником, що впливає на стан організму людини, незалежно від особливостей його вихідного стану. Процеси розвитку й життєдіяльності людини і тварин істотно залежать від дії геліогеофізичних чинників, що впливають на електромагнітно-акустичний фон навколишнього середовища і несуть важливу прогностичну інформацію. Так, перед настанням несприятливих природних явищ (землетруси, цунамі, урагани, шторми, грози, перепади температури, атмосферні фронти тощо) генеруються специфічні електромагнітні сигнали, які розповсюджуються на великі (300-1000 км) відстані; зокрема, циклони та антициклони розрізняються за типом електромагнітного випромінювання у полосах декількох кГц і 6-8 Гц [22, 27]. Електромагнітні «прикмети» локальних та планетарних явищ є близькими за спектром до геліогеофізичних подій: в епіцентрі майбутнього землетрусу спостерігаються локальні геомагнітні збурення, аналогічні до планетарних [21], а також збуреність іоносфери [13]. Довготривалі і короткочасні варіації ГГФ планетарного характеру (а також геліогеофізичні події – ГМЗ, зміни знака ММП, СС тощо) самі здатні впливати на тропосферну циркуляцію і атмосферний тиск [14, 18], метеорологічні екстремуми [5], ймовірність землетрусів, ураганів тощо [3, 30].

Для виживання біологічних систем необхідно завчасно прогнозувати і реагувати на ймовірні несприятливі чинники довкілля, що загрожують життєдіяльності. Тому випереджальне реагування на чинники середовища є невід’ємною властивістю біологічних систем. Випереджальне реагування могло з'явитися тільки за умов існування в природі циклічних подій, тому квазіперіодичні зміни в ГГФ є максимально надійним датчиком для систем сигнальної перцепції заради реалізації кращої адаптації до значущих змін у довкіллі. Наднизькочастотні електромагнітні поля є ідеальним засобом для сигналізації [23]. Характерні поведінкові та фізіологічні реакції людини і тварин на геліометеофактори полягають у запусканні й реалізації вроджених стереотипних програм,

тобто інстинктів. Специфічні сигнали від ГГФ можуть виконувати функцію їх релізеров. Важливий результат, встановлений в дослідженні, – це розгортання своєрідних послідовностей реакцій організму на різні геліогеофізичні ситуації, причому психічне реагування, як правило, починається першим за чергою серед інших систем організму.

У перспективі планується подальше дослідження реакцій організму людини на різні геліогеофізичні ситуації.

ВИСНОВКИ

1. У багатодобових моніторингових дослідженнях встановлені загальні типові послідовності змін стану організму поблизу дат відокремлених у часі геліогеофізичних подій.
2. За 2-і доби до початку головної фази геомагнітного збурювання зростають активність і тривожність, погіршується самопочуття, підвищується цілеспрямованість діяльності. За добу до геомагнітного збурювання підвищується ефективність диференційованого гальмування в центральній нервовій системі. Починаючи з доби початку головної фази геомагнітного збурювання, зростає відносна активність правої півкулі мозку, збільшується діастолічний артеріальний тиск.
3. За 2-і доби і в добу початку геомагнітного штиля тривожність є максимальною. В діапазоні ±3 діб відносно дат геомагнітного штиля спостерігаються високоамплітудні зміни індексу Кердо і частоти серцевих скорочень.
4. В інтервалі ±1-ї доби відносно дат змін знака міжпланетного магнітного поля зменшується симпатична активність.
5. В добу проходження сонячних спалахів виявляється сполучення максимального настрою, підвищення тривожності і активності одночасно з підвищенням симпатичної активності.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бачериков Н.Е., Воронцов М.П., Добромиль Э.И. Психогигиена умственного труда учащейся молодежи – К.: Здоровье, 1988. – 165 с.*
2. *Белов Д.Р., Кануников И.Е., Киселёв Б.В. Зависимость пространственной синхронности ЭЭГ человека от геомагнитной активности в день опыта // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 1998. – Т. 84, № 8. – С. 761–774.*
3. *Биоэффекты слабых переменных магнитных полей и биологические предвестники землетрясений / Леднев В.В., Белова Н.А., Рождественская З.Е. [и др.] // Геофизические процессы и биосфера. – 2003. – Т. 2, № 1. – С. 3–11.*
4. *Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Возрождение гелиобиологии // Природа. – 2005. – № 9. – С. 54–62.*
5. *Вальчук Т.Е., Кононова Н.К., Чернавская М.М. Метеорологические экстремумы – особые точки в рядах функциональных связей между погодой и солнечной активностью // Космос и биосфера : межд. конф., 28 сент. – 4 окт. 2003 г.: тезисы докл. – Партенит, 2003. – С. 7–8.*
6. *Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу (Гелиобиология от А.Л. Чижевского до наших дней) – М.: МНЭПУ, 2000. – 374 с.*
7. *Григал П.П., Хорсева Н. Компьютерная диагностика мелкой моторики руки – Вторая международная научно-практическая конференция «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности»; 07–09 февраля 2006 г.: г. Санкт-Петербург; сборник тезисов; Т. 6. – СПб., 2006. – С. 195–196.*
8. *Григор'єв П.Є. Зв'язок інфрадіанної ритміки фізіологічних процесів у тварин з варіаціями геліогеофізичних факторів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.02 «Біофізика» – Сімферополь, 2005. – 20 с.*

9. *Григорьев П.Е. Связь адаптационных реакций с гелиогеофизическими факторами у испытуемых с различным вегетативным статусом // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV, № 2. – С. 133–135.*
10. *Гурфинкель Ю.И. Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность – М.: ИИКЦ «Эльф-3», 2004. – 170 с.*
11. *Жвирблис В.Е. О воспроизводимости гелиобиологических экспериментов // Проблемы космической биологии. – 1989. – Т. 65. – С. 145–160.*
12. *Индекс активности геомагнитных пульсаций типа Pc1 и его использование в геофизических исследованиях / Э.Т. Матвеева; В.Ф. Рубан, Р.В. Щепетнов и др. // Геомагнетизм и аэрономия. – 2001. – Т. 41, № 2. – С. 175–178.*
13. *Ионосферные предвестники землетрясений / А.Л. Бучаченко, В.Н. Ораевский, О.А. Похотелов и др. // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166, № 9. – С. 1023–1029.*
14. *А.К. Кириллов, Н.Г. Кириллова Ионосфера и вариации атмосферного давления в приземном слое // Геополитика и геоэкодинамика регионов. – 2007. – Т. 3, № 1. – С. 36–41.*
15. *Менделевич В.Д. Клиническая и медицинская психология. Практическое руководство. – М.: Медпресс-информ, 2002. – 592 с.*
16. *Мустель Э.Р. Метод наложения эпох // Бюлл. науч. информ. астроном. совета АН СССР. – 1968. – № 10. – С. 8.*
17. *Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология – М.: Дрофа, 2003. – 624 с.*
18. *Одинцов В.И., Конрадов А.А. Роль секторной структуры ММП в геомагнитных, физико-химических и биофизических процессах // Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т. 4, № 1/2. – С. 5–18.*
19. *Поскотинова Л.В., Григорьев П.Е. Зависимость типологических особенностей вегетативных реакций здоровых лиц от фоновых показателей гелиометеофакторов // Экология человека. – 2008. – № 5. – С. 3–8.*
20. *Рогов Е.И. Настольная книга практического психолога. Кн. 1. – М.: Владос, 1999. – 384 с.*
21. *Сидорин А.Я. Предвестники землетрясений – М.: Наука, 1992. – 191 с.*
22. *Степанюк И.А. Электромагнитные поля при аэро- и гидрофизических процессах – СПб.: Изд. РГГМУ, 2002. – 214 с.*
23. *Темурьянц Н.А., Владимирський Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире – К.: Наукова Думка, 1992. – 188 с.*
24. *Чуян Е.Н., Григорьев П.Е. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на связь инфрадианной ритмики физиологических процессов организма с вариациями гелиогеофизических факторов // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2008. – № 2 (50). – С. 45–62.*
25. *Шабатура Н.Н. Механизм происхождения инфрадианных биологических ритмов // Успехи физиол. наук. – 1989. – Т. 20, № 3. – С. 83–103.*
26. *Электромагнитная экологическая безопасность человека на антарктической станции «Академик Вернадский» / Горго Ю.П., Рагульская М.В., Любимов В.В. и др. – ИЗМИРАН, 2002. – 12 с. – (Препринт / РАН, Институт земного магнетизма и распространения радиоволн ; ИЗМИРАН 1156–11.*
27. *Bortels H. Das Gefrieren unterkuhlten Wassers in Beziehungen zu interdiurnen Luftdruckanderungen und zur Solaraktivitat // Archiv fur Meteorologie, Geophysiks und Bioklimatologie. – 1956. – Vol. 7. – S. 269.*
28. *Goldberg, E. The executive brain: Frontal lobes and the civilized mind – New York: Oxford University Press, 2001. – 251 p.*
29. *Khabarova O.V. Ivestigation of the Tchizhevsky-Velhover effect // Biophysics. – 2004. – Vol.49, Supp l. – P. 60–67.*

30. *Uyeda S. Electric and magnetic phenomena observed before the volcano-seismic activity in 2000 in the Izu Island Region, Japan / S. Uyeda, M. Hayakawa, T. Nagao et al. // PNAS. – 2002. – Vol. 99, N 11. – P. 7352–7355.*

CHANGES IN A STATE OF HEALTHY HUMAN ORGANISM DURING THE HELIOGEOPHYSICAL EVENTS OF DIFFERENT TYPES

P.Ye. Grigoryev, L.V. Poskotinova, P.A. Tsandekov, Z.L. Podznoyeva

The results of study of typical changes in the status of physiological systems of an organism of healthy human in a range of ±4 days around the date of specific heliogeophysical situations – geomagnetic disturbances, geomagnetic calms, changes in the interplanetary magnetic field polarity, Solar flares – are presented in the article. The existence of systematic changes in the organism status, which have a sense of adaptive responses on the possible ecologically significant changes in the environment, that are related to the action of the heliogeophysical factors.