



**Петро Баранський**  
доктор фіз.-мат наук,  
професор,  
гол. наук. співр. Інституту  
фізики напівпровідників  
НАН України, м. Київ



**Євген Венгер**  
доктор фіз.-мат. наук,  
член-кореспондент  
НАН України, зав. відділу  
Інституту фізики  
напівпровідників  
НАН України, м. Київ



## Об'єкти живої природи в обіймах

### 1. Вплив магнітних полів на рослинний світ

Відаючи належне загальновизна-  
ному засновнику геліобіології О.Л. Чи-  
жевському і його піонерським ро-  
ботам у цій галузі [1-4], а також беручи  
до уваги те, що багато питань, пов-  
язаних з впливом слабких магнітних  
полів (МП) на біологічні об'єкти (БО)  
упродовж тривалого часу виклика-  
ли не тільки підвищений інтерес, але  
також і гарячі дискусії (аж до запереч-  
ень можливості впливу слабких МП  
на БО), автори цих рядків, як фізики-  
професіонали, вважають за потрібне  
надати переконливі докази такого  
впливу, перш ніж обговорювати цю  
проблему в більш широкому плані.  
Найнадійніше можна було це зробити  
в дослідях із рослинним світом, щоб  
виключити будь-які підозри з проявом  
ефекту самонавіювання і т.ін., вико-  
ристовуючи при цьому надійну і добре  
апробовану техніку фізичного експе-  
рименту.

Автори роботи [5] використали ту  
обставину, що в біологічних системах  
різного рівня організації багато хіміч-  
них процесів (зокрема і процеси об-  
міну, що супроводжуються окислю-  
вально-відновними реакціями) відбу-  
ваються за ефективної участі вільних  
радикалів (ВР). Наявність ВР у цих  
процесах відкриває можливість ви-  
користання для проведення дослідів з  
виявлення впливу МП на БО високо-  
чутливого методу — методу електрон-  
но-парамагнітного резонансу (ЕПР).  
Висока чутливість методу ЕПР дозво-  
лила поставити експерименти в най-  
жорсткіших умовах, а саме: для вияв-  
лення не дії (а післядії) МП відносно  
слабкої напруженості ) на біохімічні  
процеси (пов'язані з участю ВР), які в  
повітряно-сухому (тобто в насінні, що  
перебуває в стані біологічного спо-  
кою, а не проростає) протікають над-  
звичайно по-вільно.

Вимірjana амплітуда сигналу ЕПР у  
контролі ( тобто в насінні проса, яке

#### Література

1. *А.Л. Чижевський*. Физические факторы исторического процесса. г. Калуга 1-я Гостинография, 1924.—72 с.
2. *А.Л. Чижевський*. О соотношении между периодической деятельностью Солнца и эпидемией холеры и гриппа // Русско-немецкий журнал — 1927.-3.—№9.—С.511-539.
3. *А.Л. Чижевський*. Космический пульс жизни. М.: "Мысль".—1995.—768 с.
4. *А.Л. Чижевський, Ю.Г.Шишина*. В ритме Солнца. М.: "Наука"—1969.—112 с.
5. *П.І. Баранський, Л.Т. Міщенко*. Зміни спектрів ЕПР у повітряно-сухому насінні деяких сільськогосподарських рослин, які виникають під впливом зовнішніх магнітних полів // Доповіді

АН УРСР.— Сер. Б. — 1979.—№10.—С.842-844.

6. *Л.Т. Міщенко*. Автореферат дисерт. канд. біолог. наук. М., 1979.—24 с.

7. *П.І. Баранський, Є.Ф. Венгер, О.В. Гайдар*. Проблеми, пов'язані з довготривалим перебуванням космічних кораблів з астронавтами на борту в міжпланетному просторі // Космічна наука і технологія. —2002.—8.—№4.—С.86-95.

8. *В.М. Почтарев*. Магнетизм Земли и космического пространства.—М.:Наука, 1966.—184 с.

9. *П.І.Баранський, Л.Т.Міщенко*. Способ предпосевной обработки семян. А.с. №913993. Заявитель: Институт полупроводников АН УССР, Заявка №2673426. Приоритет изобретения 28 июня 1978 г.

не проходило попередньої обробки в МП) становила  $A_1=30$  відн. одиниць. Також і 24-годинна витримка насіння в МП напруженістю 33 Ерст. нічого не змінювала ( $A_2=30$  відн. од.) Але попередня витримка насіння в МП цієї ж напруженості (33 Ерст.) упродовж 240 годин призвела до зниження  $A_3$  майже у 2 рази. (тобто, в серії цих дослідів відношення амплітуд становило:  $A_1:A_2:A_3=30:30:16$ . Не менш переконливими були результати аналогічних вимірів сигналів ЕПР з насінням пшениці Миронівська-808, яке попередньо омагнічувалося в МП  $H=5000$  Ерст. упродовж 48 годин ( $A_2$ ), а також 240 годин ( $A_3$ ), що призвело до відношення амплітуд  $A_1:A_2:A_3=30:25:20$ , де  $A_1$ , як і раніше, значення амплітуди сигналу ЕПР в контролі.

Та чи не найбільш переконливо свідчить про вплив МП на насіння різних рослин, яке зазнає цього впливу не в стані біологічного спокою, а в стані активного метаболізму (в стані проростання), як це видно з рис. 1, отримано-го в роботі [6]. Адже результати цього впливу в цьому випадку можна вимірювати не якимось високочутливим резонансним методом, а простою шкільною лінійкою з міліметровими позначками.

Магнітобіологічні дослідження в колишньому Інституті напівпровідників АН УРСР (тепер — ІФН ім. В.Є. Лашкарьова НАН України) проводилися в 70-ті роки ХХ ст. не через брак завдань напівпровідникової електроніки (чи напівпровідникового матеріалознавства) а у відповідь на вимогу часу — для забезпечення майбутніх довготривалих космічних польотів, наприклад, для реалізації польотів на Місяць чи Марс. Але якщо експедицію на Місяць американські астронавти забезпечили необхідними біомасою та провіантом, заготовленими ще на Землі, то при подорожі на Марс (яка буде тривати ~2,5–3 роки) біомасу необхідно буде вирощувати на борту космічного корабля (КК).

А переконавшись у тому, настільки важливим для процесів метаболіза-ції

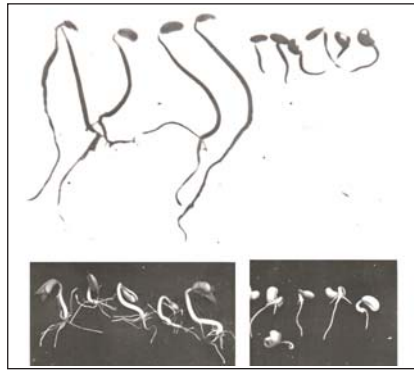


Рис. 1. А. Паростки сої "Київська-48", що проростали в МП  $H=5000$  Ерст. упродовж 5-ти діб (зліва), справа — контроль (таке ж насіння) і в тотожних умовах проростало 5 діб в геомагнітному полі  $H=0,5$  Ерст.

Рис. 1. Б. 5-ти добові паростки квасолі. Зліва — ті, що проростали в МП напруженістю  $H=5000$  Ерст., а справа — контроль: аналогічне насіння, що проростало упродовж 5-ти діб в геомагнітному полі  $H=0,5$  Ерст.

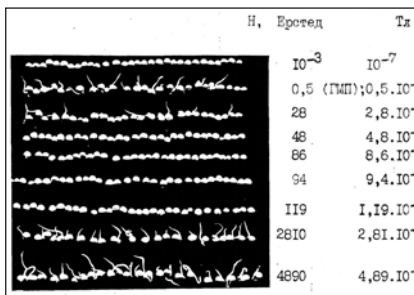


Рис. 2. Результати 4-добового проростання насіння гороху в магнітних полях різної напруженості. Ці дані дозволяють зробити два важливі висновки: а) про велику екологічну значущість ГМП (для цього до-сить порівняти між собою лише верхні два рядки); б) магнітобіологічний ефект не пропорційний МП, а є складною функцією H, що знаходить свій вияв у немонотонному проростанні насіння при систематичному підвищенні напруженості МП (згори вниз) за інших рівних умов.

живої природи є геомагнітне поле (ГМП) (рис. 2) і аналізуючи перспективи запланованої (2014 р.) американцями мандрівки на Марс, у роботі [7] ми вважали за необхідне рекомендувати і на КК, який буде реалізовувати цю мандрівку, штучно створити (за допомогою кілець Гельмгольца) магнітне поле (малої напруженості 0,5–0,6 Ерст.), яке було б еквівалентним ГМП, оскільки воно є (як пере-

конливо свідчать досліди [6]) однією із екологічно важливих компонент навколишнього середовища для представників рослинного і тваринного світу, які пристосовувалися упродовж своєї еволюції до нього. А з віддаленням від центру Землі ГМП, як видно з рис. 3 (запозиченого з роботи [8], досить швидко спадає і на висоті ~100 тис. км (у дні спокійного Сонця) не перевищує 2–3  $\mu^2$ .

Завершальним етапом вивчення впливу МП на рослинний світ була розробка (і перевірка в лабораторних і польових умовах — практично у всіх регіонах України) методу передпосівної обробки насіння зернових культур магнітним полем, яка забезпечувала 20–25% у надбавку до урожаю. Метод захищено авторським свідоцтвом [9].

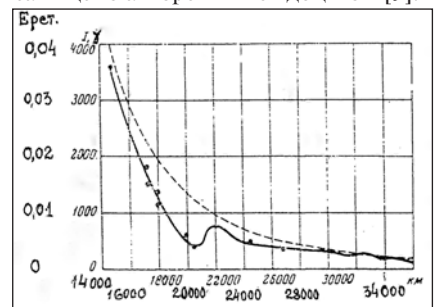


Рис. 3. Криві зміни напруженості магнітного поля Землі з висотою.

По вертикалі — напруженість магнітного поля Землі (гами і Ерстеди).

Штрихова крива — обраховані значення напруженості магнітного поля Землі.

Суцільна крива — дані вимірів на радянській ракеті.

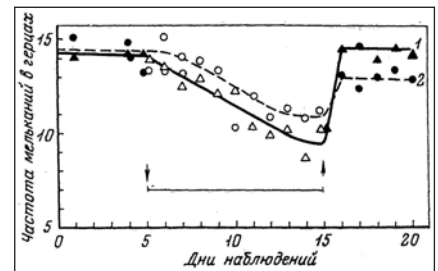
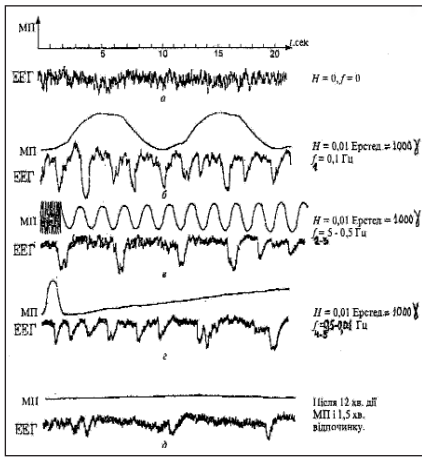


Рис. 4 Зміна найменшої частоти мерехтіння світла, необхідної для появи суб ективного відчуття неперервного світла у людини, яка екранована від впливу ГМП ( $H=5 \cdot 10^{-4}$  Ерст.). 1 і 2 — різні піддослідні. Стрілками позначені часові межі екранування піддослідних клієнтів від впливу ГМП

10. D.E. Beischer. Biomagnetics //N.-Y. State J.Med.—1965.—Vol.134.—P.939. Цит за кн.: Проблемы космической биологии //1973.—Том. 18.—С.149.  
 11. Z. Miro et. al. Биологическое действие гипомангнитных сред //Presse thermalet Climatique. — 1970.— 107.—N1.—P.32-34.  
 12. M.H. Halpern, J.H. Van Dyke. Very low magnetic fields Biological effects and their implications for space flight // 37th annual Meeting. Aerospace Medic. Association. Las Vegas. apr. 1966.  
 13. В.Н. Михайловський, Н.Н. Красногорський, К.С.Войчишин та ін. Про сприймання людьми слабких магнітних полів. //ДАН УРСР.—Сер. Б.1969.—№10.—С.929-933.  
 14. В.Н.Михайловський, Н.Н.Красногорський, К.С.Войчишин и др. О восприятии людьми слабых колебаний напряженности магнит-

ного поля. //В кн.: Проблемы бионики. М.: Наука. 1973.—С.202.  
 15. H.Aceto, C.A.Tobias, J.L.Silver. Some Studies on the biological effect of magnetic fields. //IEEE Trans., — 1970.—June, MAG-6.—N12.—P.368-373.  
 16. В.Н. Бинзи, А.В. Савин. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические объекты. //УФН.—2003.—Том 173.—№3.—С.265-300.  
 17. Ю.А. Холодов, А.Н. Козлов, А.М. Горбач. Магнитные поля биологических объектов. М.: Наука.—1987.— 145 с.  
 18. В.Л. Введенский, В.И. Ожогин. Сверхчувствительная магнитометрия и биомагнетизм. М.: Наука. — 1986.—200 с.  
 19. А.П. Дубров. Геомагнитное поле и жизнь. Л.: Гидрометеоиздат. 1974.—175 с.

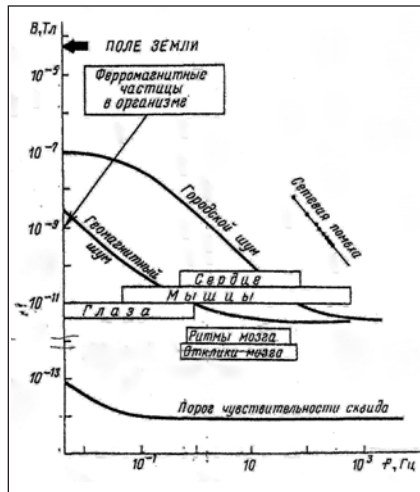


**Рис. 5.** 20-секундні відрізки електроенцефалограм (ЕЕГ) пацієнта Л.Г.: а - до включення МП; б - між 60 і 80 с дії МП напруженістю  $H=1000$  Ерст. і частотою  $f_1=0,1$  Гц; в - між 200 і 240 с дії МП при переході від  $f_2=5$  Гц до  $f_3=0,5$  Гц; г - між 250 і 270 с дії МП, при переході від  $f_4=0,5$  Гц до  $f_5=0,01$  Гц; д - після 12 хв. дії МП і 1,5 хв. відпочинку.

## 2. Вплив магнітних полів на здоров'я людей

Бейшер, який, як і ми, вважав, що ні один живий організм не зможе бути видалений з магнітного середовища (ГМП) без серйозних негативних наслідків, приблизно в той самий час експериментував безпосередньо з фізично здоровими людьми (космонавтами), розміщуючи їх у кімнаті, в якій ГМП можна було (шляхом компенсації) зменшити в 1000 раз, доводячи його до величини  $\sim 5 \cdot 10^{-4}$  Ерст, близької до нуля. При цьому було показано (рис. 4), що в фізично здорових людей, які перебувають упродовж 10 діб у середовищі, практично вільному від ГМП, реакція на світлове мерехтіння знижується (від 14,3 до 9,5 Гц, тобто в 1,71 раза), хоча при наступному перебуванні протягом 5-ти діб в ГМП їх вихідна реакція практично майже повністю відновлювалася [10]. З приводу результатів, отриманих Бейшером, автори роботи [11] писали: "Роботи Гальперна і Ван-Дейка [12] (з мишами, яких розміщували в МП  $\sim 3 \cdot 10^{-4}$  Ерст.) досить показові в цьому плані. В той час, як перебування ми-

шей в гіпоманітному полі упродовж проміжку часу, що не перевищував тижня, ослаблене МП видимого впливу на них не чинило, той самий дослід, якщо його проводили протягом від 4-х місяців до року, зумовлював тяжкий розлад обміну речовин, що призводив тварин до передчасної смерті. За таких умов можна задати собі запитання відносно результатів, які були б отримані Бейшером у дослідях з людьми, якби ці досліді проводилися протягом не 10-ти діб, а декількох місяців?"

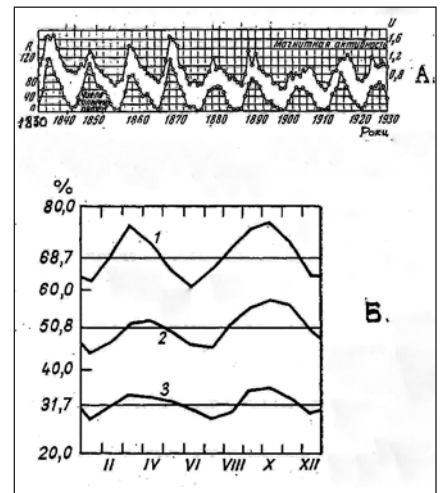


**Рис. 6.** Місце біомагнітних сигналів організму людини в шкалі магнітних полів. Подані також рівні характерних завад і частотні діапазони сигналів

Ці результати ще раз підтверджували правильність нашого висновку про необхідність забезпечення в об'ємі КК наявності МП, еквівалентного ГМП, не тільки для автономного вирощування на борту КК потрібної біомаси, а також і для гарантії безпечного існування астронавтів на борту КК і напруженої діяльності їх упродовж значного проміжку часу (в 2-3 роки).

Поки що йшлося про вплив постійних МП різної напруженості на біологічні об'єкти. Нервова система тварин і людини виявилася більш чутливою до змінних у часі магнітних полів (ЗМП), оскільки в цьому випадку (крім всього іншого) ще може реалізуватися і прояв резонансів різних біоритмів (наявних у живому організмі) з

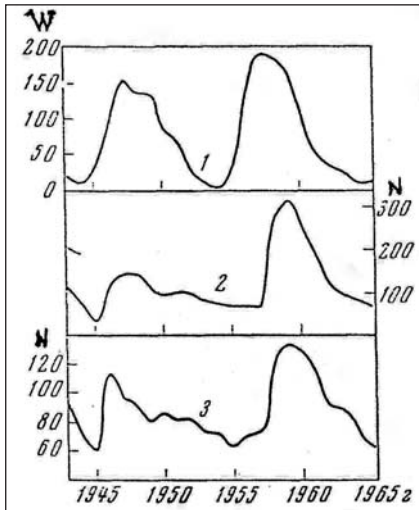
частотами ЗМП. За даними роботи [13] на рис. 5 наведено зміни 20-ти секундних відрізків електроенцефалограм (ЕЕГ) під впливом ЗМП напруженістю  $H=0,01$  Ерст 1000  $\gamma$  (приблизно в 50 разів меншого за напруженість ГМП) при різних частотах. В іншій роботі [14] ті самі автори повідомляли, що навіть короточасний вплив ЗМП  $H=1000 \gamma=0,01$  Ерст. з частотою  $f=0,01-5$  Гц різко змінює характер ЕЕГ, підвищує частоту пульсу, погіршує самопочуття (з являється кволість, головні болі, відчуття тривоги тощо) і, як показує запис, сильно змінюється електрична активність мозку. Ширше вплив МП на біологічні об'єкти розглянуто в оглядових роботах [15, 16], а інформацію про магнітні поля біологічних об'єктів можна знайти в книзі [17]. Запозичений з монографії [18] рис. 6 дає повне уявлення про біомагнітні сигнали різних органів людського організму і частотні діапазони, в яких вони проявляються, а сама монографія присвячена розгляду досягнень сучасної надчутливої магнітометрії і її застосувань у сфері біомагнетизму.



**Рис. 7.** А. Зміна сонячних плям (нижня крива) і магнітної активності (верхня крива) упродовж 100 років. Б. Розподіл магнітної активності за місяцями в межах року: 1 - в роки високої сонячної (а, отже, і магнітної) активності; 2 - в роки середньої і 3 - в роки низької сонячної активності.

20. В. Лебедев. Когда нет магнитного поля //Авиация и космонавтика.—1966.—№7.—С.28-30.  
 21. Дорожно-транспортні пригоди в Україні / Матеріал, підготовлений Управлінням ДАІ МВС України.—Київ, 1996.—№4/32.—116 с.; 1997.—№4/117.—79 с.  
 22. Ю.С. Загускин, В.Н. Иванов. Исследование связи СА и тяжести послед-ствий ДТП в Москве / В сб. ст. "Проблемы космической биологии" под ред. акад. В.Н. Черниговского. Том. 43, М., 1982.—с.59-63.  
 23. А.И. Оситов, В.Л. Десятов. К вопросу о механизме влияния колебаний активности Солнца на организм человека / В сб. "Влияние СА на атмосферу и биосферу Земли". —М., 1971.—с.204-208.  
 24. Ш. Масмура. Сильный эффект солнечной активности в

дорожных происшествиях / В кн.: "Влияние СА на атмосферу и биосферу Земли". —М., 1971.—с.209-210.  
 25. А.Л. Чижевский. Земное эхо солнечных бурь. М. 1976.  
 26. П.Р. Романчук. Влияние солнечной активности на ДТП //Автошляховик України.—1999.—№1.—С.27.  
 27. П.И. Баранский, Е.Ф. Венгер, А.В. Гайдар, И.А. Забудский. Влияние солнечной активности (геомагнитных бурь) на регуляторные системы человека и адекватность его поведения в стрессовых ситуациях на Земле и в Космосе. //Электронная обработка материалов.—2004. №5.—С.65-69.  
 28. П.И. Баранский, Е.Ф. Венгер, О.В. Гайдар. Влияние солнечно-земных зв'язків на регуляторні системи людини і стан аварійності на автомагістралях //Доповіді НАН України.—1999, №8.—С.176.



**Рис. 8.** Порівняння числа ДТП з сонячною активністю (числами Вольфа W): 1 — числа Вольфа W; 2 — число ДТП N в Токіо; 3 — число ДТП у всій Японії (без Токіо) N. В обох випадках число N бралось в розрахунку на 1000 автомобілів

Виникало бажання значний прогрес магнітобіологічної науки, стимульованої, в першу чергу, освоєнням космічного простору, використати в Земних умовах на захист здоров'я людини і підвищення безпеки і комфортності в її взаємодії з навколишнім середовищем. Адже ГМП, як виявилось, є однією з екологічно важливих компонентів навколишнього середовища, а нервова система людини надзвичайно чутлива до швидкомінливих досить слабких магнітних полів і може виявитися зовсім не байдужою до впливу так званих магнітних бур, пов'язаних з підвищеною сонячною активністю.

Відомо, що максимумами сонячної і магнітної активності синхронно і регулярно виникають приблизно через кожні 11 років (рис. 7) [8]. З ними астрофізики пов'язують появу магнітних бур, що відбуваються в магнітосфері Землі з деяким запізненням (по відношенню до спалахів на Сонці) на 20-30 годин, необхідних зарядженим частинкам "сонячного вітру", щоб подолати відстань у 150 млн. км від Сонця до Землі. Щорічно найбільш магнітоактивними [в сенсі прояву геомагніт-

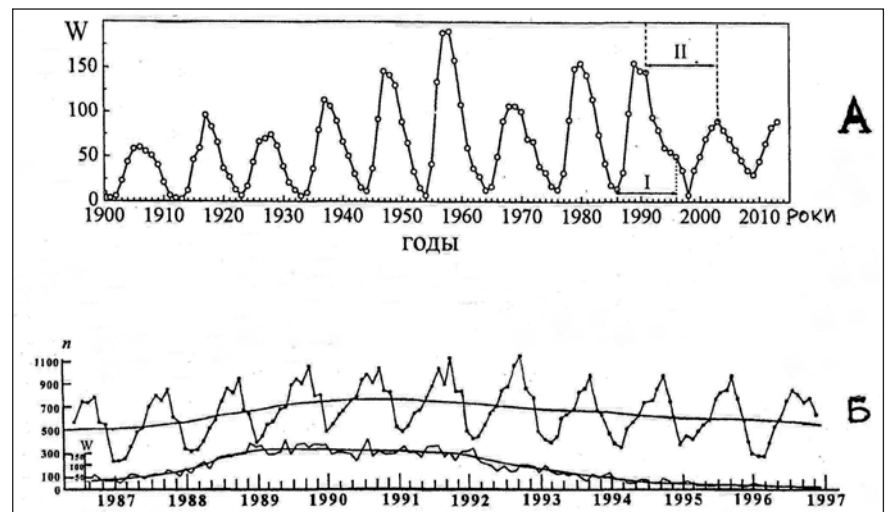
них бур (ГМБ)] за даними [19] виявляються місяці березень і жовтень (рис. 7-Б).

Виникає питання: чи впливають зміни сонячної активності (СА) (і пов'язані з ними ГМБ) на регуляторні системи здорової людини? Це було би варто враховувати при виконанні виробничих завдань підвищеної складності, які вимагають від працівника повної зосередженості при взаємодії окремого індивіда з іншими людьми чи складними механізмами, або швидкої і абсолютно безпомилкової реакції при керуванні КК, сучасними літаками та автотранспортними засобами на швидкісних автомагістралях.

Україні [21] тільки за 1992-1996 рр. в ДТП на автомагістралях України загинуло понад 37770 осіб, тобто щороку в середньому гинуло понад 7550 людей.

За свідченням авторів [22], лікар Р.Рейтер із Мюнхена вперше зіставив дані 150 тисяч ДТП, що відбулися в цьому місті упродовж 1950-1951 рр. з характеристиками СА і показав, що в дні підвищеної СА реакція людини на сигнал сповільнювалась майже в чотири рази. Ці результати (зовсім незалежно) були підтверджені К.Вернером на матеріалі 67727 ДТП в м. Гамбурзі.

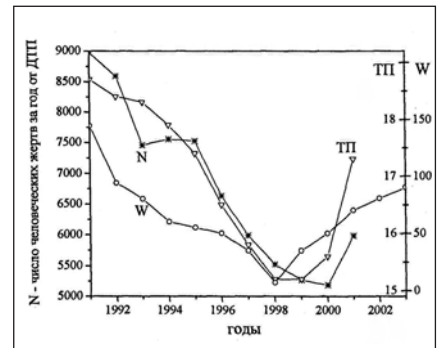
Проведене авторами [23] упродовж 1958-1964 рр. у Томську повсяк-денне



**Рис. 9.** А. Числа Вольфа W, що характеризують СА за 100 років. Б. Розподіл кількості летальних наслідків п після ДТП за період 1986-1997 рр. і кореляція цієї залежності з функцією на той же період часу (нижня крива)

Конкретним підтвердженням назрілої необхідності пошуку відповіді на питання, задане вище, можуть бути не тільки результати досліджень зв'язку СА (а отже, і ГМБ) з виробничим травматизмом, а й пошук умов гарантованої безпеки космонавтів або екіпажів підводних човнів, які за умовами праці вимушені тривалий час перебувати в магнітному середовищі, суттєво відмінному від типового ГМП [20].

Але чи не найбільше зобов'язує до вивчення цієї проблеми статистика дорожньо-транспортних пригод (ДТП) у нашій країні. Згідно з оперативною інформацією Управління ДАІ МВС



**Рис. 10.** Кореляція функції з числом людських жертв у результаті ДТП (N) і  $TP=N/100$  ДТП за період з 1991 по 2003 рр. за статистичними даними Управління ДАІ МВС України

29. **К.Ф. Новикова, Т.Н. Панов, А.П. Шушаков.** Геомагнитные возмущения и инфаркты миокарда // Солнечные данные.—1966.—№2.—С.69-73.  
 30. **А.В. Сосунов, Ю.С. Маник.** Материалы к изучению роли циклической деятельности Солнца в патогенезе важнейших сердечно-сосудистых заболеваний // Солнечные данные.—1966.—№4.—С.73-76.  
 31. **Б.А. Рывкин.** Заболеваемость инфарктом миокарда и некоторые показатели-теги солнечной активности // Солнечные данные.—1966.—№6.—С.70-74.  
 32. **Б.А. Рывкин, Ф.З. Рывкина, Б.И. Коберина** и др. К вопросу о солнечно-земных связях в клинике сердечно-сосудистых заболеваний // Солнечные данные.—1967.—№4.—С.82-85.

33. **К.Р. Седов, Н.Н. Королева.** Солнечная активность и сердечно-сосудистые катастрофы // Солнечные данные.—1966.—№11.—С.83-84.  
 34. **Ю.И. Алабовский, А.Н. Бабенко.** Смертность от сосудистых заболеваний головного мозга в годы с различным уровнем магнитной активности // В сб. "Влияние СА на атмосферу и биосферу земли". М., 1971.— С.189-190.  
 35. **А.И. Осипов, В.Л. Десятов.** К вопросу о механизме влияния колебаний активности Солнца на организм человека // В сб. "Влияние СА на атмосферу и биосферу земли". М., 1971.— С.204-208.  
 33. **К.Р. Седов, Н.Н. Королева.** Солнечная активность и сердечно-сосудистые катастрофы // Солнечные данные.—1966.—№11.—С.83-84.

порівняння даних про ДТП з характеристиками СА показало зростання числа ДТП у дні ГМБ майже у чотири рази порівняно з числом ДТП у магнітно-спокійні (МС) дні.

Вважаючи, що найменші відхилення від нормального стану нервової системи водіїв транспортних засобів за умов ГМБ може призводити до суттєвого збільшення числа ДТП (в розрахунку на кожну тисячу машин, Масамура [24] зіставив число ДТП в Токіо і по всій Японії (за період часу з 1943 по 1965 р.) з числами Вольфа W (що характеризують СА) за ті ж роки і одержав між цими даними хорошу кореляцію (рис. 8). А щоб виключити можливий вплив регіональних мікрокліматичних умов на зміну числа ДТП в тій самій роботі [24] наведено дані ДТП для 10 міст (розкиданих географічно по всій Японії) за кожен день з 1 по 15 липня 1966 р. з урахуванням того, що саме 7 липня 1966 р. на Сонці спостерігали сильний хромосферний спалах. Як показали ці результати, саме в цей день (і добою пізніше) у всіх 10-ти містах Японії відмічене різке зростання числа ДТП. Це й зрозуміло, якщо врахувати, що ГМБ на Землі настають зазвичай не безпосередньо після сильних хромосферних спалахів на Сонці, а з деяким запізненням (на ~26-40 годин) [25].

Досліджуючи зв'язок СА з ДТП в Москві, автори [22] показали, що число потерпілих у магнітоактивні (МА) дні в 1973 р. виявилось на 10,6% більше, ніж у магнітоспокійні (МС), а в 1974 р. цей показник склав 20,6%. При цьому слід пам'ятати, що кількість МА днів у різні роки різна.

Беручи до уваги чітко виявлену (на величезному часовому інтервалі t~100 років) 11-річну повторюваність СА (див. рис. 7-А), представляло самостійний інтерес виявити кореляцію змін СА з усередненим числом ДТП протягом кожного року. В межах одного з максимумів СА (між 1986 і 1996 рр., позначеного числом I на рис. 9-А) це зроблено автором роботи [26]. Дані цієї роботи (рис. 9-Б) (у вигляді огинаючої для усереднених чисел ДТП добре повторюють хід, зображеної нижньою кривою).

Провал функції на рис. 9-А (між 1991 і 2003 рр., позначений числом II)

Таблиця 1					
захворювання інфарктом міокарда в С.-Петербурзі в магнітно-активні та магнітно-спокійні дні					
роки	кількість захворювань		роки	кількість захворювань	
	на 1 день з високою магнітною активністю	на 1 магнітно-спокійний день		на 1 день з високою магнітною активністю	на 1 магнітно-спокійний день
1960	6,3	2,4	1962	6,7	3,5
1961	6,9	4,0	1963	6,8	3,6

Таблиця 2					
Загибель від інфаркта міокарда в Свердловську в магнітно-активні та магнітно-спокійні дні					
1960	0,649	0,500	1964	0,588	0,210
1961	0,668	0,169	1965	0,240	0,255
1962	0,642	0,328	1966	0,821	0,448
1963	0,551	0,258	середнє значення	0,594	0,310

досліджений у нашій роботі [27] і наведений тут рис. 10. Звідси випливає, що як в максимумі СА (рис. 9-Б), так і в її мінімумі (рис. 10) кореляція між і ДТП зберігається. Аналогічна інформація була отримана і в інших наших дослідженнях (див., напр. [28]).

Отримавши переконливі експериментальні докази того, що магнітні поля навіть зовсім низької напруженості суттєво впливають на рослинний і тваринний світ, а зовсім маленьке ГМП (що становить всього лише 0,5 0,6 Ерст.) є ще й екологічно важливим елементом навколишнього середовища (без якого не можуть нормально функціонувати ні рослини, ні тварини), і навіть довівши (щоправда опосередковано — через зв'язок ГМБ з ДТП) суттєвий вплив ГМБ на регуляторні системи людини, ми впритул підійшли до ще важливішого питання, а саме: як же впливають МП (зокрема ГМБ) на стан здоров'я повністю здорових і не зовсім здорових (хворих) людей? Ось тут уже ми маємо прислухатися до голосу фахової медицини, яку нерідко фізики критикували за невміння пояснити вплив МП на об

екти живої природи, і яка за таких непростих умов змогла зібрати багатий експериментальний матеріал, вартий уваги фізиків-науковців і взагалі читачів, які зацікавлені в пізнанні таємниць природи.

На великому масиві клінічних спостережень встановлено чіткий зв'язок СА і ГМБ з серцево-судинними захворюваннями [29-32] і гострими серцево-судинними кризами [33-35]. Наведемо лише дві таблиці з роботи [36], які є, на наш погляд, досить показовими і дозволяють стверджувати, що захворювання і смертність у магнітоактивні дні істотно більші, ніж у магнітоспокійні. Сонячна активність (через ГМБ) впливає не тільки на основні показники крові [37], але також змінює і "транспортні" можливості кров'яних судин, звужуючи їх поперечний перетин [38].

Виявлена також кореляція серцевого ритму з індексом геомагнітних збурень [39], вплив ГМБ на нервопсихологічний стан [40] і захворювання крові [37].

Посилаючись на результати роботи Московського НДІ гігієни, автор

34. Ю.И. Алабовский, А.Н. Бабенко. Смертность от сосудистых заболеваний головного мозга в годы с различным уровнем магнитной активности // В сб. ст. "Влияние СА на атмосферу и биосферу земли". М., 1971. — С.189-190.	37. А.Т. Платонова. Изменения в свертываемости крови за 1949-1966 г.г. и солнечная активность // В сб. ст. "Влияние СА на атмосферу и биосферу земли". М., 1971.—С.191-193.
35. А.И. Осипов, В.Л. Десятов. К вопросу о механизме влияния колебаний активности Солнца на организм человека // В сб. ст. "Влияние СА на атмосферу и биосферу земли". М., 1971.—С.204.	38. А.И. Михайлов, П.И. Шалимов, Г.В. Шилов и др. О современных проблемах и методологических подходах естествознания //Актуальные проблемы современного естествознания. Калуга: Изд. КГПУ.—2000.—С.321 (сб. тезисов).
36. К.Ф. Новоикова, Б.А. Рыбкин. Солнечная активность и сердечно-сосудистые заболевания // В сб. ст. "Влияние СА на атмосферу и биосферу земли".—М., 1971.— С.164-179.	39. М.С. Кайбышев. Возмущенность геомагнитного поля и сердечный ритм //Солнечные данные за 1968 г. Л., 1969.—№11.—С.96-98.

## Висновки

Підводячи підсумки всьому вищесказаному, можна стверджувати:

1. Після вимірів за допомогою надчутливих магнітометрів магнітних полів ( $\sim 10^{-9}$  ...  $10^{-12}$  Тл) окремих органів людського організму, можна вважати, що

а) питання про можливість впливу МП на живі організми втратило сенс (бо МП не може не взаємодіяти з МП);

б) одержання чітких магнітокардіограм дитини, яка перебуває ще в утробі матері [47], відкриває абсолютно нові горизонти для діагностики і лікування людини в ХХІ ст.

2. Доведена екологічна значущість ГМП, зовсім незначного за величиною напруженості (що не перевищує в наших широтах  $\sim 0,5-0,7$  Ерст.), чим не можна нехтувати, плануючи довготривалі космічні подорожі.

3. Змінні МП ефективніше впливають на об'єкти живої природи, ніж постійні МП (за інших рівних умов).

4. На багатому фактичному матеріалі переконливо показано, що ГМБ впливають на регуляторні системи здорового людського організму, суттєво знижуючи його реакцію в часі, а також погіршуючи загальний стан людей, що мають деякі вади в функціонуванні серцево-судинної чи центральної нервової системи.

5. Враховуючи, що магнітні бурі досягають поверхні Землі з запізненням приблизно на 26 годин після відповідного спалаху (протуберанця) на Сонці, попередження астрономів і повідомлення про це по радіо разом із прогнозом погоди про передбачувану ГМБ, напевне, багатьох хворих на серцево-судинні хвороби (чи психічні розлади) рятувало б (за рахунок профілактичних заходів) від глибоких криз, а декому, можливо, рятувало б і життя. А водії транспортних засобів теж би подумали, чи не відкласти поїздку до настання більш сприятливої магнітної обстановки. А надто організаторам повітряно-показових польотів, які мають справу з надзвуковою авіацією, вибирати дні для проведення цих свят, на наш погляд, абсолютно неприпустимо без відповідних консультацій з астрофізичною службою Сонця.

роботи [40] відносно впливу постійного МП на здорову людину відмічав, що у індивідів, які зазнавали впливу МП протягом 20-60% робочого часу (руки перебували в МП  $\sim 350-3500$  Ерст., а голова зазнавала впливу розсіяного МП, яке не перевищувало 150-250 Ерст.) частіше всього спостерігали деякі відхилення від норми в роботі нервової і серцево-судинної систем.

Автори [41] також вважають, що допустима межа напруженості постійного МП, в якому може перебувати людина, не зазнаючи відчутної шкоди для свого здоров'я, має бути нижчою 50 мТл–500 Ерст. (нагадаємо, що шкідливий підковоподібний магніт має напруженість МП між його полюсами 300-350 Ерст.).

Слід відмітити, що характер наведених вище оцінок досить умовний. Адже результат розглядуваного впливу залежить, звичайно, не лише від напруженості і часу дії магнітного поля, а також і від емоційного стану людини, рівня її втомленості і загального стану здоров'я. І, крім того, наведені оцінки стосуються лише постійних МП, а до змінних МП чутливість людського організму, як ми бачили, набагато вища, та до того ще й істотно залежна від частоти змін цього поля в часі. Загальний рівень знань сучасної науки про магнетизм і магнітні взаємодії як у земних умовах [42-44], так і в космосі [45] дозволяє чітко формулювати фізичні основи взаємодій, що виникають в об'єктах живої і неживої природи, які містяться в магнітному полі.

В живих організмах (надто, якщо у них наявна нервова система) ситуація з аналізом можливих механізмів впливу МП на їхній метаболізм і загальний прояв життєвих функцій суттєво удосконалюється тим, що цей чинник (МП) одночасно впливає на весь організм, окремі його органи, найчутливіші системи (типу нервової чи серцево-судинної) і навіть впливає на клітинному рівні, модулюючи ефективність іонного транспорту через мембрани клітин, а через нього — змінюючи і мембранний потенціал.

Маючи справу з живим організмом, біологи і медики, на відміну від фізиків, виділили для вивчення окрему підсистему (ізолювавши її від усіх

інших підсистем, не порушуючи життєвих ритмів цілісного організму) в принципі не можуть. Адже всі без винятку підсистеми живого організму зв'язані між собою і функціонують взаємоузгоджено. Тому шановні представники надзвичайно актуальної галузі науки про життя мають, нарешті, відмовитися від пошуку ефемерної “точка прикладання” (чи елементарного механізму впливу) МП, для пояснення його дії на живий організм. Адже після того, як за допомогою надчутливих магнітометрів були виміряні магнітні поля (пов'язані з рухом електричних зарядів у живому організмі) окремих органів людини (серця, очей, м'язів і т.ін.) — питання про можливість впливу МП на живий організм (як і зміст елементарного механізму МП з живим організмом) самі собою відпадають. Бо кожному з нас ще з далекого дитинства добре відомо, що однойменні полюси двох магнітів відштовхуються, а різнойменні — притягуються (тобто МП взаємодіє з МП).

А улюблене посилання критиків магнітобіології на малість енергії магнітних моментів електрона (ВН) в лабораторних МП низької напруженості, порівняно з енергією теплового руху (кТ), з виходом в світ роботи [46] і врахуванням того, що обмінні процеси в живому організмі становлять ланцюг багатьох хімічних перетворень, що відбуваються за участю вільних радикалів, — теж стало зовсім недоречним. Бо в цьому випадку МП забезпечує лише синглет - триплетні переходи вільних радикалів. А з фізичної хімії добре відомо, що в синглетному стані вільні радикали здатні брати участь у хімічних перетвореннях, а радикали в триплетному стані — хімічно неактивні і в реакціях участі не беруть. Тобто, хімічні перетворення в живому організмі проходять за рахунок внутрішніх енергетичних ресурсів системи, а МП виконує лише роль “спускового гачка”. Побіжно відмітимо, що запропонована в [46] теорія пояснює і немонотонність впливу МП на живі організми, що протягом значного часу в магнітобіології було справжнім “каменем спотикання”.

40. Ю.А. Холодов. Магнетизм в биологии. М.: Наука. 1970.-97с.

41. О. Becker, А.А. Marino. Electromagnetism and life / Albany, State Univ., N.Y.Press.-1982.-211 p.

42. С.В. Вонсовский. Магнетизм. М.: Наука.—1971.—1032 с.

43. А.Ф. Кравченко. Магнитная электроника.— Новосибирск, Изд. СО РАН.—2002.—391 с.

44. В.Г. Барьяхтар, Б.А. Иванов. Магнетизм. Что это? Киев: Наукова думка. 1981.— 208 с.

45. М. Штеенбек. Возникновение магнитных полей планет и звезд. //Наука и человечество.— 1967. М., АН СССР.—С.307-325.

46. Р.З. Садеев, К.М. Салихов, Ю.Н. Молин. Влияние магнитного поля на процессы с участием радикалов и триплетных молекул в растворах //Успехи химии. — 1977.—XLVI.—№4.—С.569-601.

47. В.Л. Введенский, В.И. Ожогин. Сверхчувствительная магнитометрия и биомагнетизм //Природа.—1981.—№7.—С.23-31.