

Національна академія наук України
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова

На правах рукопису

ВАСИЛИК Петро Васильович

ЦИКЛІЧНА МОДУЛЯЦІЯ БІОЛОГІЧНИХ
РИТМІВ ЛЮДИНИ ТА ДЕЯКИХ ТВАРИН
ГЕЛІОГЕОФІЗИЧНИМИ ФАКТОРАМИ

14.03.26 — біологічна і медична кібернетика та інформатика

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук

Київ 1996



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України.

Науковий консультант: доктор медичних наук, професор
ПОПОВ А. О.

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
ШАБАТУРА М. Н.,
доктор біологічних наук, професор
ТКАЧУК В. Г.,
доктор фізико-математичних наук,
професор КУРИК М. В.

Провідна організація: Інститут геронтології АМН України.

Захист відбудеться «10» квітня 1996 р.
о 14⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.39.05
при Інституті кібернетики імені В. М. Глушкова НАН Украї-
ни за адресою:

252022 Київ 22, проспект Академіка Глушкова, 40.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічному
архіві інституту.

Автореферат розісланий «7» серпня 1996 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

ЛННБ ім. В. Стефаніка КОЗАК Л. М.
АН України

46-39.3.8

Актуальність. Біологічні види на Землі еволюціонували, і існують в умовах впливу як земних, так і космічних факторів. Дослідження В. І. Вернадського (1924-1947) та О. Л. Чижевського (1916-1984) зробили вплив на формування і розвиток наукового напрямку по вивченню впливу космічних факторів на біосферу. Найбільш імовірними геліогеофізичними факторами, що впливають на біологічні види, вважаються геомагнітне поле і його різні збурення (Н.А.Темурьянц, В. М. Владимировский, О. Г. Тішкін, 1992). Виникли уявлення про те, що реакція біологічних систем на зміни природних електромагнітних полів відбувається по типу адаптивної стрес-реакції (Ф.І Комаров, Т.К. Бреус, С. І. Рапопорт та ін. 1989). Висунуто гіпотезу про десинхронізацію внутрішніх ритмів внаслідок аперіодичних змін зовнішніх електромагнітних полів (В. Г. Сідякін, Н. О. Темурьянц, В. В. Макеев, В. М. Владимировский, 1985; F. Halberg, T. K. Breus, G. Cornelissen et al. 1991).

З другого боку, накопичувались дані про вплив космічних факторів на поверхні Землі, які не могли бути пояснені геомагнітними збуреннями, оскільки геомагнітні збурення не мають для цього достатньої енергії.

Таким чином, космічні впливи на поверхні Землі, зокрема, впливи на хід біологічних процесів, можуть бути розділені на дві групи: ефекти порівняно низьких енергій, які можна пояснити геомагнітними збуреннями і ефекти, у яких енергії геомагнітних збурень бракує для їх пояснення.

Все це дозволяє зазначити, що проведення систематичних досліджень для вивчення впливу космічних факторів на хід біологічних процесів є актуальною задачею. Сумісний вплив флуктуацій космічних факторів за умов радіонуклідного забруднення території може призводити до взаємного посилення впливу цих факторів на організм. У зв'язку з цим актуальність вивчення космічних впливів на хід біологічних процесів зростає.

Ступінь досліджуваності теми. Публікацій, де викладались би результати досліджень впливу на біологічні об'єкти космічних факторів, що не можуть бути віднесені до геомагнітних збурень, порівняно мало. Є в окремій публікації про вплив таких факторів на деякі системи неживої природи (С. Н. Авдоніна, В. В. Лукьянов, 1991).

Ф. Брауну (1964) вдалось показати, що різні організми точно слідкують за положенням Місяця та Сонця, коли вони перебувають при строго постійних умовах температури, тиску і освітлення. Навіть за таких умов заєвні проникає інформація про положення зазначених небесних тіл. В. Г. Нестеров (1975) показав, що коливання ширини річних кілець зросту дерев збігаються з графіком періодичних змін у взаємному розташуванні Сонця, Місяця, Землі та інших планет. Не створені ще методичні підходи до реєстрації та аналізу реакцій біологічних систем на дію космічних

впливів такого характеру.

Метою цього дослідження є виявлення закономірностей регуляції системи біологічних ритмів людини і деяких видів тварин під дією циклічних впливів космічної природи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Сформулювати концепцію інфрадіанних та багатоденних ритмів в організмі ссавців у зв'язку з циклічними впливами зовнішнього середовища.

2. Дослідити вплив збурень геліогеофізичних факторів на ритміку фізіологічних показників організму людини і деяких видів тварин (морських свинок, суспільних польовок, білих мишей).

3. Виявити вплив збурень геліогеофізичних факторів на хід біологічних процесів за умов, коли вплив одного з факторів (геомагнітних збурень) виключався б шляхом екранування.

4. Виявити вираженість деяких біологічних ритмів залежно від положення Землі у навколосонячному просторі.

5. Вивчити вплив циклічних процесів, пов'язаних з синодичним оборотом Місяця на динаміку фізіологічних показників у дітей у режимі довготривалих спостережень.

6. Вивчити особливості динаміки фізіологічних параметрів у дітей протягом тижня до і тижня після проходження Місяцем фази повного місяця.

7. Дослідити багаторічні циклічні варіації деяких біологічних процесів і установити їх можливі зв'язки з геліогеофізичними факторами.

Об'єктом дослідження є організм людини і тварин до, під час і після значних флуктуацій геліогеофізичних факторів. Предмет дослідження - зміни деяких параметрів в організмі людини і тварин, що виникають під дією збурень у динаміці геліогеофізичних показників.

Методи дослідження. Для накопичення часових рядів даних достатньої довжини застосовувались методи обсерваторних спостережень (виміри проводились у один і той же час з однаковим інтервалом між вимірами, на одній і тій ж апаратурі, однією і тією ж бригадою спостерігачів). Для аналізу отриманих часових рядів даних застосовувались методи спектрального аналізу, метод накладених епох, методи статистичних обчислень. Застосовувався метод математичного моделювання деяких процесів, що вивчаються.

Наукова новизна. Розроблена концепція системи інфрадіанних та ба-

гатоденних біологічних ритмів деяких ссавців.

Уперше в динаміці маси тіла суспільних польовок, морських свинок і кроликів виявлені синхронні зміни значної амплітуди, які проявляються як порівняно різкі зниження маси тіла після біоефективних спалахів на Сонці, потім йде порівняно повільний процес відновлення.

Мають місце значні зниження маси тіла тварин, розміщених у камері, що екранує від геомагнітних збурень, після біоефективних спалахів на Сонці, коли виключено вплив короткоперіодних варіацій магнітного поля Землі.

Виявлено, що екранування від геомагнітних збурень істотно посилює реакцію організму тварин на вплив фізичних факторів біоефективного спалаху на Сонці.

Модуючий ефект геомагнітного поля відносно чутливості організму до факторів зовнішнього середовища дозволяє вважати наявність причинного зв'язку у синхронних вісвих змінах морфологічних характеристик людини і тварин та магнітного поля Землі.

Виявлені вірогідні зміни фізіологічних параметрів у дітей за декілька днів до і декілька днів після повного місяця. Показано, що амплітуда добових і півдобових ритмів фізіологічних параметрів у дітей на інтервалах повний Місяць-новий Місяць і новий Місяць-повний Місяць відрізняються при $p < 0,05$.

Шляхом аналізу часових рядів даних медичної статистики та аварійності на транспорті показано, що біологічні ритми з періодами близько 7 і 3, 5 днів зумовлені генераторами космічної природи.

Положення, що виносяться на захист.

1. Система біологічних ритмів організму ссавців має водії ритмів, які відповідають циклам зовнішнього середовища (чотири циркаритми), а також структури, які повторюють періоди інфрадіанних і багатоденних циклів зовнішнього середовища без попередньої адаптації до них організму за допомогою водіїв ритму.

2. При зростанні середньої маси тіла різних видів ссавців амплітуда зниження маси окремих істот після біоефективного спалаху зменшується. Зменшення маси тіла суспільних польовок досягає 30 %, морських свинок - 20 %, кроликів - 12 % а у дітей 4 років - 4 % вихідної маси. Період відновлення маси тіла охоплює тривалий час (не менше 7-10 днів).

3. Екранування від збурень геомагнітного поля посилює реакцію (у вигляді зниження маси тіла) білих мишей і суспільних польовок на дію факторів біоефективного спалаху більш ніж в 1,5 рази (порівняно з

контролем).

4. На формування циклічних вікових варіацій морфологічних ознак людини і деяких інших ссавців має вплив напруженість магнітного поля Землі, яка модулює чутливість організму до впливу факторів середовища.

Особистий внесок автора. Розроблено концепцію системи інфрадіаїчних і багатоденних ритмів ссавців, сформовано алгоритми проведення експериментальних досліджень і подальшої обробки накопиченого матеріалу, обробка отриманих даних і виявлення закономірностей у реакціях організму на флюктуації рівня фізичних факторів космічної природи, часткова участь у зборі експериментальних даних.

Теоретичне значення результатів роботи полягає у тому, що виявлені (у тому числі і при екрануванні від геомагнітних збурень) впливи фізичних факторів космічної природи на організм людини і тварин дозволять по-новому розглядати проблему впливу космічних факторів на біосферу, та їх роль у еволюції органічного світу.

Виявлені у експерименті з екрануванням від геомагнітних збурень зміни чутливості тварин до фізичних факторів опалахів дозволяють уточнити модулюючий вплив магнітного поля Землі до впливу (у тому числі і такого, що стимулює) космічних факторів. Це пояснює виявлену синхронність циклічних вікових варіацій морфологічних ознак кісткового скелету людини з віковими варіаціями магнітного поля Землі.

Залежність механізмів формування біологічних ритмів з періодами близько 3,5 і 7 діб від впливу космічних генераторів ритмів з такими ж періодами ставить питання про механізм формування біологічних ритмів з іншими періодами.

Практичне значення роботи полягає у тому, що виявлений вплив проникаючих факторів опалахів на Сонці в експерименті з екрануванням тварин від геомагнітних збурень може стимулювати розробку основ проведення комплексу профілактичних заходів у палатах інтенсивної терапії, у хворих, що входять у ті або інші групи ризику, у виробництвах з використанням мікроорганізмів.

Різану структуру біологічних ритмів у дітей в інтервалах повний Місяць - новий Місяць і новий Місяць-повний Місяць доцільно враховувати при розробці методів терапевтичних впливів з урахуванням того, що на зазначених інтервалах реактивність організму може бути різною. Це явище може виявитись корисним також у різних напрямках біологічних досліджень.

Підвищена чутливість тварин до впливу фізичних факторів у камері, що

екранує від геомагнітних абурень, дозволить використовувати цю методику також для дослідження інших проникаючих впливів.

Виявлену залежність формування близько 7-денного і 3,5-денного біологічних ритмів від генераторів космічної природи доцільно враховувати при розробці стратегій впливу на організм тварин і рослин, а урахуванням тієї або іншої фази ритму. Виявлення таких генераторів ритмів дозволить вивчати вплив фаз цих ритмів на хід різноманітних біологічних процесів у сільськогосподарських тварин і рослин.

Апробація результатів роботи. Матеріали дослідження доповідались на республіканських конференціях по біоніці: четвертій (Київ, 1970), шостій (Житомир, 1983), сьомій (Ужгород, 1986), восьмій (Кременчук, 1989), всесоюзних симпозіумах по впливу космофізичних флуктуацій на біологічні об'єкти (Пушино, 1983, 1986), всесоюзній нараді "Космос і еволюція біосфери" (Москва, 1974), першій і другій всесоюзних нарадах по космічній антропсекології (Новосибірськ, 1982, Ленінград, 1985), всесоюзних симпозіумах по впливу природних і слабких штучних магнітних полів на біологічні об'єкти (Белгород, 1973, Баку, 1975), всесоюзному симпозіумі по історичній демографії (Львів, 1985), Міжнародному симпозіумі Всесвітньої організації охорони здоров'я і Програми ООН по оточуючому середовищу (Ленінград, 1986), регіональному симпозіумі "Медицинний геофізичний прогноз і профілактика метеопатій" (Новосибірськ, 1991), Міжнародному семінарі по впливу активності Сонця на біологічні, хімічні і фізичні об'єкти (Гурзуф, 1995), республіканських семінарах "Медицина інформатика" (Київ, 1974 - 1994).

Публікації. Основні результати опубліковані у 44 роботах.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, восьми розділів, висновків, списку літератури та додатку, викладена на 242 сторінках машинописного тексту, ілюстрована бірисунком, 15 таблицями.

ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі розглядаються прояви активності Сонця: активні області, сонячні плями, спалахи. Відзначені роботи О. Л. Чижевського і М. Таката, де вказувалось, що іонуючі уявлення не вичерпують всієї різноманітності реальних впливів активності Сонця на організм.

Експериментально було показано, що слабкі магнітні поля мають модифікуючий вплив на організм, що проявляється при сумісній дії з іншим фактором. Змінні ЕМП з частотою 8 Гц і напруженістю 5000 нТл можуть ослаблювати ефект променевого ураження (Копилов А.Н., 1985).

При екрануванні від геомагнітного поля у піддослідних тварин часті-

ше розвивались відхилення від норми (Halpern, Van-Dyke, 1966; В. І. Копанев та ін., 1985).

При аналізі геліогеофізичних факторів зовнішнього середовища звертає на себе увагу подібність ритмічної структури спектрів цих факторів. Згідно з однією з гіпотез, яку висуває В.Н. Вобова (1991), співпадання або близькість реально і незалежно існуючих коливань у геофізичних і геліофізичних даних виникає завдяки примусовій синхронізації від якогось зовнішнього джерела.

Деякі інфрадіанні ритми можуть бути зумовлені впливом Місяця. Так, добовий ритм температури тіла у деяких добровольців збігається з тривалістю місячної доби, яка складає 24,84 години. Виявилось, що у сліпої від народження людини всі функціональні показники, що вивчались (температура тіла, екскреція кортизолу, виділення іонів К, Na, Са, Cl, PO₄ з сечею), мають місячний ритм, рівний 24,9 години (Miles L. E. M. et al. 1977).

Є ряд публікацій, де зазначалось, що у моменти з'єднань або опозицій планет зростає активність Сонця, збільшуються числа Вольфа, посилюється рентгенівське і радіовипромінювання, відбувається подрібнення плям і зростає частота появи потужних спалахів і еруптивних протуберанців (В.С.Прокудіна, 1973). Оскільки з'єднання і опозиції пар планет періодично повторюються, то виникає можливість генерації ритмів з періодами повторення з'єднань і опозицій.

У динаміці часових рядів деяких фізико-хімічних тестів, виконаних Д. Піккарді, виявляється період, близький до синодичного періоду (116 діб.) обертання Меркурія навколо Сонця (Н. В. Дацко, В.І.Куксенко, Р.Ф.Федорів, 1992). Виникає задача виявлення подібних ефектів на часових рядах даних фізіологічних показників окремих видів тварин.

У другому розділі розглядаються концептуальні основи системи інфрадіанних і багатоденних ритмів у організмі осавців. Відомо (М.Менакер, С.Бінклі, 1984) що існують водії ритмів, які організують підлеглі осцилятори і всю активність організму навколо каркасу ритмів, що створюються. Тут існує ієрархічна підлеглість осциляторів центральному водієві ритму. Морфологічними структурами, у яких адійнюється функціонування центрального водія циркадіанного ритму вважаються супрахіазмальні ядра гіпоталамуса.

Теоретичні міркування про взаємодію осциляторів дозволяють вважати, що у системі з численними осциляторами повинен установитись деякий порядок. У найбільш простому випадку взаємодію у системі з декількома

осциляторами можна розглядати як суперпозицію декількох гармонічних функцій. При відображенні в аналітичному вигляді суперпозиції гармонічних функцій можна сержати підсумковий вираз, де дійсною частиною є сума членів геометричної прогресії (Ф.Крауфорд, 1976). Використовуючи цей результат як модель для аналізу можливого впорядкування повільних хвиль серцевого ритму у людини, кролика і жаби, вдалось показати (П.В.Василик, 1987), що періоди повільних хвиль серцевого ритму різних порядків організовані за схемою геометричної прогресії:

$$S_n = a_1 (1 + q + \dots + q^{n-1}),$$

де a_1 - середнє значення кардіоінтервала, мс;

q - знаменник геометричної прогресії.

Цей результат не означає, що інші ритми в організмі впорядковані по-такім чином. Він вказує тільки, що вони можуть бути організовані за деякою схемою. Важливо, що на різних фазах багатоденного ритму співвідношення між повільними хвилями серцевого ритму другого і третього порядку можуть залишатись незмінними (Н.Н.Шабатура, 1984). Імовірно, вони можуть зберігатись і при адаптації системи до конкретного режиму.

Входом для настроювання циркадіанної системи до ритмів оточуючого середовища є вхід "світло-темрява", який здійснюється через сітківку ока, звідки інформація надходить у супрахіаамальне ядро. Водії ритмів, що знаходяться тут, генерують ритми, яким підвладні осцилятори підпорядкованих систем, так що окремі функції організму та їх параметри відбивають такі ритми, а вимірювання та реєстрація фізіологічних параметрів дозволяє вивчати особливості ритмічної організації функцій.

Пропонується концепція зовнішнього генератора інфрадіанних і багатоденних ритмів. Якщо циркадіанні ритми генеруються всередині організму, що дозволяє адаптуватись до тих або інших місцевих умов, то для інфрадіанних і багатоденних ритмів такий внутрішній водій ритму відсутній. Наявність або відсутність внутрішнього водія ритму, періоди якого відповідають періодам циклів зовнішніх факторів, можна визначити по впливу на гомеостаз, зокрема на тривалість життя.

З цієї точки зору ритм з періодом близько 3,5 діб., що виявлений у різних видів - людини, тварин і рослин (Halberg et al, 1986), свідчить на наявність єдиного зовнішнього циклу. Під впливом цього циклу не сформувались структури, які можуть генерувати відповідний ритм усередині організму, що дозволило б пристосуватись до подібного зовнішньо-

го циклу. Дійсно, спеціальні спостереження за особами похилого віку показали, що смертність зростає кожні 3,5 діб (В. І. Комаров, Ф. Халберг та ін., 1994), що свідчить про зниження гомеостазу.

Зовнішні цикли, на вплив яких у організмі не сформувались водії ритмів з відповідними періодами, і відсутні функції, що адаптують організм до їх впливу, призводять до виникнення біологічних ритмів, які можна назвати повасистемними, роблячи акцент на повасистемних генераторах цих ритмів.

З цієї точки зору інфрадіанні ритми з періодами 3,5 і 7,0 діб, а також багатоденні з періодами 87 - 144 діб можуть розглядатись як повасистемні, оскільки є підстави вважати, що з подібними ритмами збільшується смертність тварин.

Таким чином, система біологічних ритмів організму містить ядро водіїв ритмів, в тому числі водії циркадіанних ритмів, а також біологічні ритми, котрі виникають у відповідь на циклічні впливи середовища, ритм яких у організмі не підтримується відповідними водіями ритмів.

Якщо системні ритми, що генеруються своїми водіями ритмів, вже вивчаються деякий час, то повасистемні ритми фактично тільки починають вивчатись. Вищезазначене дозволяє формулювати такі положення концепції зовнішніх генераторів інфрадіанних і багатоденних ритмів:

1. Якщо види тварин і рослин мають один і той же ритм, то він нав'язується відповідним циклом зовнішнього середовища.

2. Водії ритмів в організмі охоплюють не весь діапазон регулярних циклічних змін у зовнішньому середовищі. На деякі циклічні зміни у зовнішньому середовищі сформувались водії ритмів (відомі чотири циркаритми), на інші циклічні зміни у зовнішньому середовищі водії ритмів не сформувались.

3. Геофізичні цикли з різними періодами можуть по-різному, залежно від періоду, впливати на підтримання гомеостазу в організмі.

4. Необхідно вивчати можливість розробки методів захисту від несприятливого впливу на організм повасистемних ритмів.

Ще одним прикладом, де різні види мають ритми з однаковими періодами, є короткоперіодні ритми активності тварин в діапазонах близько 90 хв і близько 2 год. Зазначається відсутність зовнішніх циклів, яким могли б відповідати ці ритми (С. Дан, Ю. Ашофф, 1984). З урахуванням концепції, що пропонується, ритми зовнішнього середовища з такими періодами можуть бути виявлені з часом. Тобто ставиться задача їх вияв-

лення. Зокрема, можна зіданачити цикли з періодом близько 2 годин, виявлені В.Беляєвим (1980) за допомогою спеціального крутильного маятника з непружною ниткою підвісу.

Регулярні цикли зовнішнього середовища, що генеруються завдяки руху небесних тіл у Сонячній системі, можна поділити на дві групи:

1. Цикли, для яких у процесі еволюції в організмі сформувались внутрішні водії ритмів з відповідними періодами. Це припливні ритми, ритми добового оберту Землі навколо своєї вісі, синодичний період обертання Місяця навколо Землі, річний період обертання Землі навколо Сонця. Вплив цих циклів відображено на блок-схемі рис. 1.

2. Цикли, які, як можна припустити, задаються особливим розташуванням небесних тіл і можуть впливати на формування циклічних явищ на Землі. Наприклад, Юпітер та система його галілеєвих супутників можуть генерувати космічні цикли з періодами інфрадіанних ритмів близько 3,5 і 7,1 діб. (періоди обертання галілеєвих супутників - Європи і Ганімеда).

Іншим прикладом можливих генераторів ритмів, причому ритмів багатоденних, є періоди з'єднання планет. Можна зазначити періоди з'єднання Меркурія і Юпітера (89,79 діб), Меркурія і Землі (115,88 діб), півперіод з'єднання Венери і Юпітера (118,48 діб), які вдається виявити в часових рядах біологічних даних. У моменти з'єднань і протистоянь планет на одній лінії з планетами знаходиться Сонце. Таке розташування планет на одній лінії може впливати на активність Сонця (В.С.Прокудіна, 1973; П.В.Василик, 1993, 1994), а зміни цієї активності впливають на хід процесів на Землі (рис.1).

Одним з можливих входів, через який у організм поступає інформація про інфрадіанні ритми, є той, який пов'язаний з епіфізмом. Так, наприклад, у роботі L.Vollrath, A.Kantarjian, C.Howe (1975) була показана ритмічна нейроендокринна активність епіфізу у щурів, причому максимум досягався різким підвищенням у суботу, а мінімум повільно досягався при настанні четверга. У експерименті режими освітлення і температури зовнішнього середовища підтримувались стабільними (12 годин СТ). На користь екогенності ритму свідчила його приуроченість до кінця тижня.

З нашої точки зору, картину таких релаксаційних коливань добре моделює характер генерації імпульсів, котрі можуть виникати у момент проходження супутника по диску планети. У даному випадку - галілеєвого

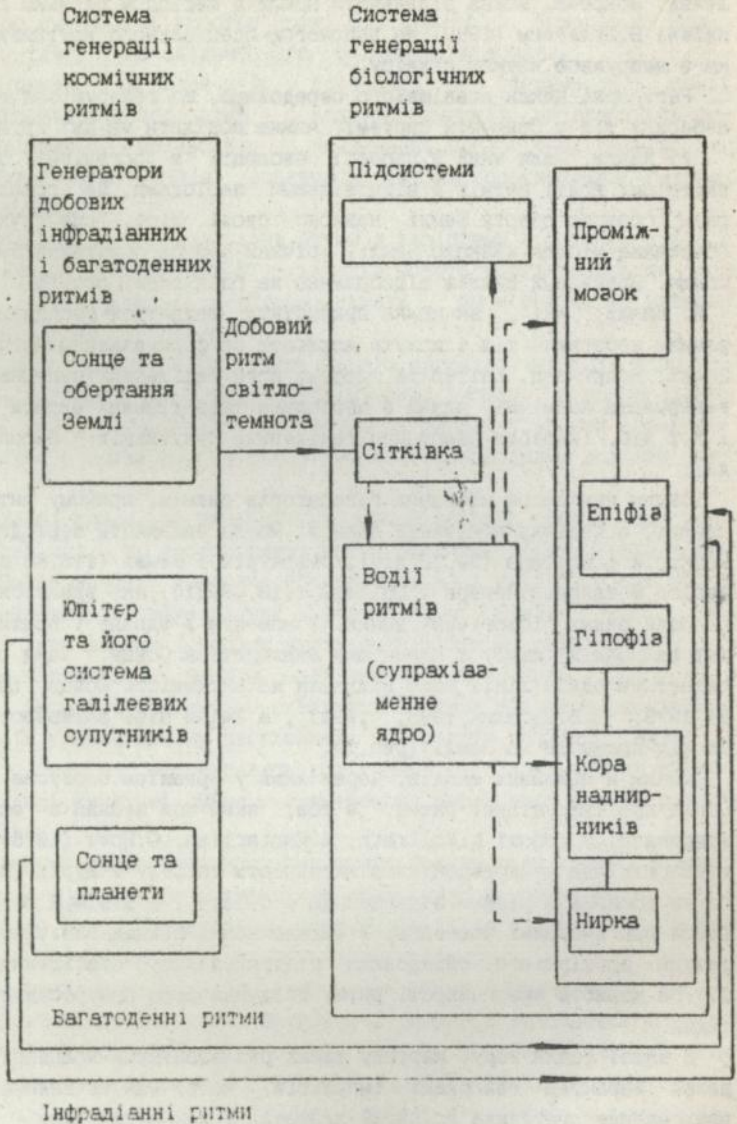


Рис. 1

супутника Юпітера Ганімеда в його періодом обертання 7,15 діб та його імпульсом впливу, який відповідає проміжку часу, за який супутник проходить по диску Юпітера (П. В.Василик, 1995).

Космічні цикли, впливаючи на магнітосферу, іоносферу і атмосферу Землі, викликають у них збурення. Тому на поверхню Землі поступають як сигнали від зазначених генераторів циклів, так і циклічні збурення зазначених фізичних оболонок Землі.

Якщо фактори зовнішнього середовища космічної природи можуть впливати на організм протягом годин і діб, то вони повинні впливати і на більш тривалих інтервалах часу, протягом років, десятиріч і віків. Так концепція зовнішньої зумовленості інфрадінних та багатоденних ритмів може розвиватись у концепцію зовнішньої, космічної зумовленості багаторічних і вікових циклів у динаміці популяції людини та інших видів ссавців. Одним з наслідків такої концепції є уявлення про обумовленість впливом геофізичних факторів такого явища як секулярний тренд (акцелерація і ретардація) людини та інших видів ссавців (П.В.Василик, 1974).

У зв'язку з 22-річним циклом зміни полярності магнітних полів сонячних плям циклічно міняються різноманітні прояви активності людини, особливості його росту і розвитку (П.В.Василик, 1972, 1979, 1981).

Різнманітна інформація, яка необхідна для виявлення та вивчення інфрадінних і багатоденних ритмів ссавців, повинна бути певним чином організована.

Для збереження і подальшого аналізу інформації, що одержується у дослідженнях, накопичені часові ряди доцільно сформувати у вигляді банків даних, де вони могли б зберігатись.

Період поступаючих у організм сигналів може бути близьким до періоду ритму, що генерується водієм ритму в організмі. Тоді можливе захоплення частоти, і водій ритму буде генерувати дещо змінений ритм, з яким почнуть змінюватись амплітуди і фази окремих фізіологічних функцій у організмі. Обрані фізіологічні показники можуть реєструватись вимірювальними пристроями. Якщо виміри проводити періодично з одним і тим же інтервалом в часі, то це дозволить накопичити часові ряди даних.

Таким же чином накопичуються дані про зміни в часі космічних і геофізичних параметрів. Синхронні в часі дані біологічних експериментів і геофізичних вимірювань повинні опрацьовуватись і аналізуватись за єдиними методиками, щоб забезпечити можливість їх порівняння і виявлення

можливого впливу космічних циклів на формування біологічних ритмів
У третьому розділі містяться дані про матеріали і методи досліджень, які проводились.

Проводились дослідження впливу збурень геліогеофізичних факторів на динаміку фізіологічних параметрів у дітей, вивчався вплив системи космічного генератора ритму на формування ритмів з періодами 3,5 і 7 діб в динаміці даних статистики про опікових хворих, даних про аварійність на автотранспорті. Вивчався вплив спалахів на Сонці на зміни маси тіла у дітей і піддослідних тварин і на формування багатоденних ритмів. Вивчалися дані краніологічних вимірів для вивчення вікових варіацій морфологічних ознак людини і визначення можливого впливу геофізичних факторів.

Для вивчення впливу спалахів на Сонці, а також моментів фази повного Місяця на організм були проведені спостереження за динамікою фізіологічних параметрів (артеріальний тиск, частота пульсу, температура тіла) у групі дітей, що знаходились у стаціонарі з приводу захворювань шлунково-кишкового тракту (35 дітей у віці 8-13 років). Вимірювання фізіологічних параметрів проводились з 4 годинним інтервалом протягом 12-16 діб. Контрольна група складалась з 12 здорових дітей.

У другій групі (21 дитина) ті ж параметри, а також частота дихання і маса тіла вимірювались раз на добу протягом 4 місяців.

Для вивчення впливу спалахів на Сонці на динаміку маси тіла проводились щоденні спостереження в один і той же час у групах дітей віком близько 4 і 6 років (56 дітей) протягом 4 місяців.

Для вивчення впливу геліогеофізичних факторів на динаміку опіково-травматичну була зібрана інформація про щоденні звертання з приводу опіків осіб різного віку і статі з різними ступенями опіків у 20 областях України протягом 2 років. Всього було враховано 12452 випадків, а для вивчення впливу на динаміку аварійності на автотранспорті врахована 79341 дорожно-транспортна пригода за два роки.

Для виявлення можливих варіацій амплітуди біологічних ритмів з періодами 3,5 та 7 діб залежно від положення Землі у навколосонячному просторі була розроблена спеціальна методика, яка дозволила виявити збільшення амплітуди варіацій у конкретних секторах навколосонячного простору. Щоденні дані за рік діляться на інтервали по 90 діб так, щоб одержати не менше 10-12 інтервалів, кінці яких перекривають один одного. Для інтервалу розраховується спектр потужності і визначається амплітуда гармонік ритмів, що цікавлять нас.

Для вивчення впливу геліогеофізичних факторів на динаміку маси тіла тварин проводились щоденні виміри маси тіла морських свиньок (в групі з 32 тварин) протягом 1,5 років, суцільних польовок близько 10 років (в групах не менше 23 тварин, всього 130 тварин). Такі тривалі спостереження дозволили виявити багатоденні ритми в також особливості реакцій організму тварин на різних фазах 11-річного циклу активності Сонця, які при більш коротких інтервалах спостереження не вдається виділити.

Для вивчення впливу фізичних факторів середовища за умов, коли один з факторів екранується, була побудована камера з листового перма-лою з товщиною стінок 1,5 мм, розміром 62 30x20 см. Для пропускання світла у торцевих стінках були просверлені отвори діаметром 2 мм у шахматному порядку з кроком 15 мм. Як показали вимірювання в Інституті геофізики НАН України, у центрі камери постійне геомагнітне поле (повний вектор) складало 75 % від поля зовні камери. Змінна складова геомагнітного поля екранувалась камерою у широкому діапазоні від десятків герц до 1 МГц. Таким чином, тварини, поміщені у камеру, були екрановані від геомагнітних збурень, а вплив постійної складової геомагнітного поля було дещо ослаблено.

Для аналізу вікових варіацій біологічних характеристик використувались дані з різних джерел про результати краніологічних вимірювань черепів, знайдених при археологічних дослідженнях на території України, датування яких охоплює останні 5000 років. Використані і статистично проаналізовані дані про 948 чоловічих і 845 жіночі черепи.

Розглядаються методики аналізу часових рядів біологічних даних, накопичених у експерименті. Для виділення збурень, що викликані факторами зовнішнього середовища, у динаміці часових рядів для групи тварин була розроблена методика, яка дозволила впевнено виділяти реакції на такі збурення. Її можна назвати методикою виділення усередненої для всієї групи тварин реакції на вплив факторів зовнішнього середовища.

В основу методики було покладено уявлення, сформоване внаслідок спостережень, що індивідуальні особливості конкретної тварини з даної групи відбиваються, в основному, у вигляді довгочасних тенденцій, тоді як реакції на збурення зовнішнього середовища носять більш короткочасний і менш індивідуальний, окрім властивий багатьом тваринам даної однорідної групи характер. При цьому реакції на вплив факторів середовища істотно перевершують рівень шумової компоненти.

На цьому базувались основні етапи методики: довгочасні тенденції

конкретної тварини з групи апроксимувались методом найменших квадратів поліномом низького порядку

$$f(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t + \dots + \alpha_n t^n$$

з досить широким вікном агладжування (метод ковзного середнього). Потім крива, що описується цим поліномом (тренд) віднімалась від експериментального часового ряду. У залишку

$$\Delta u_i = \Delta u_0 + \Delta u_1 + \dots + \Delta u_n$$

одержувались варіації, які були відповіддю на вплив факторів середовища. Наступним етапом було додавання таких індивідуальних залишків і одержання середніх для всієї групи значень

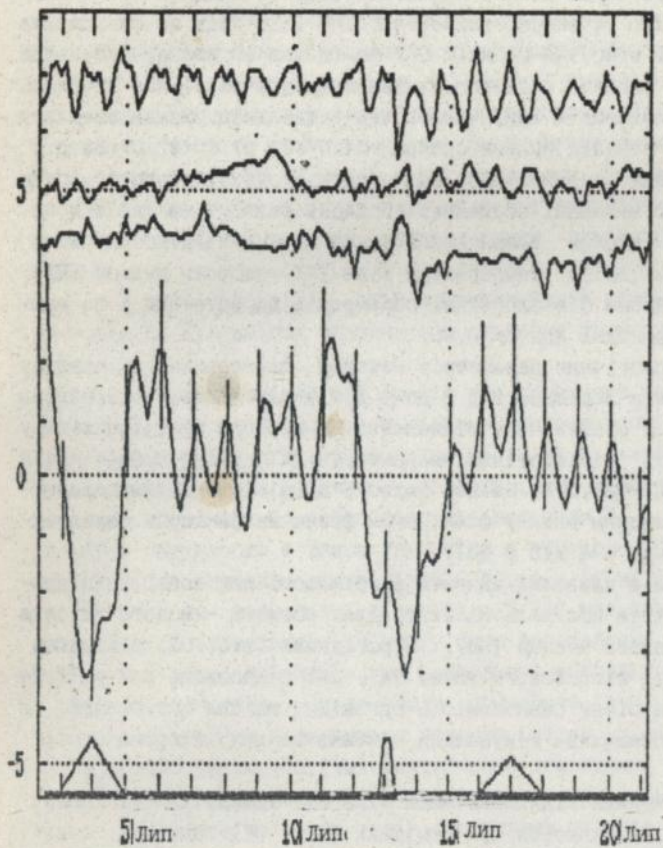
$$\Delta u_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^k \Delta u_i}{k}$$

і статистичних оцінок (довірчих інтервалів, вірогідності розбіжностей на рівних ділянках усередненої кривої по Стюденту і Фішеру).

Отримані таким чином усереднені групові відхилення від довгочасних індивідуальних трендів задовільно відбивали особливості реакції групи тварин на вплив факторів космічної природи. Використовувались методи спектрального аналізу, накладених епох.

В четвертому розділі викладені результати вивчення добових і багатоденних ритмів фізіологічних параметрів у дітей у зв'язку з флюктуаціями фізичних факторів зовнішнього середовища.

Фізіологічні параметри вимірювались з інтервалом 4 години у групі з 12 здорових дітей з 02. 07. 84 р. протягом 22 діб. За час спостережень відбулись два спалахи на Сонці, мали місце збурення у іоносфері і в рівні нейтронної компоненти космічних променів, а 13. 07. 84 р. Місяць пройшов через фазу повного Місяця. Ці збурення відбилися у часових рядах фізіологічних даних. На рис. 2 показано графік усередненої для 12 дітей кривої відхилень від тренду систолічного артеріального тиску (САТ). Вертикальні риси позначають довірчі інтервали. Верхня крива зображує графік горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі, друга зверху крива - графік рівня нейтронної компоненти космічних променів, третя - показник іоносферної збуреності. На гори-



1984

Рис. 2

вонтальній осі у вигляді сплесків відображені дати спалахів на Сонці 4 і 17 липня 1984 р., а також момент повного місяця 13 липня.

Як видно з графіка, є значне зниження САТ у відповідь на спалах на Сонці 04.07.84 р. і відсутня реакція САТ на спалах 17 липня. Має місце виражена реакція у вигляді значного зниження кривої САТ, яке почалось за добу до повного місяця і закінчилось через дві доби. Можна звернути увагу, що на трьох верхніх кривих спалахи 04.07.84 р. і 17.07.84 р. не викликали помітних збурень. При проходженні моменту повного місяця на цих кривих видно невеликі збурення. Подібні реакції на спалахи і на момент повного місяця зазначались також на кривих діастолічного артеріального тиску (ДАТ), температури тіла (ТТ), частоти пульсу (ЧП). Розбіжності між рівнями фізіологічних параметрів до збурення і на максимумі збурення вірогідні при $p < 0,001$.

У динаміці фізіологічних параметрів методом спектрального аналізу виявлені коливання з періодом від 3 до 4 діб у дітей з захворюваннями органів травлення. У процентному відношенні ці періоди зустрічаються у спектрах потужності фізіологічних параметрів: ДАТ - 71,0 %, САТ - 61,8 %, ТТ - 25,0 %, ЧП - 20,5 %. Звідси видно, що фізіологічним параметром, найбільш підвладним впливу флюктуації фізичних факторів середовища з періодом близько 3-4 діб є ДАТ.

Статистичний аналіз дозволив виявити розбіжності для амплітуд півдобових і добових ритмів коливань на інтервалах повного - нового Місяця (ПН) і нового - повного Місяця (НП). Вірогідними ($p < 0,05$) виявились розбіжності амплітуд півдобового ритму САТ, ДАТ і добового ритму ТТ. Це може вказувати і на різну реактивність організму на цих інтервалах. З цього випливає, що можлива лікувальна тактика на цих інтервалах може бути різною.

На усереднених кривих відхилень маси тіла від тренду для 11 хлопчиків в віці 4 років виділяються три помітних ($p < 0,01$) зниження, поділені інтервалами 39-40 діб. У першому випадку початок зниження маси тіла відбувався без зареєстрованих у каталогах спалахів на Сонці, а у двох інших - спалахи на Сонці зареєстровані. Можна зазначити, що у першому випадку геліоцентричні довготи Землі і Меркурію збіглись, а у двох інших випадках геліоцентричні довготи Землі і Меркурію відрізнялись на 120° . Зниження маси тіла з таким же інтервалом були виявлені у іншій групі хлопчиків у віці близько 6 років, причому вимірювання проводились за декілька років до вищеприданого дослідження. Тут також

у двох випадках зниження маси тіла збіглося з зареєстрованими спалахами на Сонці, а у одному випадку спалахи не були зареєстровані. Це вказує на те, що у деяких випадках маса тіла у дітей може знижуватись без збурень факторів середовища, що викликаються спалахами.

З інших параметрів тільки у частоті дихання виявляються подібні зниження в той же час, коли вони спостерігались у динаміці маси тіла. У динаміці частоти пульсу виявляються виражені зниження, які відбувались після спалахів на Сонці. Всі параметри, що вимірювались, окрім маси і температури тіла, виявили значне і вірогідне зниження при проходженні через центральний меридіан Сонця корональної дірки 7. 06. 1987 р.

У п'ятому розділі розглядається вплив збурень геологофізичних факторів на діяльність людини, на динаміку звертання в опікові центри з приводу опіків.

Була зібрана щоденна інформація про звертання за допомогою опікових хворих різного віку і статі з різними ступенями опіків у 20 областях України за період з 01.01.85 р. по 31.12.86 р., тобто за 730 днів. Розрахунок спектрів потужності показав, що у всіх чотирьох масивах є потужні гармоніки, що відповідають періодам 7 і 3,5 доби. На цих спектрах потужності є також гармоніка з періодом 18,59 діб, амплітуда якої у одних випадках нижче рівня 3б, а у інших - вище.

Оскільки на гармоніку з періодом 7 діб має значний вплив 7-денний ритм праці і відпочинку, то увагу було зосереджено на гармоніці з періодом 3,5 діб. Виявилось, що найбільшої величини амплітуда цієї гармоніки досягає тоді, коли Земля проходить сектор навколосонячного простору, у якому знаходиться планета Юпітер. У міру збільшення кутової відстані (кута між геліоцентричними довготами) між Землею і Юпітером, амплітуда гармонік 7- і 3,5-добових ритмів зменшується. Навпаки, у міру зменшення кута між геліоцентричними довготами Землі і Юпітера, коли Земля наближається до сектору простору, у якому знаходиться Юпітер, амплітуда гармонік ритмів, що розглядаються, збільшується.

Для аналізу аварійності на автотранспорті були використані щоденні дані всіх зафіксованих у ДАІ дорожно-транспортних пригод по м. Києву за два роки - з початку жовтня 1988 р. по кінець серпня 1990 р. Подібно попередньому масиву даних, накопичений масив автотранспортних пригод був поділений на інтервали по 90 днів з накладенням кінців інтервалів так, що за два роки було одержано 18 інтервалів. Для кожного інтервалу розраховувались спектри потужності. На кожному спектрі по-

мітні гармоніки в періодах близько 17,0 а також 7,0 і 3,5 діб. У двох випадках, коли геліоцентрична довгота Землі наближалась до геліоцентричної довготи Юпітера і різниця довгот ставала рівною нулю, амплітуда вказаних гармонік різко зростала. На рис. 3,а показано графік спектру потужності на інтервалі, коли різниця геліоцентричних довгот була близька до нуля (з початку жовтня по кінець грудня 1988 р.), на рис. 3,б - графік спектру потужності на інтервалі з початку січня по кінець березня 1989 р., коли різниця геліоцентричних довгот була близькою до 90° . З графіків видно, що у випадку, коли різниця геліоцентричних довгот Землі і Юпітера наближається до нуля (рис. 3, а), амплітуда гармонік в періодах 17,0 і 3,5 діб істотно більша (більш ніж у 2 рази), ніж у випадку, коли різниця геліоцентричних довгот складає 90° (рис. 3,б).

У шостому розділі розглядається вплив флюктуацій геофізичних факторів на динаміку маси тіла морських свинок *Cavia* породи гладкошерстої. Група тварин складалась з 16 самоць і 16 самців. Вимірювання маси тіла проводились щоденно, у один і той же час, протягом 1,5 року.

Усереднені відхилення від тренду для групи самців містять значні флюктуації. Під час проведення досліджень активність Сонця була підвищеною (1981-1982). Аналіз показує, що значні відхилення маси тіла від тренду відповідають спалахам на Сонці. Проте виникає задача виявлення того спалаху, який серед численних подібних здійснює помітний вплив на масу тіла і тим самим є біоефективним. Аналіз експериментальних даних дозволяє зазначити, що частіше за все біоефективні спалахи мають місце за певних умов у космічному просторі, які в свою чергу створюються певним розташуванням планет. Так, у випадку відхилення маси тіла самоць морських свинок від тренду виявляється періодичність збурень з періодом близько 119 діб, що відповідає півперіоду з'єднання Венери з Юпітером.

Спектри потужності рядів відхилень маси тіла від тренду з шириною вікна згладжування 21 діб., усереднені для 6 свинок, містять коливання, серед яких є 7- і 3,5-добові.

У динаміці маси тіла морських свинок є, окрім інших, коливання порівняно невеликої амплітуди, порядку 1-2% вихідної маси. Зручним методом виділення таких коливань є обчислення першої похідної вихідних часових рядів даних про масу тіла. Коефіцієнти кореляції між індивідуальними першими похідними маси тіла досягають невеликих значень, що вказує на індивідуальну чутливість тварин до впливу конкретних факторів

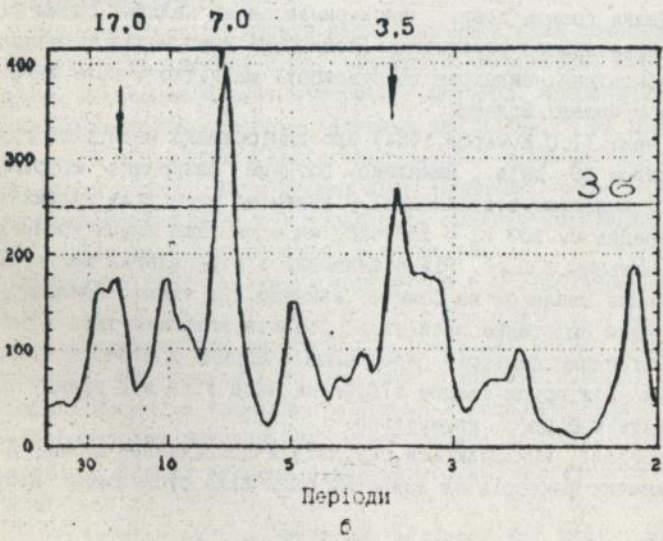
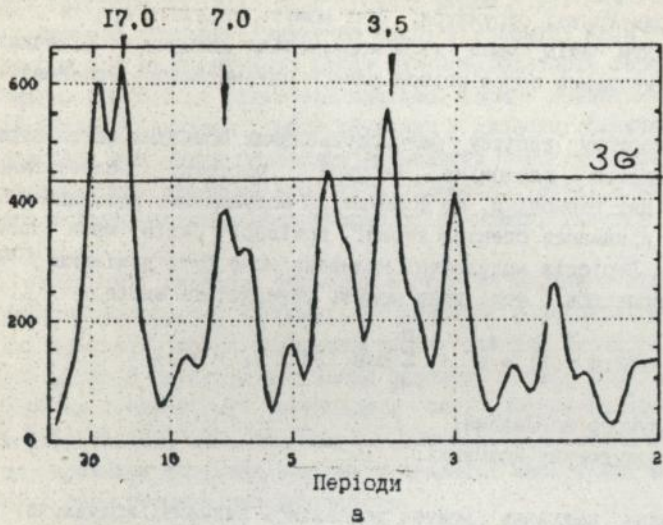


Рис. 3

зовнішнього середовища. На спектрах потужності похідних часових рядів маси тіла видно симетричні структури, які можуть свідчити про те, що індивідуальний ритм змін маси тіла модулюється ритмами геофізичних факторів. Таке припущення перевірялось шляхом математичного моделювання.

У найбільш простому випадку фазомодульованих коливань на спектрі потужності виділяється гармоніка несучої частоти, симетрично якій розташовані дві гармоніки, що формуються модулюючими коливаннями. Часто таку форму приймають спектри першої похідної рядів маси тіла морських свинок. Періодів модулюючих коливань може бути декілька, а фаза їх може змінюватись і тоді вони можуть описуватись виразом

$$y(t) = \sin((2\pi/T) * t + \sum_{i=1}^n \sin(2\pi/T_i + \varphi_i)),$$

де T - період несучого коливання;

T_i - періоди модулюючих коливань;

φ_i - їх фази.

До фазомодульованих коливань можуть додаватись звичайні коливання, і тоді вираз для сумарних коливань може дещо ускладнитись.

Виявилось, що перші похідні рядів маси тіла морських свинок задовільно моделюються за допомогою моделі фазової модуляції, у яких роль модулюючих коливань грають певні, експериментально знайдені ритми фізичних факторів зовнішнього середовища (нейтронна компонента космічних променів, горизонтальна складова напруженості магнітного поля Землі, активність Сонця у числах Вольфа).

Аналізуються дані (І.С.Кучеров, 1954) про вимірювання маси тіла групи кроликів протягом 95 днів. Виявлено потужне синхронне абурення (зменшення маси і подальше відновлення) у динаміці маси тіла кроликів, яке складає у середньому 100 г, у той час, як маса тіла самих кроликів складала у середньому 800 г. Різке зниження і відновлення маси тіла кроликів, викликане спалахом на Сонці, зайняло два тижні. Показано, що у моменти, коли зростання маси тіла кроликів витримує тиск з боку абурень у рівні фізичних факторів середовища, ширина довірчого інтервалу усереднених для групи тварин відхилень маси тіла від тренду істотно, у 2 і навіть у 3 рази, зужується.

У цьому розділі викладаються результати дослідження впливу абурень геологофізичних факторів на динаміку маси тіла суспільних польсь-

вок *Microtus socialis* Pall. і білих мишей лінії СЗН.

Потужні збурення (зниження маси) у динаміці маси тіла польовок як реакція на флюктуації рівня фізичних факторів середовища можуть досягати 20-25 % і більш від вихідної маси і позначаються на тривалості їх життя. Є випадки, коли збурення у динаміці фізичних факторів середовища, викликане сплесками активності Сонця, призводить до значного синхронного зниження маси тіла польовок. Деякі з них, досягнувши критичного мінімуму маси у процесі зниження, гинуть, а інші відновлюють масу тіла.

У деяких випадках зниження маси тіла польовок відбувається без попереднього спалаху на Сонці. У динаміці нейтронної компоненти космічних променів також не виявляється у цей час значного Форбуш-зниження, яке могло б свідчити про викид сонячної плазми внаслідок спалаху. Сплески геомагнітної активності записуються на добу відносно до моментів значних змін (знижень) у динаміці маси тіла. Це вказує на те, що причиною потужних збурень у динаміці маси тіла польовок не може бути геомагнітна активність.

На рис. 4 показана усереднена для 12 польовок крива відхилень маси тіла від тренду. Верхня крива відбиває рівень нейтронної компоненти космічних променів, на нижній осі наведені сплески, відповідні до дат спалахів на Сонці.

На усередненій кривій відхилень маси тіла польовок від тренду видно регулярні відхилення вниз, зазначені стрілками. Стрілки відповідають датам з'єднання планет Меркурію і Юпітеру. Часовий інтервал між стрілками відповідає періоду з'єднання цих планет - 89 діб, а з іншого боку, він є періодом багатоденного ритму у динаміці маси тіла польовок. Як видно з рис. 4, у перших двох випадках, а також у четвертому, датам нанесених стрілок відповідають спалахи на Сонці. У третьому випадку спалах не зареєстрований у каталогах.

Отримані результати перегукуються з результатами робіт В. С. Прокудіної (1973 р.), а також S. P. Bhatnagar, S. D. Verma (1988 р.) і дозволяють зробити висновок про існування впливу положення планет у просторі на ефективність передачі впливу активності Сонця на хід біооферних процесів (оскільки у деяких з вищенаведених епізодів не було зареєстровано потужних геліогеофізичних збурень у вигляді спалахів або потужних Форбуш-знижень рівня нейтронної компоненти космічних променів).

Як видно з рис. 4, зниження (близько 4-7 діб) і відновлення (близь-

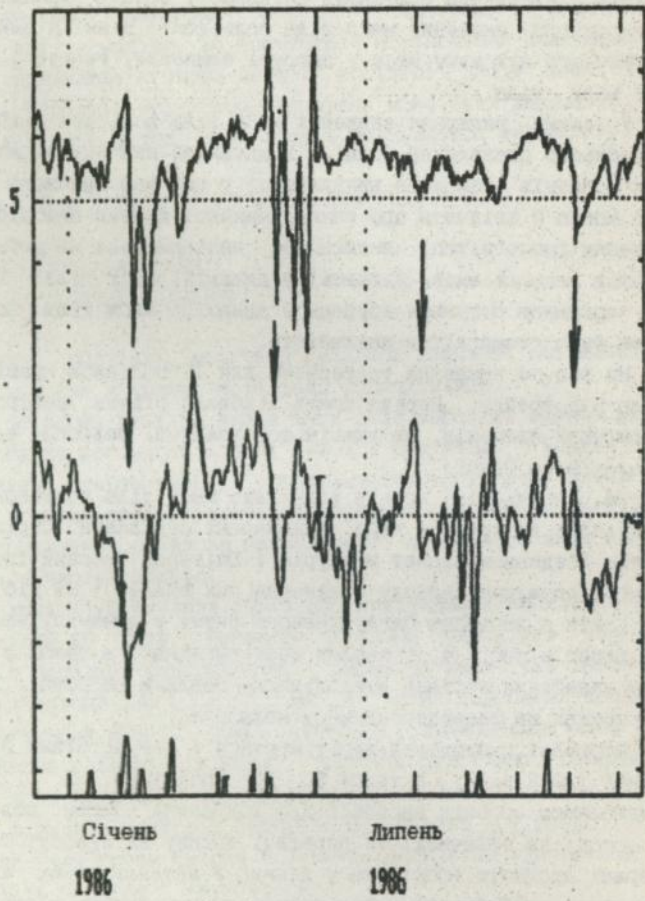


Рис. 4

ко 10-12 діб) маси тіла польовок є порівняно тривалими.

Блиькими за динамікою маси тіла (тривалі періоди зниження і відновлення) під впливом фізичного фактору є зміни маси тіла щурів, що опромінювались протонами на прискорювачі (Б.Л. Рааговоров і спіавтори, 1965).

Порівняння змін маси тіла польовок і щурів під впливом фізичних факторів дозволяє зазначити подібність - значне зниження маси тіла, його тривалість, довгочасне і все-таки неповне відновлення. Нарешті, загибель тварин (у нашому випадку за періоди значного зниження маси тіла загинула більшість польовок, що знаходились під спостереженням). На протязі року всі значні зниження маси тіла пережили тільки 8 польовок з 23, коли спостереження почались.

Група білих мишей лінії С₃H (8 самців і 1 самиця) були розміщені у описаній екрануючій камері. Інша група мишей тієї ж лінії (27 тварин, з них 13 самців) була контрольною. Контрольна група містилась у тому ж приміщенні у сухих акваріумах з розмірами, близькими до розмірів пермалоевої камери. Умови утримання, включаючи температуру і вологість повітря, раціон харчування, були однаковими для піддослідних і контрольних тварин. Маса тіла тварин вимірювалась щоденно, у один і той же час.

Аналіз часових рядів змін маси тіла у піддослідних і контрольних тварин дозволяє виявити значно більшу синхронність індивідуальних змін у піддослідних тварин порівняно з контролем. Підвищену синхронність змін маси тіла піддослідних тварин можна проілюструвати графіками спектрів потужності (рис. 5). Верхні графіки представляють спектри піддослідних тварин, нижні - контрольних. Із спектрів індивідуальних кривих піддослідних тварин видно, що вони майже повторюють один одного. Спектри мають характерний вигляд, коли деякі частоти ніби пригнічуються (забороняються), інші частоти не пригнічуються (дозволені). Це дозволяє вважати, що фактори зовнішнього середовища, що проникають у екранований простір, де геомагнітне поле ослаблене, можуть де-що пригнічувати коливання маси тіла деяких періодів і навпаки, не пригнічувати інші коливання.

Подібна картина не спостерігається у контрольних тварин (рис. 5, нижні спектри), де не екранується геомагнітне поле і його збурення. Все це дозволяє зазначити більшу доступність тварин в екрануючій камері для впливу проникаючих факторів.

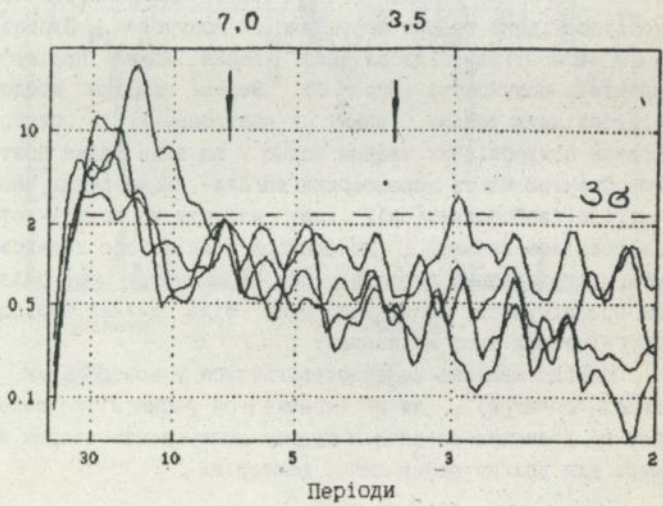
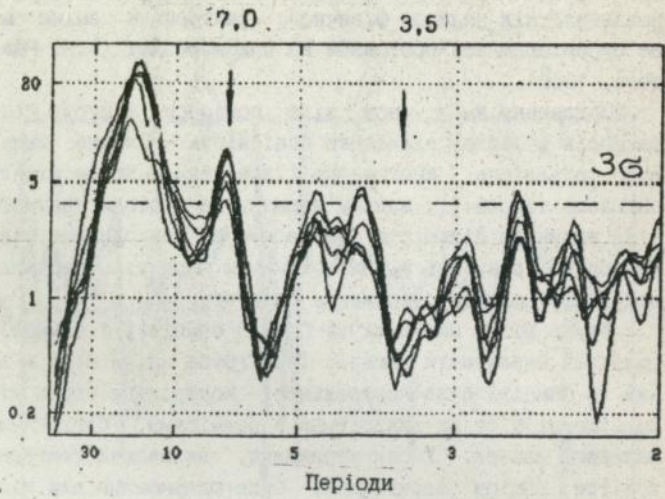


Рис. 5

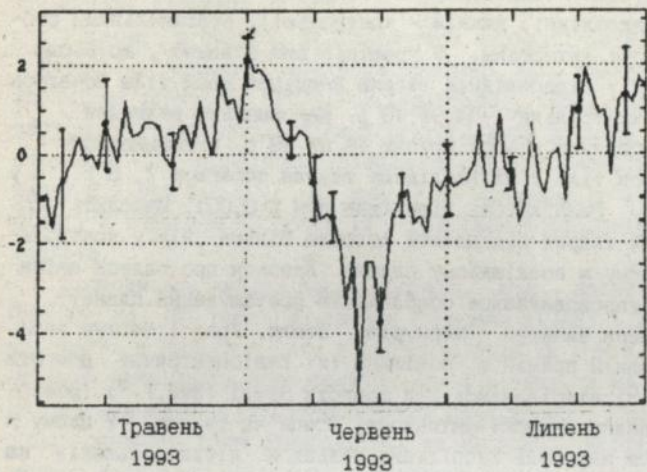


рис. 6

Цей висновок можна підсилити графіком усереднених кривих відхилень маси тіла від тренду для піддослідних і контрольних тварин (рис. 6, верхній графік - піддослідні, нижній - контрольні). Вертикальними рисками позначені довірчі інтервали. З графіків рис.6 видно, що після зовнішнього збурення у піддослідних тварин зниження маси тіла почалося 01.06.93 р., а у контрольних - 04.06.93 р. Максимальне зниження маси тіла було досягнуто в обох групах 18.07.93 р. Максимальний розмах відхилень маси тіла у піддослідних тварин досягнув 7,5 г, а у контрольних - 4,5 г. Розбіжність вірогідна при $p < 0,001$. Виходить, що у групі піддослідних тварин відхилення істотно більше, ніж у контрольних, при одному і тому ж зовнішньому впливі. (Йдеться про сплеск активності Сонця, який супроводжувався особливістю розташування планет).

15.07.93 р. чотири планети - Меркурій, Земля, Уран і Нептун знаходились майже на одній прямій, оскільки їх геліоцентричні довготи ненабагато (на 1-2 °) відрізнялись від довготи Землі (292,7 °). Імовірно, це посилює вплив сплеску активності Сонця на тварин. У цьому ж розділі аналізується загибель суспільних польовок після спалахів на Сонці. Показано, що загибель польовок настає після спалахів на Сонці при досягненні тваринами у процесі порівняно різкого зниження маси тіла деякої критичної маси.

Розглянуто особливості впливу факторів середовища на масу тіла польовок на різних фазах 11-річного циклу активності Сонця.

У восьмому розділі розглядається вплив багаторічних варіацій геофізичних факторів на формування циклів морфологічних характеристик і фізіологічних показників людини.

Для вивчення вікових варіацій краніологічних характеристик черепа людини на території України за останні 5 тис. років були використані доступні літературні дані, де містились результати вимірювань черепів. Виявилось, що вікова тенденція змін магнітного моменту Землі (період варіації біля 8 тис. років) знаходиться у протифазі до вікового ходу (секулярного тренду) змін краніологічних ознак і масивності кісток скелету древнього і середньовічного населення України. Коефіцієнт кореляції між змінними краніологічних ознак чоловічих черепів і змінними магнітного моменту Землі складає 0,65-0,70 при $p < 0,001$. Період зменшення краніологічних ознак і масивності кісток скелету (ретардація) може бути пов'язаний із зростанням напруженості магнітного поля Землі, із збільшенням магнітного моменту. Період збільшення краніоло-

гічних ознак (акцелерація) може бути пов'язаний з зменшенням магнітного моменту планети.

У цьому ж розділі розглядаються варіації змін морфологічних ознак з періодом близько 60 років на прикладі змін загальної довжини черепа лисиці на території СРСР (П.В.Терент'єв, 1965). Показано, що перетини карт магнітних центрів і карт центрів змін довжини черепа лисиці по паралелях і меридіанах дозволяють одержати коефіцієнти кореляції порядку 0,9 при $p < 0,001$. Це вказує на можливий зв'язок геомагнітної варіації з періодом 60 років із варіаціями морфологічної ознаки одного з особців.

Проводиться аналіз даних про вік, коли настає менопауза у жінок Європи за 100 років за даними G.Васман (1948). У динаміці змін віку менопаузи є помітний ритм з періодом біля 22 років. Якщо врахувати, що знак магнітного поля сонячних плям міняється на протилежний при переході від одного 11-річного циклу до другого, то повний магнітний цикл сонячних плям завершується за 22 роки. Коефіцієнт кореляції між кривою змін віку менопаузи і вказаною кривою активності Сонця складає - 0,45, а при зсуві графіків на 5 років - 0,56 (біологічний процес записується на 5 років в порівнянні з геліофізичним) при $p < 0,001$.

Подібний цикл з періодом близько 22 років виявлений також у змінах довжини тіла янаків призовного віку. Використовувались дані E. de Toni, D. G. Rovetta, G. Aicardi (1966). Тут також мають місце 11-річні цикли стимуляції росту призовників, що змінюються 11-річним циклом гальмування росту. Коефіцієнт кореляції з активністю Сонця досягає значення порядку 0,6. Таким чином, виявлені вікові варіації морфологічних ознак людини і деяких інших видів особців, з періодами 8000, 60 і 22 роки, що відповідає віковим варіаціям напруженості магнітного поля Землі.

В И С Н О В К И

1. Система біологічних ритмів організму містить ядро водіїв ритму, що адаптують організм до відомих чотирьох циркаритмів, а також біологічні ритми, що виникають у відповідь на циклічні впливи середовища, причому у організмі вони не підтримуються відповідними водіями ритму.

2. Вірогідні ($p < 0,001$) зміни рівня артеріального тиску, частоти пульсу, температури тіла у здорових дітей виявлені як реакція на вплив фізичних факторів спалаху на Сонці, а також як реакція на вплив фізичних факторів, пов'язаних з проходженням фази повного Місяця.

3. У дітей із захворюваннями шлунково-кишкового тракту добові та напівдобові ритми температури тіла і артеріального тиску на інтервалі новий Місяць-повний Місяць відрізняються по амплітуді від ритмів на інтервалі повний Місяць-новий Місяць. Це бажано враховувати при розробці профілактичних та лікувальних заходів.

4. Розроблена математична модель, яка враховує суперпозицію гармонічних коливань окремих осциляторів і дозволяє описати особливості організації повільних хвиль серцевого ритму, яка визначається закономірністю типу ступеневого ряду (геометричної прогресії).

5. Ритми з періодами близько 16,5; 7,1 і 3,5 діб на спектрах потужності часових рядів даних про звертання хворих з приводу опіків, даних про аварійність на автотранспорті відповідають періодам системи генератора космічних ритмів, причому амплітуди зазначених періодів на спектрах потужності зростають у випадках, коли Земля перетинає певні сектори навколосонячного простору.

6. Біоефективним виявляється той спалах на Сонці, який має місце при певному положенні планет у навколосонячному просторі; циклічне повторення таких біоефективних (по впливу на масу тіла піддослідних тварин) опалахів відбувається з періодом циклу від 89 до 144 діб.

7. При зростанні середньої маси тіла різних видів ссавців амплітуда зниження маси окремих іотот після біоефективного спалаху зменшується. Зменшення маси тіла суспільних польовок досягає 30 %, морських свинок - 20%, кроликів - 12 %, а у дітей 4 років - 4 % вихідної маси. Період відновлення охоплює тривалий час (не менше 7-10 діб).

8. Зниження маси тіла окремих тварин (польовок чи морських свинок) після деяких спалахів на Сонці може досягати критичного рівня маси, що призводить до загибелі тварин.

9. Спектри потужності часових рядів даних про масу тіла білих мишей і суспільних польовок у камері, що екранує від геомагнітних збурень, приймають характерні омуги дозволених і заборонених частот, що вказує на збільшення чутливості до проникаючих факторів неелектромагнітної природи. Індивідуальні спектри окремих тварин вірогідно не відрізняються один від одного.

10. Вікові варіації морфологічних ознак людини і деяких видів ссавців виявляють виражені піки з періодами близько 8000, 60 і 22 років, які співпадають із спектром вікових варіацій магнітного поля Землі.

11. Варіації з періодом близько 22 років складаються з двох пів-

циклів - 11 років гальмування розвитку і 11 років стимуляції, що проявляється, в динаміці віку настання менопаузи у жінок, а також в амінах довжини тіла юнаків призовного віку.

12. Розроблена методика аналізу часових рядів даних для групи тварин, яка дозволяє виділяти реакцію на дію циклічних факторів зовнішнього середовища як усереднене для групи відхилення від індивідуальних трендів.

Основні положення дисертації опубліковані у таких працях:

1. Современные проблемы изучения и сохранения биосферы // Свойства биосферы и ее внешние связи / Под. ред. Н. В. Красногорской. - С.-Петербург, Гидрометеонадат. - 1992. - Т. 1 - 264с.

2. Василик П. В. Влияние магнитного цикла солнечных пятен на некоторые процессы акцелерации // V Украинская республ. конф. по бионике. Теог. г. Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1972. - С. 67-68.

3. Василик П. В. Изменения физического развития современного человека и их связь с географическими особенностями изменений геомагнитного поля // Материалы II Всесоюз. симп. "Влияние естественных и слабых искусственных магнитных полей на биологические объекты". - Белгород: Белгород. пед. ин-т, 1973. - С. 76-79.

4. Василик П. В. Геомагнитная гипотеза акцелерации и некоторые эволюционные процессы // Материалы совещ. "Космические факторы и эволюция органического мира". - М.: Моск. пед. ин-т, - 1974. - С. 115-132.

5. Василик П. В. Параллельность векового хода некоторых геофизических и биологических процессов // Медицинская кибернетика. - Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1974. - С. 17-28.

6. Василик П. В. Параллельность векового хода изменений морфологических признаков человека и некоторых видов млекопитающих в голоцене // Там же. - 1975. - С. 8-17.

7. Василик П. В. Параллельность векового хода изменений морфологических признаков человека и некоторых видов млекопитающих в период вюрмского оледенения // Там же. - С. 17-32.

8. Василик П. В. К моделированию динамики численности населения Европы от мезолита до средних веков // Кибернетика и вычисл. техника. 1976. Вып. 33. - С. 15-25.

9. Василик П. В. Системный анализ влияния магнитного поля Земли на рост и развитие человека // Там же, 1979. Вып. 45. - С. 12-21.

10. Василик П. В., Галицкий А. К. Ритмы экскреции хлоридов и геомагнитная активность // Медицинская кибернетика. - Киев: Ин-т кибернетики

АН УССР, 1979.- С.8-12.

11.Василик П.В., Галицкий А.К. Системный анализ влияния факторов внешней среды на ритмы прироста веса детей ясельного возраста // Кибернетика и вычисл. техника.-1980. Вып.48.- 1980.- С.14-22.

12.Василик П.В., Галицкий А.К., Попов А.А. Солнечные ритмы в динамике прироста веса дошкольников // Там же.- С.37-42.

13.Василик П.В., Василега А.Г., Галицкий А.К., Чекайло М.А. Ультрадианная ритмика некоторых физиологических показателей и факторы внешней среды // Медицинская и физиологическая кибернетика.- Киев: Ин-т кибернетики АНУССР, 1981.- С.3-9.

14.Василик П.В., Попов А.А., Кривова О.А. Моделирование дыхательной аритмии // Проблемы бионики.- 1982.- Вып. 29.- С.109-114.

15.Василик П.В., Попов А.А. Системное исследование здоровья популяции с учетом воздействия ближнего космоса // Космические исследования антропоэкологической ситуации Сибири и Дальнего Востока.- Л.: Наука, 1982.- С.76-80.

16.Василик П.В., Галицкий А.К., Попов А.А. Анализ влияния факторов внешней среды на ритмы прироста веса морских свинок // Кибернетика и вычисл.техник. -1983.-Вып.59.- С.91-101.

17.Василик П.В., Галицкий А.К. Ритмы изменения свойств воды как фактор формирования биологических ритмов // Там же, 1985.-Вып.66.-С.11-19.

18.Василик П.В., Попов А.А., Василега А.Г. Анализ цикличности процессов акцелерации //Там же,- С.103-106.

19.Василик П.В., Чернышов В.В., Галицкий А.К., Попов А.А. Синхронизация ритмов активности дрозофил и ритмов изменения веса морских свинок ритмами факторов внешней среды // Там же,-1986.- вып.70.- С.14-21.

20.Василик П.В. Особенности структуры биологических ритмов организма //Медицинская и биологическая информатика.- Киев,1987.- С.65-68.

21.Василик П.В., Попов А.А., Чекайло М.А. Вековой ход изменения краниологических признаков древнего населения Украины и магнитное поле Земли // Кибернетика и вычислит. техника,1988.- Вып. 78.-.С.5-15.

22.Василик П.В., Галицкий А.К., Василега А.Г. Индивидуальные особенности модуляции ритмов изменения массы морских свинок геофизическими факторами // Там же.- С.92-90.

23.Василик П.В. Особенности модуляции ритмов в организме // Имитационное моделирование и управление в биологии и медицине.- Киев: Ин-т кибернетики им.В.М.Глушкова АН УССР, 1988.- С.49-53.

24. Василик П.В., Попов А.А., Чекайло М.А. Анализ цикличности векового хода краниологических признаков человека // Кибернетика и вычисл. техника. - 1999. - Вып. 8°. - С.9-14.

25. Галицкий А.К., Василик П.В., Попов А.А., Чекайло М.А. Математическое моделирование синхронизации колебательных процессов в биосистемах // Там же. - С.68-74.

26. Василик П.В., Павлов Е.Г. О возможной модели биологических ритмов иммунитета животных // Тез. VIII респ. конф. по бионике. - Киев: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова АН УССР, 1989. - С.107.

27. Влияние гелиогеофизических факторов на циклические изменения параметров физиологических ритмов у детей. / П.В. Василик, Е.М. Вайнруб, А.Г. Василега и др. // Кибернетика и вычисл. техника. - 1990. - Вып. 86. - С.13-19.

28. Василик П.В., Василега А.Г. К построению модели влияния фаз Луны на биологические ритмы // Там же. - С.80-86.

29. Василик П.В., Кривова О.А. Особенности динамики физиологических показателей при гелиогеофизических возмущениях // Физиологическая и медицинская информатика. - Киев: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова АН УССР, 1990, С.19-23.

30. Василик П.В., Галицкий А.К. Влияние гелиогеофизических факторов на организм: статистика транспортных происшествий и проблема прогнозирования // Кибернетика и вычисл. техника. - 1991. - Вып. 90. - С.8-11.

31. Василик П.В., Вайнруб Е.М., Василега А.Г., Савицкая Е.И. Изменение режима колебаний в атмосфере и биосфере при прохождении пятен через центральный меридиан Солнца // Там же. - С.60-66.

32. Василик П.В. Циклические изменения психофизиологических показателей человека как один из факторов возникновения длинных волн в экономике. - Экономика Украины: прошлое, настоящее, будущее // Тез. и материалы I Междунар. конгресса украинских экономистов. - Киев, 1992. - С.193-197.

33. Василик П.В. Об одной концепции построения модели циклических катастроф в истории органического мира. - Киев, 1992. - 21с. - (Препр. / АН Украины. Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова; 92-21).

34. Василик П.В., Гелескул Л.М., Василега А.Г., Кривова О.А. Влияние флуктуаций факторов внешней среды на суточную ритмику физиологических параметров у детей. // Кибернетика и вычисл. техника. - 1992. - Вып. 94. - С.7-16.

35. Анализ цикличности в динамике ожогового травматизма /

П.В.Василик, А.А.Тарасов, А.Г.Василега и др. // Там же. - С.51-57.

36.Василик П.В., Василега А.Г. Влияние солнечных протонных событий и их предвестников на динамику физиологических показателей детей и массу тела морских свинок // Там же.-1993.- Вып.98.- С.12-20.

37.Василик П.В.Активность Солнца, флуктуации скорости вращения Земли и ритмы биосферы.- Киев.1993.-31с. (Препр./ НАН Украины.Ин-т кибернетики имени В.М.Глушкова;93-28).

38.Василик П.В., Василега А.Г., Шевчук В.М.Роль природных циклов у формировании долгих хвиль в экономике и трудовому потенціалі // Матеріали наук. конф. "Демографічна ситуація в Україні".- Київ,1993.Ч.ІІІ.-С.8-11.

39.Василик П.В., Попов А.А., Василега А.Г.Влияние экранирования геомагнитных возмущений на изменение массы тела общественных полевок *Microtus socialis* Pall // Медицинские информационные технологии. Киев,1994.- С.78-82.

40.Василик П.В.К построению модели генерации вспышек на Солнце и их влияние на биосферные процессы.-Киев,1994.-30 с.-(Препр./ НАН Украины. Ин-т кибернетики имени В.М.Глушкова ; 94-11).

41.Василик П.В.Некоторые возможные механизмы влияния активности Солнца на динамику биосферных процессов // Кибернетика и вычисл.техника, 1994.- Вып.102.- С.16-21.

42.Вспышечная активность Солнца и ее влияние на заболеваемость и смертность населения / П.В.Василик, А.Г.Василега, П.З.Дьяченко и др.// Там же.- С.38-42.

43.Василик П.В.К построению модели влияния внешних факторов на формирование некоторых инфрадианных биологических ритмов.- Киев,1995.-28 с.-(Препр./ НАН Украины.Ин-т кибернетики имени В.М.Глушкова; 95-27).

44.Василик П.В. Влияние активности Солнца на формирование значительных возмущений в динамике массы тела общественных полевок *Microtus socialis* Pall // Структурно-функциональные исследования в медицинских и биологических системах.-Киев: Ин-т кибернетики имени В.М.Глушкова НАН Украины,1995.- С.31-36.

Василик П.В. Циклическая модуляция биологических ритмов человека и некоторых видов животных гелиогеофизическими факторами.

Диссертация (рукопись) на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 14.03.28 - биологическая и медицинская

кибернетика и информатика. Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины, Киев, 1996 г. Защищается 44 научных работы, которые содержат теоретическое изучение, разработку методик и экспериментальные исследования влияния факторов среды на формирование некоторых инфрадианных и многодневных биологических ритмов человека и некоторых млекопитающих, а также анализ вековых вариаций морфологических характеристик и физиологических функций человека в связи с влиянием физических факторов внешней среды. Установлено, что инфрадианные ритмы с периодами около 3, 5 и 7 сут, а также многодневные ритмы с периодами 87—144 сут формируются под влиянием космических генераторов ритмов соответствующих диапазонов. Вековые вариации морфологических характеристик содержат вариации с периодами 22, 60 и 8000 лет, что совпадает со спектром вековых вариаций магнитного поля Земли.

Vasylyk P. V. Cyclic modulation of biological rhythms of a man and some species of animals by heligeophysical factors.

Abstract of thesis for Doctor's of Biology Degree in the speciality 14.03.26 — Biological and Medical Cybernetics and Informatics. V. M. Glushkov Institute of Cybernetics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, 1996. 44 scientific works are defendet, containing the theoretical study, elaboration and experimental investigation of the influence made by environment factors on to formation of some infradian and manyday biological rhythms of a man and some mammals, gical characteristics and physiological functions of a man and also the analysis of the secular variations of morpholo-associated with the influence exerted by the physical environment factors. It is states that the infradian rhythms with periods of about 3,5 and 7-days, and also the manyday rhythms with periods 87—144 days are formed under the influence of the space generators yielding the rhythms of the corresponding ranges. Secular variations of the morphological characteristics contain the variations with the periods of 22, 60 and 8000 years, and this coincides with the spectrum secular variations of the magnetic field of the Earth.

Ключові слова: інфрадіанні біологічні ритми, спалахи на Сонці, циклічні збурення, вікові варіації, фізичні фактори.

УКБ-110

АВ 34.378
АВ 34.378

Підп. до друку 06.02.96. Формат 60×84/16. Папір для розм. апарат.
Ум. друк. арк. 1,86. Ум. фарб.-відб. 2,19. Обл.-вид. арк. 2,0.
Зам. 144. Тир. 100 прим.

Редакційно-видавничий відділ з поліграфічною дільницею
Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
252022 Київ 22, проспект Академіка Глушкова, 40