

УДК 621.317.7.089

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ І ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ  
ПАРАМЕТРІВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК  
ЛЮДСЬКОГО ОРГАНІЗМУ

Пустова С.В., Яненко О.П.

*Наведені результати дослідження електрофізичних і електромагнітних параметрів біологічно активних точок людського організму та оцінка взаємозв'язку цих параметрів.*

**Вступ. Постановка задачі**

**Біологічно активні точки (БАТ)** — це обмежені за розмірами, але певні за анатомічною локалізацією ділянки шкіри і прилеглих тканин, які морфологічно нічим не відрізняються від оточуючих їх тканин. Крім того, БАТ мають специфічні властивості.

БАТ описані, вивчені і використовуються східною медициною здавна (відомі письмові джерела налічують більше двох тисяч років). Західна медицина також використовує біологічно активні точки і зони з діагностичною (метод рюдораку (Накатані), тест Акабане, тест Фоля) та терапевтичною (акупунктура, рефлексотерапія, вколювання голками, масаж) метою.

Основні властивості БАТ полягають в наступному [1, 2]:

• БАТ — це певні морфологічні (проте без специфічних морфологічних структур) утворення в шкірі та нижче розташованих тканинах, вони мають однакову анатомічну локалізацію незалежно від статі, раси, особливостей конституції, темпераменту та ін. Більш того, після оперативного чи травматичного пошкодження з часом БАТ відновлюються. Вони не локалізуються нашими органами чуття, органолептично.

• В БАТ більше пухкої сполучної тканини.

• В них виявлено численні нервові гілки та їх розгалуження у дермі, підшкірній жировій клітковині, м'язах та сухожиллях, які пов'язані з кровоносними судинами та лімфатичними вузлами. Скупчення нервових закінчень з рецепторними та ефекторними властивостями.

• В БАТ підвищена кількість різного виду рецепторів (тактильні тільця, кінцеві колби, гломузи), а також гладеньких м'язових волокон. Тому вона є більш чутливою до подразнення ніж поруч розташовані тканини.

• Над зоною БАТ знаходиться більш тонкий шар епідермісу, більш тонкі колагенові волокна, є спіралеподібні судинні сітки, оточені безмієліновими холінергічними волокнами.

• В зоні БАТ у 2-3 рази підвищена концентрація опасистих клітин гепариноцитів, клітин, що містять гістамін, порівняно з оточуючими їх тканинами.

• В БАТ підвищений обмін речовин, поглинання кисню.

• БАТ мають більш високий електричний потенціал, порівняно з оточу-

ючими тканинами, більш потужне інфрачервоне випромінювання, над ними спостерігається знижений електроопір шкіри.

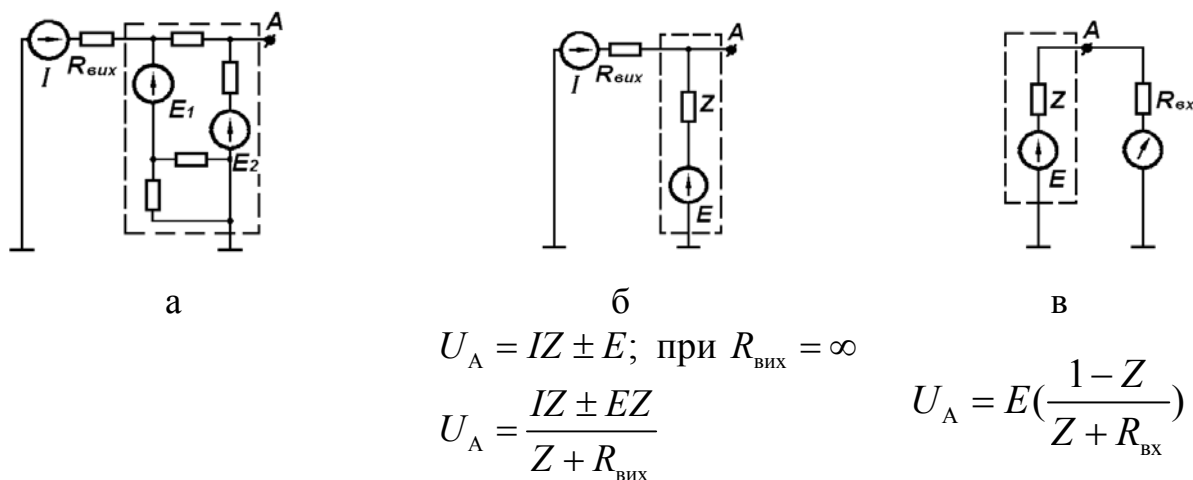
- Проекції БАТ на поверхні шкіри мають розміри до 10 мм<sup>2</sup> (зона рефлекторного впливу). Аурикулярні БАТ за площиною менші порівняно з корпоральними.

- БАТ виявляються з моменту народження і розташовуються ідентично у різних індивідуумів.

- В проекції БАТ в більшості випадків пролягає нерв, артеріола, вена (які часто перфорують фасцію) або лімфатична судина з оточуючими їх нервовими сплетіннями.

Класичних БАТ розташованих по ходу 14 меридіанів — 361.

Враховуючи те, що БАТ відрізняються від інших ділянок шкіри підвищеною провідністю і наявністю власного потенціалу. А також враховуючи ще такі джерела електрорушійної сили (ЕРС), як ЕРС поляризації ( $E_1$ ), статичну ЕРС ( $E_2$ ), напругу наводок, можна показати, що еквівалентна схема точки являє собою досить складне коло (рис. 1, а). Таке коло звичайно складне для аналізу, але, якщо застосувати теорему про еквівалентний генератор, то її можна замінити еквівалентним двополюсником, який містить одне джерело ЕРС ( $E$ ) з внутрішнім опором  $Z$  (рис. 1б). Дану схему можна звести до схеми рис. 1в [3].



$$U_A = IZ \pm E; \text{ при } R_{\text{вих}} = \infty$$

$$U_A = \frac{IZ \pm EZ}{Z + R_{\text{вих}}}$$

$$U_A = E \left( \frac{1 - Z}{Z + R_{\text{вх}}} \right)$$

Рис. 1. Повна (а) та спрощені (б, в) еквівалентні схеми БАТ.

$U_A$ - власний потенціал БАТ;  $I$ - джерело струму;

$R_{\text{вих}}, R_{\text{вх}}$  - вихідний і вхідний опори відповідно

В літературі є велика кількість робіт, в яких стверджується, що БАТ дозволяє проводити діагностику захворювань. В цих роботах перевага надається безконтактному методу вимірювання, оскільки при контакті з точкою змінюються її параметри.

Наприклад, були проведені дослідження БАТ за допомогою тепловізійної техніки в ІЧ-діапазоні [4, 5, 6]. Проводилось дослідження радіаційної

температури, провідності БАТ у здорових людей і хворих хронічною вертебро-базиллярною недостатністю. Для вивчення радіаційної температури використовували тепловізор типу „Ага-680-М”, провідність в БАТ вивчалась приладом БАТ „Элита-4”. Досліджувались температурні поля в зоні БАТ і вивчалась можливість індикації точок за допомогою цих полів, а також досліджувались температурні ефекти при лікуванні деяких захворювань методами рефлексотерапії. Вимірювання проводились за допомогою тепловизора „Инфра-ай 103”.

Дослідження показали, що: 1) реєстрація змін температури в БАТ може бути використана для оцінки психофізіологічного стану людини, визначення ступеню втомлюваності і реактивності при емоційних навантаженнях, стресових ситуаціях; 2) вивчення радіаційної температури може слугувати важливим методом діагностики стану БАТ, який вигідно відрізняється від багатьох інших; 3) внаслідок явищ теплопровідності теплова пляма на шкірі людини має радіус порядку 0,5...1,0 см (розміри БАТ становлять порядку 1мм) при перепаді температур, що не перевищує 5°C; 4) медико-технічні дослідження показали ефективність використання тепловизорів при акупунктурі для контролю за ходом лікування і для експрес-діагностики хворих.

Проведено аналіз великої кількості вимірювань електропровідності шкіри (ЕПШ), температури шкіри (ТШ), електростатичного потенціалу (ЕП), що реєструвалась в БАТ з метою встановлення взаємозв'язку між цими параметрами. В основу вимірювань ліг стандартний вегетативний тест (СВТ) ЦІТО [7]. В результаті було виявлено: 1) відсутня кореляція між ТШ і ЕПШ, що напевно, пов'язано з різними фізіологічними процесами, що лежать в основі змін цих показників; 2) найбільш міцні зв'язки виявлені між електричними параметрами (наприклад, між ЕПШ і ЕП).

Отже, дослідження електрофізичних властивостей БАТ людського організму, а також визначення їх взаємозв'язку з електромагнітними параметрами цих точок є актуальним і перспективним. На сьогоднішній день, коли фізіотерапевтичні методи впливу на людину входять в число найбільш популярних, очевидна необхідність таких досліджень.

Для дослідження нами було вибрано 4 точки акупунктури [1, 2]:

1) т. шан-янь (G1 1) належить до меридіану товстої кишки; розташована на променевій стороні II пальця, на 2-3 см назовні від кута нігтьового ложа, в місці переходу з тильної поверхні на долоню; точка широкого спектру дії; застосовується при показаннях: надання швидкої допомоги при непритомності, комі, набряку слизистої оболонки горла, біль в очах при глаукомі, шум у вухах, глухота, болі в плечовому суглобі і спині з іррадіацією в надключичну ямку, оніміння пальців, лихоманці;

2) т. хе-гу (G1 4) належить до меридіану товстої кишки; розташована між I і II п'ясними кісточками, ближче до середини II п'ясної кісточка, в

ямці; точка широкого спектру дії, точка-посібник; застосовується при показаннях: неврит лицьового нерву, парез м'язів рота, птоз в'ї, зубна біль, тризм, головна біль, носова кровотеча, шум у вухах, глухота, біль і набряк слизистої оболонки горла, контрактура пальців, біль у зовнішній поверхні передпліччя, лихоманка при переохолодженні, пітливість, аменорея; вагітним діяти на цю точку протипоказано;

3) т. шао-чун (С9) належить до меридіану серця; розташована біля променевого краю нігтьового ложа V пальця, вище від кута нігтя на 0,3 см; тонізуюча точка, використовується при критичному стані; застосовується при показаннях: серцебиття, задуха, біль в області серця, аритмія, біль у грудях і підребер'ї, астенія, депресія, почуття страху, порушення мозкового кровообігу, втрата свідомості;

4) т. лао-гун (МС8) належить до меридіану перикарду; розташована на середині долоні між III і IV п'ясами кісточками (при зігнутих пальцях - між кінчиками III і IV пальців); застосовується при показаннях: сонячний та тепловий удари, біль в області серця, задуха, гіпертензія, відсутність апетиту, патологічна спрага, розлад акту ковтання, блювота, тремор рук, акроціаноз, артрити з обмеженням рухів суглобів рук, судоми у дітей; стоматит, нервові припадки.

Точки були вибрані, виходячи із зручності їх розміщення і простоти одержання інформації. Були отримані дані з обох рук.

В якості параметрів, що вимірювались, використовувались: електричний опір шкіри ( $R_{шк}$ ), температура ( $T$ ) і електромагнітне випромінювання ( $P$ ) цих точок. Вимірювання температури точок в окремих випадках дозволяє діагностувати онкологічні захворювання. Але враховуючи, що температурні вимірювання пов'язані з поверхнею шкіри, то було б бажано проводити вимірювання глибинної температури шкіри шляхом вимірювання електромагнітного випромінювання цих ділянок.

Задачею дослідження було вивчення зміни вказаних параметрів у однієї людини на протязі деякого часу і одноразове вимірювання цих же параметрів у різних людей. Крім того, була проведена оцінка взаємозв'язку між температурою і випромінюванням та електричним опором і випромінюванням.

Автори розглядали БАТ як генератор теплових шумів, для якого:

$$P = 4kT\Delta f, \quad (1)$$

де  $P$  - потужність випромінювання, [Вт];  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  [Дж/К] - стала Больцмана;  $\Delta f = 10^8$  [Гц] смуга частот;  $T$  - температура, [К].

### Експериментальна частина

Дослідження проводились у вимірювальній акредитованій лабораторії НДЦ квантової медицини „Відгук” за допомогою електронного вольтметра В7-27 і високочутливої радіометричної системи НУ-1 [8,9].

Вимірювання електричного опору шкіри проводилось за допомогою омметра. При вимірюванні опору на кінчик електроду була надіта прокладка, змочена у фізіологічному розчині (сіль натрій хлорид), оскільки розкид значень даного параметру дуже залежить від вологості шкіри. Похибка визначення електричного опору склала  $\pm 2,2\%$ .

Дослідження електромагнітного випромінювання БАТ проводилось на радіометричній системі НУ-1 на частоті 52 ГГц при значенні атенуатора 3дБ. Похибка визначення потужності випромінювання склала  $\pm 5\%$ . Схема вимірювання електромагнітного випромінювання зображена на рис. 2а.

Вимірювання температури БАТ проводилось за схемою, наведеною на рис. 2б, електронним термометром контактного типу з похибкою, яка склала  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ . На рис.2а,б позначено 1- підшкірний простір; 2- шкіра; 3- БАТ; 4- рупорна антена; 5- радіометрична система НУ-1; 6- індикатор; 7- електронний термометр контактного типу.

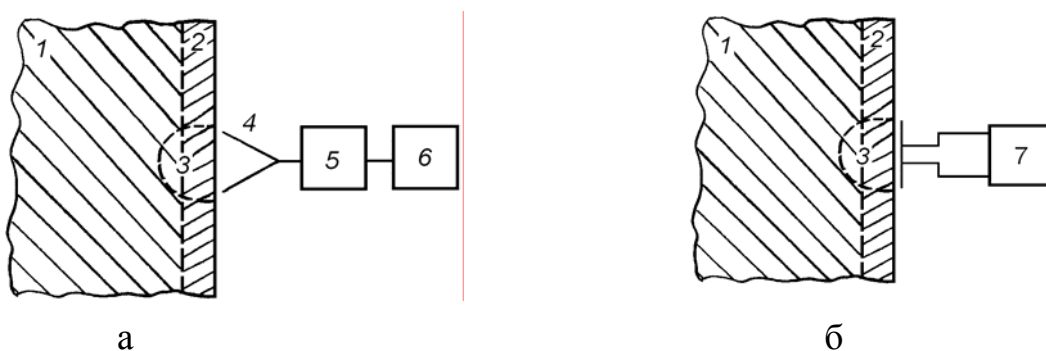


Рис. 2. Схема вимірювання електромагнітного випромінювання (а) і температури (б)

В результаті досліджень були отримані дані, що наведені на рис. 3,4.

Для числової оцінки ступеня взаємного зв'язку між параметрами використовуємо коефіцієнт кореляції. Коефіцієнт кореляції між рядами значень  $x$  та  $y$  дорівнює відношенню середнього добутків  $\Delta x$  на  $\Delta y$  до добутку стандартів величин  $\Delta x$  та  $\Delta y$  [12]:  $r_{xy} = \frac{\Delta x \cdot \Delta y}{\sigma_{\Delta x} \cdot \sigma_{\Delta y}}$ ,  $|r_{xy}| \leq 1$ , де

$$\Delta x = x_i - \bar{x}, \quad \sigma_{\Delta x} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta x)^2}{n-1}}, \quad \sigma_{\Delta y} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta y)^2}{n-1}}.$$

При  $r_{xy}=+1$  – повна пряма кореляція; при  $r_{xy}=-1$  – повна обернена кореляція; при  $r_{xy}=0$  – зв'язок повністю відсутній; при  $r_{xy}=0,5$  (по абсолютній величині) – кореляційна залежність достатньо велика, і можна говорити про закономірність зв'язку між параметрами.

Результати розрахунку коефіцієнтів кореляції надані в табл. 1, 2.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів кореляції між параметрами БАТ однієї людини

БАТ	Коефіцієнт кореляції між $T$ і $P$ БАТ		Коефіцієнт кореляції між $R_{\text{шк}}$ і $P$ БАТ	
	Ліва рука	Права рука	Ліва рука	Права рука
Лао-гун	0,5	0,5	0,5	0,5
Хэ-гу	0,5	0,5	0,5	0,5

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів кореляції між параметрами БАТ лао-гун у групі людей

БАТ	Коефіцієнт кореляції між $T$ і $P$ БАТ		Коефіцієнт кореляції між $R_{\text{шк}}$ і $P$ БАТ	
	Ліва рука	Права рука	Ліва рука	Права рука
Лао-гун	0,75	0,72	-0,1	-0,2

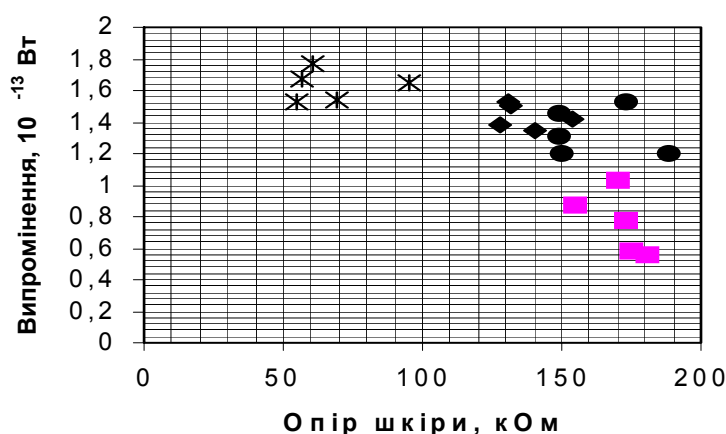
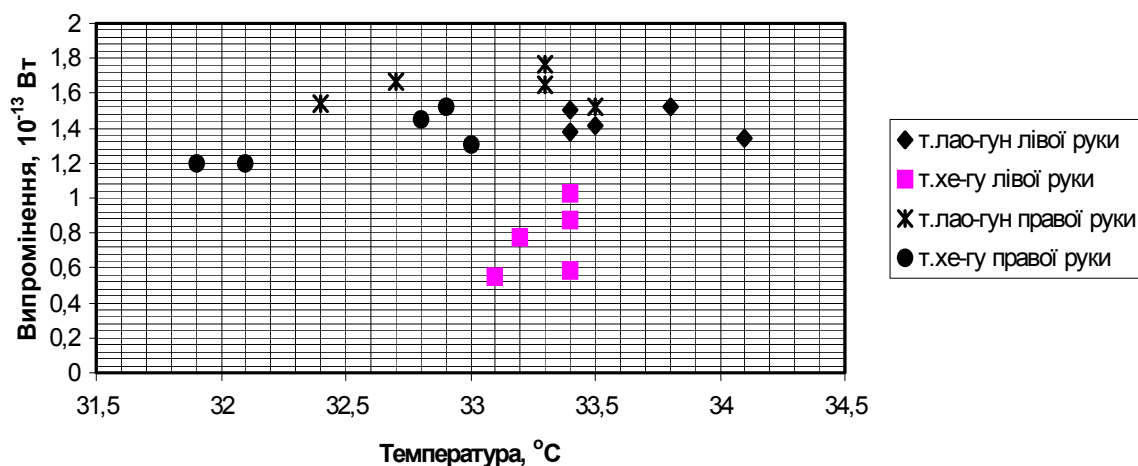


Рис. 3. Графік залежності потужності випромінювання БАТ від температури (а) і електричного опору (б) у однієї людини

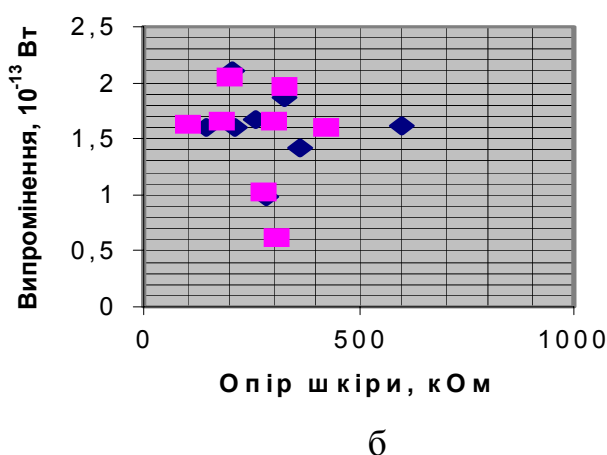
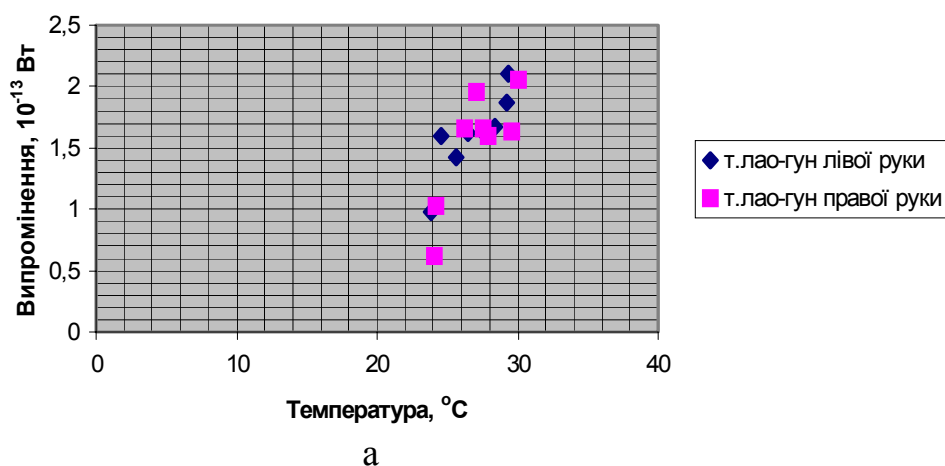


Рис. 4. Графік залежності потужності випромінювання БАТ від температури (а) і електричного опору у групі людей (б)

### Висновки

Лінійна кореляція між температурою БАТ і її випромінюванням достатньо велика і можна казати про закономірність зв'язку між цими параметрами. У випадку визначення електричного опору і випромінювання БАТ для однієї людини кореляція між цими параметрами є прямою і достатньо великою, що свідчить про закономірність зв'язку. А для випадку визначення цих же параметрів для групи людей ця величина є незначною і кореляція обернена.

Електричний опір шкіри в однойменних точках обох рук практично однаковий. Суттєва його різниця в БАТ лао-гун лівої і правої руки однієї людини вірогідно пояснюється індивідуальними особливостями саме цієї людини і потребує подальшого вивчення.

Дослідження показало, що вивчення електрофізичних і електромагнітних параметрів БАТ може слугувати методом діагностики стану організму людини, який відрізняється інформативністю, абсолютною нешкідливістю, швидкістю та можливістю динамічного спостереження.

### Література

1. Самосюк И.З., Лисенюк В.П. и др. Нетрадиционные методы диагностики и терапии. К.: Здоровье, 1994. - 240 с.

2. Лисенюк В.О., Фадєєв О.М., Головчанський О.М. Рефлексотерапія. Навч. посібник. К.: Ходак, 2002. 132 с.
3. Кожевников Е.П., Кочетков Ю.Д., Краснов М.Г. Методика измерения биофизических параметров точек акупунктуры.
4. Тепловидение и его применение в медицине/Ред.Мирошникова. М-Л.,1984. 180 с.
5. Орхов Н.Я. и др. Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами. М., 1985. 81 с.
6. Аникина И.В., Марков А.Г., Пасечник В.Н. Исследование температурных колебаний кистей рук. Тез. док. IV конф. „Тепловизионная медицинская аппаратура и практика ее применения ТеМП-88”. Л., 1988. 136 с.
7. Нечушкин А.И., Попова А.С., Подкопаев М.И, Тимофеев А.В. К вопросу о взаимосвязи между некоторыми параметрами БАТ.
8. Головка Д.Б., Скрипник Ю.О., Яненко О.П. Надвисокочастотні методи та засоби вимірювання фізичних величин: Навч. посібник. К.: Либідь, 2003. 328 с.
9. Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф., Манойлов В.Ф., др. Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов. Житомир: Вольнь,2003. 408 с.

<p>Пустова С.В., Яненко А.П.  <b>Исследования электрофизических и электромагнитных параметров биологически активных точек человеческого организма</b>                  Приведены результаты исследования электрофизических и электромагнитных параметров биологически активных точек человеческого организма; оценены взаимосвязи этих параметров.</p>	<p>Pustova S.V., Janenko A.P.  <b>Research of electrophysics and electromagnetic biologics activity point parameters of person organism</b>                  Results of researches of electrophysics and electromagnetic biologics activity point parameters of person organism are bring; coupling these parameters are estimated.</p>
--	---