

**Оригінальні статті**

УДК 613.647+612.1:001.5

**БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА****Назаренко В.І.****ДУ «Інститут медицини праці АМН України», м. Київ**

Проведено аналіз даних експериментальних і виробничих досліджень комбінованої дії факторів різної фізичної природи – магнітного поля промислової частоти 50 Гц, шуму, підвищеної температури повітря. До біологічних особливостей комбінованої дії фізичних факторів потрібно віднести залежність реакцій організму від їхньої комбінації, інтенсивності та тривалості експозиції, наявність універсальних систем біологічної сумарної впливів кожного окремого фактора.

**Ключові слова:** фізичні фактори, комбінована дія, біологічні закономірності

**Вступ**

У сучасному виробництві електроенергії, зв'язку, швейному виробництві, у більшості випадків має місце комбінована дія одразу декількох фізичних чинників, що мають різну природу (механічні, теплові й електромагнітні коливання) і, внаслідок цього, різні механізми сприйняття й впливу на фізіологічні системи живого організму.

Шум впливає на людину через високоспеціалізований аналізатор – слухову систему, яка має відповідне представництво в ЦНС, що є координатором основних фізіологічних процесів в організмі [1, 2]. Систему терморегуляції, відповідальну за температурний гомеостаз організму, також можна віднести до систем, що мають усі ознаки специфічного аналізатора теплового впливу [3,4]. Нарешті, в організмі людини не існує специфічної системи біологічної рецепції електромагнітного поля 50/60 Гц, за виключенням ферритин-подібних структур, що вміщують іони заліза (61–88 %) у клітинах мозку й печінки [5].

Одержані в хронічному лабораторному експерименті на білих щурах дані свідчать, що як ізольована дія цих факторів, так і їхні різні сполучення, у більшості випадків, викликають певні зміни функціонального стану основних фізіологічних систем організму, у залежності від умов експозиції [6].

*Мета роботи* – аналіз біологічних особливостей комбінованої дії магнітного поля 50 Гц, шуму, підвищеної температури повітря, що проявляються в умовах лабораторного експерименту та виробничих умовах.

**Матеріали та методи дослідження**

У лабораторному експерименті, у кожній з 15 серій дослідження, групу тварин (8 – 9 білих щурів) протягом 8 місяців експонували певною комбі-

нацією магнітного поля (МП) 50 Гц із рівнями магнітної індукції 7, 250 або 7000 мкТл, білого шуму (80 дБА), підвищеної температури (28 °С) повітря. Тривалість добової разової експозиції складала 2 години на добу. Для оцінки ефектів впливу факторів, проводили дослідження температури тіла, електрокардіографічних показників [7,8]; стан системи переокисного окислення ліпідів (ПОЛ) оцінювали за вмістом у сироватці крові малонового диальдегіду (МДА) [9]; стан системи антиоксидантного захисту (АОЗ) організму визначали за активністю супероксиддисмутази (СОД), каталази (КТ) і церулоплазміну (ЦП) у крові щурів [10, 11]. Рухову активність тварин (горизонтальна – ГРА, вертикальна – ВРА, загальна – ЗРА) оцінювали в тесті «відкрите поле» [12]. Визначали гематологічні показники: вміст гемоглобіну в крові (Hb) та одному еритроциті (Hb/ер.), а також формулу білої крові [13]. Через 1 місяць після закінчення експозиції зазначені показники реєстрували повторно.

Для оцінки впливу умов праці на працюючих проведено дослідження захворюваності з тимчасової втрати працездатності (ЗТВП) за формою 23-ТН та біологічного віку [14] на підприємствах ДП «УТЕЛ» та ЦММТТС ВАТ «Укртелеком» (364 телефоністів), ТЕЦ-5 АК «Київенерго» (417 електромонтерів, електрослюсарів, машиністів різних найменувань), на швейних фабриках м. Київ (406 швачок).

**Результати дослідження та їх обговорення**

В умовах лабораторного експерименту встановлено, що особливістю біологічного впливу фізичних чинників є певна направленість їхньої дії на окремі системи-«мішені». При цьому, ізольована дія шуму 80 дБА призводила до підвищення активності

системи антиоксидантного захисту (АОЗ) і напруженню в системі терморегуляції ( $P < 0,05$ ). Зменшення рухової активності тварин та зміни показників ЕКГ мали характер тенденції ( $P < 0,1$ ). Ізольована дія підвищеної температури повітря  $28^{\circ}\text{C}$  призводила до зменшення кількості церулоплазміну (система АОЗ) та вмісту гемоглобіну в крові, посиленню відновлювальних процесів у міокарді за даними ЕКГ (збільшення амплітуди зубця Т).

Для ізольованої дії МП 50 Гц з рівнями магнітної індукції 7, 250, 7000 мкТл на організм білих щурів є характерним, у першу чергу, збільшення (до 43 %) концентрації малонового діальдегіду в крові і зростання (на 31–43 %) активності каталази, а також збільшення R-R інтервалу (на 7,8–24 %) і інтервалу QRS (на 3,7–10,9 %). За ефектами брадикардії і зменшення амплітуди R-зубця встановлено подібність біологічної дії МП 50 Гц рівнів 7 і 7000 мкТл, що визначає актуальність проблеми «малих впливів» стосовно дії МП 50 Гц. З погляду на дані літератури, можна пояснити одержані в хронічному експерименті біологічні ефекти МП 50 Гц такими механізмами: параметричним резонансом іону  $\text{Ca}^{2+}$  (для рівнів 7 мкТл і більше) [15], впливом на вільнорадикальні процеси (для рівнів 250 мкТл і більше) [16], дією наведених струмів (для рівнів 7000 мкТл) [17].

Ознаки впливу, що були характерними для ізольованої дії МП 50 Гц, певною мірою, проявлялися і при дії в комплексі із шумом і підвищеною температурою повітря. При цьому, найбільш несприятливим рівнем, за спектром та глибиною змін можна вважати рівень магнітної індукції 7000 мкТл. У кожній серії досліджень, за виключенням ізольованої дії шуму та підвищеної температури повітря, відмічали значимі зміни хоч би одного з біологічних показників: АОЗ/ПОЛ (серед 67 % серій), температури тіла (серед 58 % серій), ЕКГ (серед 33 % серій).

Проведений аналіз частоти проявів (%) різних типів взаємодії факторів за біологічними показниками, величини яких змінювалися достовірно, свідчить, що після субхронічної експозиції щурів (1 місяць) частіше відмічається антагонізм факторів (51–61 % показників). На другому місці – незалежна дія факторів, коли величина реакції дорівнює ефекту найбільш впливового фактора (15–17 % показників). Синергізм у дії факторів (сумація, потенціювання) трапляється серед 8–9 % показників. Цей тип взаємодії зареєстровано тільки в неспецифічних системах АОЗ/ПОЛ та за змінами гематологічних показників.

До особливостей хронічної експозиції щурів (8 місяців) фізичними факторами потрібно віднести зростання питомої ваги проявів синергізму факторів з 9 до 24 % при дії «малого» рівня 7 мкТл МП 50 Гц на фоні шуму 80 дБА і підвищеної температури повітря. При цьому спостерігається і зменшення частки антагонізму факторів з 51 до 35 %.

Значний інтерес викликало дослідження характеру залежності «доза-ефект» для МП 50 Гц та за умов його дії на фоні шуму та підвищеної температури повітря. За поглядами Pfitzer (1976, 1978), Є.Г. Гончарука і др. (1989), для дії «есенціальних факторів, які приймають участь у метаболічних процесах в організмі», характерна параболічна, U-подібна залежність «доза-ефект»; для неесенціальних факторів докільля, що не приймають прямої участі в метаболічних процесах, залежність «доза-ефект» має S-подібний характер [18–20].

Потрібно зауважити, що при дії таких фізичних факторів як шум, вібрація, нагрівальний мікроклімат, у певних діапазонах величин спостерігається лінійна залежність «доза-ефект», що являє собою частковий випадок S-подібної загально-біологічної залежності (ДСН 3.3.6.037-99, ДСН 3.3.6.039-99, ДСН 3.3.6.042-99, ДСТУ ENV 25349).

Аналіз даних свідчать, що найбільш частіше S-подібні залежності реєструються після 1 місяця експозиції щурів ( $31,7 \pm 5,1$  % показників), особливо при дії МП на фоні шуму ( $46,2$  % показників). Після експозиції щурів протягом 8 місяців відсоток біологічних показників, для яких характерні S-подібні залежності «доза-ефект» зменшується в 1,9 разів – до  $16,7 \pm 4,2$  %. При цьому, частка показників, для яких характерні U-подібні залежності «доза-ефект» збільшується з  $20,8 \pm 4,9$  % до  $28,6 \pm 4,4$  %, що, на нашу думку, може свідчити про певне «звикання» організму до впливу комплексу чинників, його адаптаційне пристосування до постійно діючих подразників. Найчастіше, U- та S-подібні залежності «доза-ефект» реєструються в системі АОЗ/ПОЛ – 30 % всіх показників, величини яких змінюються достовірно.

Через 1 місяць відновлювального періоду S-подібна залежність «доза-ефект» змін показників від рівня експозиції МП 50 Гц зберігається серед їх невеликої кількості ( $7,2 \pm 1,4$  %), а U-подібні залежності «доза-ефект» виявляються серед  $9,5 \pm 1,9$  % показників. Показники АОЗ/ПОЛ складають переважну більшість (67 %) серед показників, за якими зберігаються зміни в порівнянні з лабораторним контролем.

За дослідженнями коефіцієнта адаптації за методичними підходами за Л.Х.Гаркаві і співавт. [21] встановлено, що при дії різних рівнів МП 50 Гц на фоні шуму 80 дБА після 1 місяця експозиції спостерігаються типи адаптаційних реакцій, що були характерні і для ізольованої дії МП 50 Гц. Але після 8 місяців експозиції, в усіх серіях дослідження, де комбінувався вплив МП і шуму, незалежно від рівня МП 50 Гц, спостерігали «уніфікацію» адаптаційної реакції, і, за лейкоцитарною формулою, визначали реакцію активації. Аналогічно, при комбінованій дії МП 50 Гц із підвищеною температурою повітря залежність типу адаптаційних реакцій від рівня МП спостерігали тільки після 1 місяця експозиції. Вплив даної комбінації факторів протягом 8 місяців експозиції також призводив до «уніфікації» типу адаптаційних реакцій – в усіх групах спостерігали реакцію стресу. При комбінованій дії МП 50 Гц із шумом і підвищеною температурою в усіх групах, незалежно від рівня МП, після 8 місяців експозиції також спостерігали реакцію стресу.

Таким чином, одержані дані дають можливість, з певною мірою обережності, говорити про те, що при достатньо тривалій експозиції МП 50 Гц у різних комбінаціях із шумом і підвищеною температурою повітря, кінцевий тип адаптаційної реакції організму білих щурів визначається, у першу чергу, не стільки рівнем магнітного поля, скільки його комбінацією з іншими факторами. На нашу думку, ці особливості хронічної комбінованої дії фізичних чинників потрібно враховувати при розробці санітарних стандартів для сучасного виробництва, для якого характерна невелика інтенсивність технологічних впливів.

В таблиці 1 приведено згадані вище основні особливості біологічного впливу вищеназваних факторів на організм білих щурів, в залежності від тривалості експозиції.

На нашу думку, ці особливості впливу можуть мати загальнобіологічний характер і, певною мірою, спостерігатися при комбінованій дії інших фізичних чинників на живий організм.

Результати дослідження на виробництві підтверджують значний вплив МП 50 Гц, шуму, підвищеної температури повітря на серцево-судинну й нервову систему, збільшення темпів старіння в працівників основних професій у сфері телефонного зв'язку, швейному виробництві та енергетиці. На цих виробництвах, у переважній більшості, рівні шуму, мікроклімату, напруженості, важкості праці відносяться до класу 3.1–3.2 за «Гігієнічною класифікацією праці» (2001). За рівнями індукції МП 50 Гц умови праці можна розподілити на такі професійні групи: телефоністи ДП «Утел» (до 1 мкТл), швачки (до 2,1 мкТл); працівники ТЕЦ: електрослюсарі цеху теплової апаратури вимірювання (ЦТАВ) – до 40 мкТл, машиністи різних найменувань котлотурбінного цеху (КТЦ) – до 120 мкТл, електрослюсарі різних найменувань електроцеху (ЕЦ) – до 1600 мкТл.

За дослідженнями біологічного віку [17], у професійних групах із виробничою експозицією МП 50 Гц 120 мкТл і більше, встановлено помітне збільшення темпів старіння (> 7 років), що може бути одним із маркерів несприятливого впливу даного фактора.

Як найбільш часті, у даних професіях, відмічається скарги й захворювання з тимчасовою втратою працездатності органів дихання (X клас за МКХ-10), системи кровообігу (IX клас), нервової системи (VI клас), кістково-м'язової системи (XIII клас).

Таблиця 1

**Особливості реакцій організму у залежності від тривалості експозиції комплексу фізичних факторів**

Особливості реакцій організму	
Тривалість експозиції	
Субхронічна дія (1 місяць)	Хронічна дія (8 місяців)
Переважно, S- подібні залежності «доза-ефект» для параметра інтенсивності МП 50 Гц	Переважно, U- подібні залежності «доза-ефект» для параметра інтенсивності МП 50 Гц
Незалежність % синергічної й антагоністичної взаємодії від рівня МП 50 Гц	Збільшення частки ефектів із синергічною взаємодією при дії «малого» рівня МП 50; зменшення антагонізму факторів
Залежність типу адаптаційних реакцій від рівня МП 50 Гц у комплексі факторів	Залежність типу адаптаційних реакцій організму, переважно, від комбінації факторів
Наявність ведучого фактора і модулюючий вплив інших факторів	
Залежність біологічних реакцій від комбінації факторів і тривалості їх експозиції	
Наявність систем біологічної сумачії зовнішніх впливів (АОЗ/ПОЛ, ЦНС)	

При цьому потрібно відмітити досить високий рівень захворюваності з тимчасовою втратою працездатності (ЗТВП) у даних професійних групах: від  $97 \pm 3,6$  випадків на 100 працюючих (працівники ЕЦ) до  $122 \pm 7,7$  (електрослюсарі ЦТАВ).

У структурі ЗТВП (у випадках) за 2002–2005 роки перше місце займали хвороби органів дихання – від 49,0 % (електромонтери й електрослюсарі ЕЦ) до 60,7 % (швачки), друге місце займали хвороби системи кровообігу – від 6,4 % (телефоністи ДП «Утел») до 10,9 % (електромонтери й електрослюсарі ЕЦ), на третьому місці були хвороби нервової системи – від 5,9 % (швачки) до 9,1 % (машиністи КТЦ).

Кореляційний аналіз встановив, що частота скарг на захворювання органів дихання співпадає з підвищеною температурою повітря ( $r = +0,92$ ), та рівнями шуму ( $r = +0,84$ ) на робочих місцях, а частота хвороб органів дихання – з підвищеною температурою повітря ( $r = +0,70$ ). З величиною МП 50 Гц корелює питома вага захворювань системи кровообігу ( $r = +0,92$ ). При цьому, у групі з рівнями МП до 1600 мкТл питома вага хвороб системи кровообігу збільшується в 1,5–1,7 разів у порівнянні з іншими групами ( $P < 0,1$ ), що свід-

чить про можливість використання даного показника ЗТВП у якості індикатора несприятливого впливу МП 50 Гц на працюючих.

У таблиці 2 узагальнено медико-біологічні ефекти комбінованої дії МП 50 Гц, шуму, підвищеної температури повітря в експериментальних та виробничих дослідженнях. Як видно з цих даних, існують певні особливості впливу факторів, незалежно від їх комбінації з іншими факторами. Так для дії МП 50 Гц характерна направленість впливу на біоелектричну активність серцевого м'яза (сумарна доля прямих та опосередкованих ефектів впливу  $\Sigma_{\text{еф.}} = 70$  %) та на системи антиоксидантного захисту та перекисного окислення ліпідів.

Шум, у різних сполученнях з іншими факторами, впливає на функціональний стан ЦНС, системи кровообігу, ПОЛ/АОЗ; підвищена температура повітря – на системи терморегуляції і ПОЛ/АОЗ.

Виробничі дослідження з залученням працюючих в умовах комбінованої дії цих чинників відображають, в певній мірі, ті біологічні ефекти, що спостерігали в умовах лабораторного експерименту – направленість їхньої дії. Так, із впливом МП 50 Гц корелює рівень ЗТВП системи кровообігу (у випад-

Таблиця 2

Біологічні ефекти МП 50 Гц, шуму, підвищеної температури повітря

Фактор	Експериментальні дослідження (N = 135 лабораторних тварин)				Виробничі дослідження (5 професій/1486 осіб)	
	Ефект (за рейтингом)	Математична оцінка			Ефект (за рейтингом)	Математична оцінка
		Прямий вплив	Ефекти взаємодії	Сума, $\Sigma_{\text{еф.}}$		
МП50 Гц	1. Направленість дії на біоелектричні процеси в міокарді, брадикардія (при 7 мкТл)	36 %	34 %	70 %	1. ЗТВП системи кровообігу	$r = +0,92^*$
	2. Вплив на системи ПОЛ/АОЗ	23 %	28 %	51 %		
Шум	1. Зменшення рухової активності лабораторних тварин	29 %	42 %	71 %	1. ЗТВП нервової системи	$r = +0,88^*$
	2. Тахікардія	31 %	22 %	53 %	2. ЗТВП органів дихання	$r = +0,84^*$
	3. Вплив на системи ПОЛ/АОЗ	13 %	35 %	48 %		
Підвищена температура повітря	1. Вплив на температурні показники	24 %	35 %	59 %	1. Скарги на органи дихання	$r = +0,92^*$
	2. Вплив на системи ПОЛ/АОЗ	25 %	21 %	46 %	2. Самооцінка здоров'я	$r = +0,90^*$
Напруженість праці	-	-	-	-	-	-
Важкість праці	-	-	-	-	1. ЗТВП системи кровообігу	$r = +0,82^*$

Примітка: \* – кореляція достовірна ( $P < 0,05$ ).

ках), з рівнями шуму корелюють ЗТВП нервової системи й органів дихання. Із впливом підвищеної температури повітря корелюють частота скарг на захворювання органів дихання та суб'єктивна оцінка здоров'я (СОЗ).

Одержані дані дають можливість запропонувати напрями вдосконалення існуючих профілактичних заходів щодо попередження несприятливого впливу МП 50 Гц, виробничого шуму, підвищеної температури повітря та оцінки ризику здоров'ю працюючих в умовах дії цих факторів у різних сполученнях. Серед першочергових, повинні бути заходи, спрямовані на нормалізацію функціонального стану систем, на які вибірково впливають МП 50 Гц, виробничий шум, підвищена температура повітря, і універсальних систем біологічної інтеграції несприятливого впливу чинників довкілля: ЦНС, ПОЛ/АОЗ.

### Висновки

1. При комбінованій дії електромагнітного поля промислової частоти, шуму та підвищеної температури повітря в умовах лабораторного експерименту має місце широка варіабельність біологічних ефектів як за виразністю, так і за направленістю реакцій організму, у залежності від інтенсивності та тривалості впливу цих фак-

### Література

1. Шум / [Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. и др.] // Физические факторы: эколого-гигиеническая оценка: руководство: гл. 16.– М.: Мед, 1999.– С. 6–138.
2. Профессиональный риск: справочник / [под ред. Академика РАМН Измерова Н.Ф. и Денисова Э.И.].– М.: Социздат, 2001.– 267 с.
3. Микроклимат / [Афанасьева Р.Ф., Бессонова Н.А., Бурмистрова О.В. и др.] // Физические факторы: эколого-гигиеническая оценка: руководство: гл. 10.– М.: Мед, 1999.– С. 356–424.
4. Афанасьева Р.Ф. Медико-биологические аспекты нормирования и оценки микроклимата: итоги и перспективы дальнейших исследований / Р.Ф. Афанасьева // Мед. труда и пром.экология.– 2008.– № 6.– С. 48–52.
5. Magnetic properties of human liver and brain ferritin / [Dubiel S.M., Zablota-Rupien B., Mackey J. B., Williams J. M.] // European Bioph.J.– 1999.– V.28 (3).– P. 263–267.
6. Назаренко В.І. Біологічні ефекти комбінованої дії магнітного поля 50 Гц, шуму та мікроклімату при хронічній експозиції (експериментальні дослідження) / Назаренко В.І. // Укр. журн. з пробл. медицини праці.– 2008.– № 4.– С. 70–79.

торів. Особливістю біологічного впливу фізичних чинників є певна направленість їхньої дії на окремі системи-«мішені».

2. Біологічна інтеграція комбінованого впливу фізичних чинників різної природи може здійснюватися на різних ієрархічних рівнях структурно-функціональної організації організму, проте універсальними ланками взаємодії цих впливів слугують системи антиоксидантного захисту і перекисного окислення ліпідів, ЦНС.
3. Дані виробничих досліджень свідчать про певну вибірковість впливу фізичних чинників. При цьому, частота скарг на захворювання органів дихання в працюючих корелює з підвищеною температурою повітря та рівнями шуму, захворюваність із тимчасовою втратою працездатності (ЗТВП) нервової системи – з рівнями шуму, ЗТВП системи кровообігу – з рівнями МП 50 Гц.
4. Серед профілактичних заходів щодо попередження комбінованого впливу МП 50 Гц, виробничого шуму, підвищеної температура повітря повинні бути заходи, спрямовані на нормалізацію функціонального стану систем, на які вибірково впливають ці фактори, а також універсальних систем біологічної інтеграції впливів фізичних факторів: ЦНС, ПОЛ/АОЗ.

7. Лабораторные животные / [Западнюк И.П., Западнюк В.И., Захария Е.А., Западнюк Б.В.].– К.: Вища школа, 1983.– 262 с.

8. Показатели нормы у лабораторных животных в токсикологическом эксперименте (современные представления и методические подходы, основные параметры и константы) / [Трахтенберг И.М., Сова Р.Е., Шефтель В.О., Оникиенко Ф.А.]– М.: Мед.– 1978.– 176 с.

9. Андреева Л.И. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой / Л.И. Андреева, Л.А. Кожемякин, А.А. Кишкун // Лабораторное дело.– 1988.– № 11.– С. 41–43.

10. McCord J.M. Superoxide dismutase: an enzymic function for erythrocyte protein (hemocuprein) / J.M. McCord, I. Fridovich // J. Biol. Chem.– 1989.– V. 244, № 22.– P. 6049–6055.

11. Aebi H. E. Enzymes 1: oxidoreductases, transferases / H. E. Aebi // In: Bergmeyer H., Ed. Methods of enzymatic analysis.– 1980.– V. III.– P. 273 – 282.

12. Зотов С.В. Поведінкові реакції тварин при дії ЕМП, які створюються засобами стільникового мобільного зв'язку стандарту GSM-900 / С.В. Зотов // Матер. XIV З'їзду гігієністів України.– Дніпр.: АРТ-ПРЕС, 2004.– Т.1.– С.260–264.

13. Справочник: Лабораторные методы. Исследования в клинике (под ред. Меньшикова В.В.).– М.: Мед., 1987.– 368 с.

14. Методические рекомендации «Использование методики определения биологического возраста человека в донозологической диагностике».– Киев: МОЗ Украины, 1990.– 14 с.

15. Engström S. Magnetic resonances of ions in biological systems / S. Engström, J.D. Bowman // Bioelectromagnetics.– 2004.– V.25.– P. 620–630.

16. The effect of weak 50 Hz magnetic fields on the number of free oxygen radicals in rat lymphocytes in vitro / [Zmyslony M., Rajkowska E., Mamrot P., et al] // Bioelectromagnetics.– 2004.– V.25.– P. 607–612.

17. Bailey W. H. Thresholds for 60 Hz magnetic field stimulation of peripheral nerves in human subjects / W. H. Bailey, J. A. Nyenhuis // Bioelectromagnetics.– 2005.– V. 26.– P.462- 468.

18. Fitzer E. A. General concepts and definitions for dose-response and dose-effect relationships of toxic metals / In: Nordberg, G., ed. Effects and dose-response relationships of toxic metals.– Amsterdam, Oxford, New York, Elsevier Scientific Publishing Company, 1976.– 365 p.

19. Гончарук Е.И. Изучение влияния факторов окружающей среды на здоровье населения / Гончарук Е.И., Вороненко Ю.В., Марценюк Н.И.; под ред. Е. И. Гончарука.– К.: КМИ.– 1989.– 204 с.

20. Guideline for Industry Dose-Response Information to Support Drug Registration Federal Register.– 1994.– V. 59, № 216.– Wednesday, November 9, 1994.– P. 55972–55976.

21. Гаркави Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А.– Рост.-Дон.: изд. РостГУ, 1977.– 284 с.

**Назаренко В.И.**

### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ**

ГП «Институт медицины труда АМН Украины», г. Киев

Проведено анализ результатов экспериментальных и производственных исследований комбинированного действия факторов различной физической природы – магнитного поля промышленной частоты 50 Гц, шума, повышенной температуры воздуха. К биологическим особенностям комбинированного действия физических факторов можно отнести зависимость реакций организма от их комбинации, интенсивности и длительности экспозиции, наличие систем универсальной биологической суммации влияний каждого отдельного фактора.

**Ключевые слова:** физические факторы, комбинированное действие, биологические закономерности

**Nazarenko V.I.**

### **BIOLOGICAL FEATURES OF COMBINED ACTION PHYSICAL FACTORS OF INDUSTRIAL ENVIRONMENT**

SI «Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine», Kyiv

There was conducted the analysis of results of experimental and industrial researches of combined action of factors of a various physical nature – magnetic field of industrial frequency 50 Hz, noise, increased temperature of air. Features of biological action of the physical factors is a dependence of organism's reactions on factors' combination as well as an intensity and a duration of an exposition, existence of universal systems for biological integration of influences of each factors.

**Key words:** physical factors, combined action, biological regularities

*Надійшла: 05.05.2009*

**Контактна особа:** Назаренко Василь Іванович, старший науковий співробітник, лабораторія фізичних факторів, Інститут медицини праці АМН України, 75, вул. Саксаганського, м. Київ, 01033. Тел.(044) 289-15-12.