

Впервые дана санитарно-гигиеническая характеристика условий размещения и эксплуатации ветровых электростанций, которые намечено разместить в Украине; установлены приоритетные факторы воздействия ВЭУ на окружающую среду, которыми являются электрическое (Э) и магнитное поле (МП) промышленной частоты (50 Гц), определены закономерности пространственного распределения в окружающей среде этих факторов; разработаны критерии их гигиенической оценки; проведено сравнение полученных результатов с действующими в Украине гигиеническими нормативно-методическими документами.

На основе расчетных данных установлено, что уровни электрического и магнитного поля (50 Гц) за пределами ветровых электростанций при их мощности 180-500 МВт и при залегании электрического кабеля 35 кВ под землей на уровне 1 м не превышают гигиенические нормативы для населения.

HYGIENIC EVALUATION SPATIAL DISTRIBUTION, ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS GENERATED BY WIND PLANTS IN THE ENVIRONMENT

*V. Dumansky, S. Bitkin, Yu. Dumansky, N. Nikitina, L. Tomashevskaya,
S. Medvedev, A. Bezverha, E. Serduk, S. Zotov, S. Galak, V. Pavlik*

The object of research. High voltage cable line (CL) and wind power equipment (WPE).

Objective is to determine the nature of the distribution, levels of electric and magnetic fields generated by wind electric power plants (WPP) in their place, for hygienic assessment of these factors.

Research methods: calculation, instrumental, math.

For the first time this safety characteristics and operating conditions of placing wind plants are planned to place in Ukraine set the priority factors impact on the environment, which is the electric (E) and magnetic field (MF) power frequency (50 Hz), the regularity of the spatial distribution in the environment of these factors; the criteria of hygienic evaluation; a comparison of the results with existing in Ukraine hygiene regulatory guidance documents.

Based on the calculated data revealed that the levels of electric and magnetic fields (50 Hz) outside the wind plants in their capacity 180-500 MW and in the occurrence of electric cables 35 kV underground at 1 m does not exceed the hygienic standards for the population.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ (МП) ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ (50 Гц) НА ПОВЕДІНКОВІ, ГЕМАТОЛОГІЧНІ ТА ІМУНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПІДДОСЛІДНИХ ТВАРИН

*Томашевська Л.А., Думанський В.Ю., Зотов С.В., Безверха А.П., Дідик Н.В., Лемешко Л.П.
ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ*

Вступ. Робота виконувалася в рамках програми науково-дослідної роботи «Гігієнічна оцінка пріоритетних чинників, що виникають при експлуатації обладнання кабельних ліній електропередачі та наукове обґрунтування вимог до їх безпеки в умовах сучасної міської забудови». Ця робота входить

до складу науково-дослідних робіт НАМН України з терміном виконання 2011-2013 роки, яка частково опублікована [1,2]. Одним із її фрагментів було вивчення впливу магнітного поля 50 Гц на поведінкові, гематологічні та імунологічні показники піддослідних тварин.

Мета цього фрагменту полягала у визначенні характеру впливу магнітного поля – 50 Гц на поведінкові, гематологічні та імунологічні показники піддослідних тварин для подальшого використання отриманих даних при обґрунтуванні відповідного гігієнічного нормативу для населення.

Методи досліджень: фізіологічні, мікроскопічні, гематологічні, імунологічні.

Результати досліджень. При вивченні впливу магнітного поля 50 Гц на піддослідних тварин була використана методика автоматичної реєстрації локомоторної активності тварин, яка дозволяє надати інтегральну оцінку уродженним формам поведінки на базі вивчення рухової активності тварин у лабіринті [3].

Лабіринт для реєстрації рухової активності складався з 5-ти відсіків, які з'єднані між собою. Він мав такі розміри – довжина – 100 см; ширина – 35 см і висота – 20 см. Виготовлений з непрозорого матеріалу і має 5 відсіків розміром: ширина – 20 см і довжина – 35 см. Відсіки з'єднані проходами висотою 8,5 см і шириною – 7 см, розташованих у 2 см від краю суміжних сторін відсіків, поперемінно, то з однією, то з другою сторонами лабіринту. Зверху лабіринт закривається прозорою плексиглазовою кришкою. Установка розміщується у світло звукоізолюваному боксі.

Принцип роботи лабіринту полягає у підрахунку кількості замикань щура сусідніх електродів, розташованих на дні і стінках відсіків. При цьому струм, який проходить через щура (біля 0,01 мкА) підсилюється і формується у сигнал, який подається на обчислювальний електронний комплекс ВУМС-001.

У кожному відсіку на дні закріплені 3 електрода: у центрі та по бокам. Бокові електроди об'єднані в один загальний електрод, а центральні – у 2 єдиних електрода: у 1, 3, 5 та у 2 і 4 відсіках.

Таким чином, сигнали для електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) генеруються лише при переміщеннях щура у центрі відсіку, при цьому вони надходять то з одного загального “напільного” електроду, то з другого. Ці сигнали сумуються і оновлюють параметри загальної горизонтальної активності (ЗГА).

Окрім того, до ЕОМ надходить сигнал у тому випадку, коли щур переходить з відсіку у відсік. При цьому формується факт зміни загального “напільного” електроду, з якого надходять сигнали про те чи є зміни у відсіках. Цей показник отримав назву направленої горизонтальної активності (НГА).

На стінках кожного відсіку закріплений ще один електрод, впродовж чотирьох стінок відсіку. Його ширина 6,5 см, довжина – 18 см. Нижній край електроду закріплений на висоті 11,5 см від полу. Настінні електроди відсіків також з'єднані в один електрод. Таким чином, замикання “загального” і настінного електроду у відсіках дозволяють фіксувати вертикальну активність (ВА) по всій довжині лабіринту.

Окрім ЗГА, НГА та ВА фіксувався інтегральний показник активності (ІПА) – кількість 5-ти секундних інтервалів тесту, у яких була яка-небудь активність [3].

У проведених дослідженнях були використані 3 інтервали: 0-2; 2-4 та 0-4 хв. тесту. Тестування проводилось у темноті у світлозвукоізолюючому боксі на білих безпородних щурах.

Тривалість хронічного експерименту складала 5 міс (4 міс – вплив фактору; 1 міс – період післядії).

Тварини піддавались впливу магнітного поля промислової частоти (50 Гц). Білі безпородні щури були розподілені наступним чином: 1 гр. – 90 мкТл/8 год.; 2 гр. – 30 мкТл/8 год.; 3 гр. – 10 мкТл/8 год.; 4 гр. – контроль. Визначення достовірності результатів дослідження проводилось у порівнянні даних опромінених тварин з контролем.

Вивчення динаміки рухової активності тварин, які відображають уроджену поведінку показало, що достовірні зміни у руховій активності білих щурів мали місце вже на першому місяці впливу магнітного поля 50 Гц.

За цей термін було зафіксовано збільшення ЗГА у першій групі тварин за усі інтервали тесту та НГА за 0-2 та 0-4 хв. тесту.

У другій групі тварин на першому місяці впливу фактору відмічався ріст ЗГА лише за 0-4 хв. тесту (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив магнітного поля промислової частоти 50 Гц на поведінкові реакції білих щурів на першому місяці експозиції фактору, $M \pm m$, $n=10$.

Групи	Тривалість тесту, хв.	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ІПА
Фон	0-2	21,25±1,87	7,70±1,09	17,55±1,53	21,60±0,50
	2-4	16,85±1,46	7,70±1,34	13,60±1,44	19,00±0,92
	0-4	38,10±2,08	15,40±1,67	31,15±2,13	40,60±0,93
Контроль	0-2	17,22±1,25	5,89±0,95	18,72±1,72	21,11±0,56
	2-4	16,17±1,98	6,33±1,00	14,33±1,95	19,67±1,30
	0-4	33,39±2,71	12,22±1,44	33,06±2,47	40,78±1,55
1	0-2	47,10±2,85 ^x	16,90±1,36 ⁺	41,05±4,42	43,10±1,23
	2-4	23,05±2,32 ⁺	7,50±1,12	17,90±2,95	20,50±1,17
	0-4	24,05±1,09 ^x	9,40±0,60 ^x	23,15±2,46	22,60±0,52
2	0-2	21,95±1,96 ^o	9,40±1,77 ^o	15,10±1,09	22,50±0,40
	2-4	21,90±2,15 ^o	8,65±0,93	15,00±2,13	21,30±0,80
	0-4	43,85±3,46 ⁺	18,05±1,99 ^o	30,10±2,63	43,80±1,10
3	0-2	22,45±2,48 ^o	7,30±1,39	16,70±2,98	21,00±1,55
	2-4	15,35±1,90	4,40±1,05	11,35±2,43	16,90±2,04
	0-4	37,80±3,73	11,70±1,81	28,05±5,17	37,90±3,10

Примітки: 1. 1 гр. – 90 мкТл/8 год.; 2. 2 гр. – 30 мкТл/8 год.; 3. 3 гр. – 10 мкТл/8 год.; 4. 4 гр. – контроль. 5. $op \leq 0,1$; 6. $+p \leq 0,05$; 7. $xr \leq 0,01$.

На другому місяці впливу магнітного поля реєструється більш істотні зміни у поведінці тварин. Так за цей час у першій групі щурів збільшення рухової активності фіксується в усіх її складових по усім інтервалам тесту.

Друга група тварин характеризувалась також ростом локомоторної активності, але менш істотним. За цей термін фіксується активація ВА за 0-2; 0-4 хв., та ІПА за 0-2 хв. тесту (табл. 2).

Таблиця 2. Вплив магнітного поля промислової частоти 50 Гц, на поведінкові реакції білих щурів на другому місяці експозиції фактору, $M \pm m$, $n=9$.

Групи	Тривалість тесту, хв.	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ІПА
Контроль	0-2	13,44±3,00	5,11±1,34	6,89±2,86	14,00±2,64
	2-4	12,89±2,93	3,67±1,01	7,06±1,86	14,22±3,23
	0-4	26,33±5,56	8,78±2,20	13,94±4,61	28,22±5,63
1	0-2	23,44±2,12 ⁺	9,78±0,85 ^x	18,44±1,71 ^x	23,00±0,37 ^x
	2-4	23,56±1,86 ^x	8,72±1,16 ^x	16,50±1,92 ^x	22,00±0,50 ⁺
	0-4	47,00±3,78 ^x	18,50±1,71 ^x	34,94±3,19 ^x	45,00±0,69 ^x
2	0-2	19,67±0,84 ^o	6,78±0,80	15,83±1,21 ⁺	2,22±0,43
	2-4	16,72±3,01	5,89±1,44	12,44±2,50	18,33±2,29
	0-4	36,39±3,09	12,67±1,36	28,28±2,24 ⁺	40,56±2,53 ^o
3	0-2	20,33±2,48 ^o	7,56±1,25	8,79±1,88	19,44±1,13 ^o
	2-4	17,06±4,04	6,00±1,62	7,72±2,45	15,22±2,97
	0-4	37,39±5,24	13,56±1,98	16,50±3,79	34,67±3,39

Примітки: 1. 1 гр. – 90 мкТл/8 год.; 2. 2 гр. – 30 мкТл/8 год.; 3. 3 гр. – 10 мкТл/8 год.; 4. 4 гр. – контроль. 5. $op \leq 0,1$; 6. $+p \leq 0,05$; 7. $xr \leq 0,01$.

Показники третьої групи тварин знаходились в межах даних контрольної групи. Дослідження 3-х місячного впливу магнітного поля 50 Гц показало, що даний термін характеризується станом активації у першій групі щурів усіх видів локомоторної активації за усі інтервали тестування.

У другій групі тварин фіксується ріст ЗГА та ППА за усі інтервали тесту, та ВА за 0-2 та 0-4 хв. тесту.

У третій групі тварин також спостерігається активація рухової активності тварин, а саме, ЗГА і ППА за 2-4; 0-4 хв. тесту, та ВА за 0-2 та 0-4 хв. спостереження (табл. 3).

Таблиця 3. Вплив магнітного поля промислової частоти 50 Гц на поведінкові реакції білих щурів на третьому місяці експозиції фактору, $M \pm m$, $n=8$.

Групи	Тривалість тесту, хв.	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ППА
Контроль	0-2	18,25±2,52	6,75±1,21	5,68±1,64	18,25±1,28
	2-4	10,56±2,88	3,38±1,16	5,56±2,46	10,75±2,72
	0-4	28,81±5,24	10,13±2,06	11,44±3,98	29,00±3,92
1	0-2	29,56±1,60 ⁺	9,25±1,54	21,00±1,51 ^x	23,38±0,26 ^x
	2-4	19,50±1,00 ⁺	7,25±0,59 ⁺	16,19±2,51 ^x	19,88±0,67 ^x
	0-4	45,06±1,96 ⁺	16,50±1,77 ⁺	37,19±3,12 ^x	43,25±0,70 ^x
2	0-2	26,31±2,10 ⁺	9,38±1,51	17,94±2,99 ^x	22,00±0,63 ⁺
	2-4	20,56±3,18 ⁺	5,88±1,11	12,19±3,63	17,75±1,45 ⁺
	0-4	46,88±5,21 ⁺	15,25±2,46	30,13±6,55 ⁺	39,75±1,92 ⁺
3	0-2	21,69±2,32	7,63±1,38	16,06±3,00 ⁺	21,25±0,60 ^o
	2-4	22,31±2,81 ⁺	6,26±1,08 ^o	12,56±2,43 ^o	20,50±0,60 ^x
	0-4	44,00±4,47 ⁺	13,88±2,39	28,63±4,76 ⁺	41,75±1,10 ^x

Примітки: 1. 1 гр. – 90 мкТл/8 год.; 2. 2 гр. – 30 мкТл/8 год.; 3. 3 гр. – 10 мкТл/8 год.; 4. 4 гр. – контроль; 5. $op \leq 0,1$; 6. $+p \leq 0,05$; 7. $xp \leq 0,01$.

Дослідження 4-го місяця впливу МП 50 Гц засвідчили, що у цей термін усі складові рухової активності білих щурів у першій та другій групах знаходились на рівні показ-

ників контрольної групи. Лише у третій групі тварин фіксується епізодичне зниження НГА за 0-4 хв. тесту (табл. 4).

Таблиця 4. Вплив магнітного поля промислової частоти 50 Гц, на поведінкові реакції білих щурів на четвертому місяці експозиції фактору, $M \pm m$, $n=8$.

Групи	Тривалість тесту, хв.	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ППА
Контроль	0-2	15,75±1,89	7,75±0,80	11,56±2,33	19,13±1,52
	2-4	15,88±1,20	5,88±0,83	9,25±2,46	18,38±1,15
	0-4	31,63±2,29	13,63±0,98	20,81±4,56	37,50±2,25
1	0-2	18,60±2,31	8,75±1,56	14,75±2,74	20,38±1,43
	2-4	17,44±2,02	5,88±1,14	11,19±1,61	18,88±1,01
	0-4	36,06±3,70	14,63±2,49	25,94±3,73	39,25±2,19
2	0-2	19,31±2,73	9,25±1,94	7,56±1,85	19,00±1,64
	2-4	14,06±3,36	5,75±1,70	5,88±1,80	14,75±2,89
	0-4	33,38±4,75	15,00±2,63	13,44±3,14	33,75±3,27
3	0-2	13,94±2,42	4,00±1,89 ^o	9,81±2,48	16,25±2,02
	2-4	12,06±2,49	3,13±0,01 ^o	10,19±2,93	14,88±2,25
	0-4	26,00±4,56	7,13±2,81 ⁺	20,00±5,26	31,13±3,77

Примітки: 1. 1 гр. – 90 мкТл/8 год.; 2. 2 гр. – 30 мкТл/8 год.; 3. 3 гр. – 10 мкТл/8 год.; 4. 4 гр. – контроль; 5. $op \leq 0,1$; 6. $+p \leq 0,05$.

Таким чином, магнітне поле промислової частоти 50 Гц при вивчених умовах його впливу викликають неспецифічні адаптаційні реакції у організмі тварин, які виявляються, принаймні, у безумовнорефлекторній сфері поведінки, і, можливо, засвідчують о зниженні чи зростанні тону мотиваційних центрів лімбічної системи, які несуть відповідальність за певні форми поведінки. У цьому зв'язку стає питання щодо класифікації та оцінки функціонального стану центральної нервової системи, які фіксувалися у процесі впливу магнітного поля 50 Гц та отримали назву активації та гальмування.

Як показали проведені дослідження у тварин, які знаходились під впливом магнітного поля, реєструвались поведінкові реакції, які, можливо, вказують на розвиток збудження та гальмування [4] та можуть класи-

фікуватися як загальні неспецифічні реакції тренування та активації [5].

Вплив магнітного поля – 50 Гц на гематологічні показники піддослідних тварин оцінювалися за загальними показниками та складом крові (кількість лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів, еритроцитів, гемоглобіну, тромбоцитів).

Загальний аналіз крові та підрахунок лейкоцитарної формули у щурів контрольної групи та щурів піддослідних груп був проведений на всіх етапах експериментальних досліджень.

Через 30 діб впливу досліджуваного фактору з різними рівнями навантаження, абсолютна кількість лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів та гранулоцитів у всіх дослідних групах тварин істотно не відрізнялась від показників контрольної групи (табл. 5).

Таблиця 5. Абсолютна кількість клітин периферичної крові щурів в динаміці експерименту при дії МП ($M \pm m$).

Діючі рівні, мкТл	Період дії фактору, дні				
	30	60	90	120	післядія 30 діб
Абсолютна кількість лейкоцитів, $n \cdot 10^9/\text{л}$					
Контроль	15,62±2,64	8,44±0,99	10,64±1,65	14,96±4,18	13,48±2,98
10 мкТл	15,82±4,66	15,06±2,30*	12,02±3,45	13,94±0,84	15,58±2,32
30 мкТл	15,86±2,12	16,32±1,52*	15,16±2,55	18,24±2,34	17,06±1,09
90 мкТл	14,00±1,95	18,10±1,01*	12,24±1,31	18,26±1,46	13,86±2,12
Абсолютна кількість лімфоцитів, $n \cdot 10^9/\text{л}$					
Контроль	12,52±2,00	5,70±0,79	6,98±0,94	9,68±2,34	8,14±1,69
10 мкТл	11,34±3,65	9,60±1,16*	8,58±2,49	8,52±0,56	9,68±1,42
30 мкТл	11,76±1,67	11,64±1,14*	10,60±2,15	12,74±2,45	11,00±0,77
90 мкТл	10,14±1,39	12,42±0,58*	8,12±0,66	12,08±1,39	7,60±1,37
Абсолютна кількість моноцитів, $n \cdot 10^9/\text{л}$					
Контроль	0,40±0,32	0,28±0,05	0,36±0,06	0,84±0,58	0,34±0,09
10 мкТл	0,56±0,11	0,46±0,05*	0,30±0,13	0,38±0,04	0,46±0,06
30 мкТл	0,52±0,08	0,52±0,06*	0,56±0,11	0,56±0,08	0,56±0,06
90 мкТл	0,50±0,10	0,70±0,04*	0,40±0,08	0,60±0,07	0,34±0,06
Абсолютна кількість гранулоцитів, $n \cdot 10^9/\text{л}$					
Контроль	2,70±0,54	2,46±0,47	3,30±0,64	4,44±1,27	5,00±1,20
10 мкТл	3,92±0,90	5,00±1,29	3,14±0,86	5,04±0,36	5,44±0,84
30 мкТл	3,58±0,32	4,16±0,62	4,00±0,45	4,94±0,47	5,50±0,28
90 мкТл	3,36±0,32	5,02±0,64*	3,72±0,60	5,58±0,38	5,92±1,39

Примітка. * – $P < 0,05$.

Після 60 діб впливу фактору абсолютна кількість лейкоцитів зазнала достовірно-

го підвищення у всіх дослідних групах тварин, але у групі тварин з максимальним на-

вантаження МП на рівні 90 мкТл ця різниця з показниками контрольної групи була найвиразнішою.

Абсолютна кількість лімфоцитів та моноцитів після 60 діб впливу фактору була достовірно підвищеною у всіх дослідних групах тварин. У групі тварин з навантаженням на рівні 90 мкТл у 2,5 рази були підвищені значення цих показників, по відношенню до контрольної групи.

Мала тенденцію до підвищення абсолютна кількість гранулоцитів у всіх дослідних групах тварин, але достовірними значення виявились лише в групі тварин з навантаженням МП на рівні 60 мкТл (табл. 5).

Аналізуючи дані таблиці 5, можна дійти висновку, що вплив досліджуваного фактору на організм піддослідних тварин протягом 90 діб не призвів до достовірних змін в абсолютній кількості лейкоцитів та абсолютній кількості лімфоцитів. В усіх дослідних групах можна було спостерігати деяке підвищення рівня цих показників по відношенню до показників контрольної групи, особливо в групах тварин з навантаженням МП на рівні 10 та 30 мкТл.

Абсолютна кількість моноцитів та абсолютна кількість гранулоцитів у всіх групах піддослідних тварин суттєво не відрізнялась від показників контрольної групи. Значення показників знаходились в межах коливань фізіологічної норми зазначених показників.

Після 120 діб впливу досліджуваного фактору зберігалась та сама ж тенденція, що і після 90 діб впливу, тобто, при дослідженні абсолютної кількості лейкоцитів та абсолютної кількості лімфоцитів у тварин всіх дослідних груп можна було спостерігати деяке підвищення їх рівня по відношенню до показників контрольної групи.

Абсолютна кількість моноцитів та абсолютна кількість гранулоцитів у всіх групах піддослідних тварин знаходились в межах коливань їх фізіологічної норми.

По закінченню періоду післядії, який тривав 30 діб, абсолютна кількість лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів та гранулоцитів у всіх дослідних групах тварин знаходились в межах коливань їх фізіологічної норми. Слід зазначити, що абсолютна кількість лейкоцитів та абсолютна кількість лімфоцитів у групах тварин, які піддавались впливу фактору на рівні 10 мкТл та 30 мкТл залишалась дещо підвищеною відносно показників контрольної групи, але достовірними ці зміни не виявились.

При визначенні вмісту гемоглобіну в крові можна спостерігати його зниження відносно контрольної групи у всіх дослідних групах тварин, але достовірне його зменшення виявилось в групах з навантаженням МП на рівні 30 мкТл та 90 мкТл (табл. 6).

Абсолютна кількість еритроцитів була дещо зниженою у всіх дослідних групах тварин (табл. 6).

Таблиця 6. Абсолютна кількість еритроцитів та гемоглобіну в периферичній крові щурів в динаміці експерименту при дії МП (M±m).

Діючі рівні, мкТл	Період дії фактору, дні				
	30	60	90	120	післядія 30 діб
	Абсолютна кількість еритроцитів, $n \cdot 10^{12}/л$				
Контроль	9,24±0,16	8,88±0,22	8,80±0,32	8,68±0,23	8,69±0,18
10 мкТл	8,94±0,83	9,12±0,29	7,94±0,19*	9,13±0,23	8,95±0,05
30 мкТл	8,62±0,37	8,35±0,24	8,86±0,39	9,16±0,56	8,46±0,16
90 мкТл	8,80±0,25	8,91±0,10	8,38±0,21	8,78±0,30	8,56±0,06
	Гемоглобін, г/л				
Контроль	180,40±3,00	172,60±4,94	170,20±3,22	173,00±7,30	183,00±1,93
10 мкТл	164,40±16,95	170,80±4,29	155,00±5,15*	181,60±4,51	183,80±4,50
30 мкТл	160,60±5,15*	155,80±4,72*	172,80±5,58	178,80±7,29	172,80±1,07*
90 мкТл	164,40±4,07*	160,80±3,21	160,60±4,72	165,80±5,58	176,40±4,29

Примітка. * – P<0,05.

Вміст гемоглобіну в крові через 60 діб дії досліджуваного фактору продовжував достовірно зменшуватись в групі тварин з рівнем МП – 30 та 90 мкТл. В інших дослідних групах тварин вміст гемоглобіну в крові також був зниженим, але достовірності ці значення не набули.

Через 60 діб дії фактору можна було спостерігати незначне коливання абсолютної кількості еритроцитів в крові тварин всіх дослідних груп. Значення цього показника суттєво не відрізнялись від показника контрольної групи.

Абсолютна кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові тварин зберігали попередню тенденцію до зниження. Після 90 діб дії досліджуваного фактору мало місце достовірне зниження цих показників відносно показників контролю в групі тварин з рівнем МП – 10 мкТл.

Вміст гемоглобіну в крові серед всіх дослідних груп тварин був найбільш зниже-

ним в групі тварин з рівнем МП – 90 мкТл, але це зниження не досягло достовірного значення.

В період післядії відмічено незначне коливання значень абсолютної кількості еритроцитів в крові тварин у всіх дослідних групах відносно показника контролю.

Вміст гемоглобіну в крові тварин після періоду післядії достовірно знижувався відносно показника контрольної групи в групі тварин з рівнем МП – 30 мкТл. В інших дослідних групах тварин зміни виявились не достовірними.

При дослідженні абсолютної кількості тромбоцитів після 30 діб впливу досліджуваного фактору виявлено значне зниження їх кількості в групі тварин з максимальним рівнем навантаження МП на рівні 90 мкТл та в групі з рівнем МП – 30 мкТл, але ці зміни не набули достовірних значень (табл. 7).

Таблиця 7. Абсолютна кількість тромбоцитів та показники його розподілу в периферичній крові щурів в динаміці експерименту при дії МП ($M \pm m$).

Діючі рівні, мкТл	Період дії фактору, дні				
	30	60	90	120	післядія 30 діб
Абсолютна кількість тромбоцитів, $n \cdot 10^9 / \text{л}$					
Контроль	247,40±62,45	324,20±74,68	322,40±92,49	369,20±89,91	379,40±56,01
10 мкТл	344,40±106,87	450,80±48,07	322,40±16,52	344,00±52,58	463,20±46,35
30 мкТл	241,00±87,12	366,20±89,06	332,80±42,70	322,40±53,43	463,20±18,88
90 мкТл	136,60±89,48	355,20±43,56	412,80±25,75	334,20±40,99	278,60±74,03
Середній об'єм тромбоцитів, фемтолітр					
Контроль	7,28±0,21	7,60±0,36	7,62±0,41	7,62±0,22	7,34±0,45
10 мкТл	8,28±0,96	7,16±0,26	8,14±0,15	7,88±0,11	7,24±0,22
30 мкТл	7,52±0,45	7,18±0,30	7,26±0,24	7,38±0,62	7,34±0,06
90 мкТл	8,20±0,32	7,22±0,26	7,08±0,17	7,24±0,24	7,54±0,32
Ширина розподілення тромбоцитів, %					
Контроль	16,06±0,19	15,98±0,24	15,90±0,32	16,04±0,19	15,76±0,24
10 мкТл	16,24±0,21	15,72±0,21	16,26±0,11	16,08±0,11	15,74±0,15
30 мкТл	15,96±0,21	15,66±0,15	15,82±0,11	15,78±0,28	15,64±0,09
90 мкТл	16,14±0,23	15,70±0,10	15,76±0,11	15,72±0,15	15,92±0,28
Ширина розподілення тромбоцитів, %					
Контроль	0,177±0,04	0,241±0,05	0,236±0,05	0,276±0,06	0,271±0,03
10 мкТл	0,267±0,07	0,320±0,03	0,262±0,02	0,271±0,04	0,333±0,04
30 мкТл	0,175±0,06	0,260±0,06	0,283±0,03	0,230±0,02	0,340±0,02
90 мкТл	0,098±0,06	0,268±0,02	0,291±0,01	0,242±0,03	0,204±0,05

Примітка. * – $P < 0,05$.

Середній об'єм тромбоцитів не мав суттєвих відхилень від контрольного значення у всіх дослідних групах тварин. Коливання значень ширини розподілення тромбоцитів та ширини розподілення тромбокриту у всіх групах тварин відбувалось навколо контрольних показників і суттєво від них не відрізнялись (табл. 7).

Як свідчать дані таблиці 7, після 60, 90 та 120 діб впливу досліджуваного фактору не відмічалось значних змін в значеннях абсолютної кількості тромбоцитів, середньому об'ємі тромбоцитів, ширині розподілення тромбоцитів та ширині розподілення тромбокриту у всіх групах дослідних тварин, та не виходило за межі коливань фізіологічної норми.

Через 30 діб після припинення дії досліджуваного фактору відмічено значно менший діапазон коливань значень цих показників відносно показників контрольної групи у всіх групах тварин.

В цілому, можна відмітити підвищення абсолютної кількості лейкоцитів та абсолютної кількості лімфоцитів протягом всього терміну експерименту в групах тварин з навантаженням МП на рівні 30 мкТл та 90 мкТл, особливо після 60 діб дії досліджуваного фактору.

Абсолютна кількість моноцитів зазнала достовірного підвищення після 60 діб дії фактору у всіх дослідних групах тварин, але коливання значень цього показника відбувалось впродовж всього терміну дослідження.

Рівень гематокриту був зниженим на 30 та 60 добу експерименту в групах тварин з рівнем МП – 30 мкТл та 90 мкТл.

Рівень гемоглобіну в крові тварин зазнавав суттєвого зниження протягом всього експерименту у всіх дослідних групах, але особливо це стосується груп з рівнем навантаження МП – 10 мкТл та 30 мкТл на 30, 60 та 90 добу впливу фактора.

Після періоду післядії, який тривав 30 діб, суттєвих відхилень від показників контрольної групи не спостерігалось у всіх дослідних групах тварин.

Дослідження впливу магнітного поля на імунологічні показники піддослідних тварин проводились в динаміці спостереження через 30, 60, 90, 120 днів з початку експерименту на білих безпородних щурах, які були розподілені на 3 дослідні групи. За контроль брали інтактних тварин. В жодній групі експериментальних тварин показники агломерації лейкоцитів (РСАЛ) суттєво не відрізнялися від тих, що були в контрольній групі (табл. 8).

Таблиця 8. Показники агломерації лейкоцитів в периферичній крові щурів в динаміці експерименту при дії МП (%).

Строки дії, дні	Група	% агломерації в дослідних тварин	Різниця між контрольним (к) та дослідним (д) показником
30	10 мкТл	2,12	0,36
	30 мкТл	2,24	0,48
	90 мкТл	1,92	0,16
	Контроль	1,76	–
60	10 мкТл	2,44	0,46
	30 мкТл	2,54	0,56
	90 мкТл	2,12	0,04
	Контроль	1,98	–
90	10 мкТл	2,44	0,32
	30 мкТл	2,68	0,76
	90 мкТл	2,62	0,4
	Контроль	1,92	–

Строки дії, дні	Група	% агломерації в дослідних тварин	Різниця між контрольним (к) та дослідним (д) показником
120	10 мкТл	2,32	0,47
	30 мкТл	2,64	0,79
	90 мкТл	2,56	0,71
	Контроль	1,85	–

Як свідчать дані з таблиці 8 через 30 діб впливу МП різниця в показниках агломерації лейкоцитів дослідних тварин і контролю складала менше 1/3. Реакція була негативною. Через 60 діб впливу МП показники були дещо вищими порівняно з 30 діб впливу, хоча вірогідного збільшення різниці показників між контрольною і дослідними групами не спостерігалось. Після 90 діб впливу показники РСАЛ дослідних груп залишались

майже на тому самому рівні та достовірно не відрізнялись від контролю. Після 120 діб впливу досліджуваного фактору не відмічались значних змін в значеннях агломерованих лейкоцитів дослідних та контрольної груп.

Це вказує на негативну реакцію, тобто відсутність сенсibiliзації тварин до досліджуваного фактору.

Висновки

1. Встановлено, що магнітне поле промислової частоти 50 Гц викликає зміни у поведінкових реакціях тварин. Встановлено два різних стани центральної нервової системи організму тварин на вплив досліджуваного магнітного поля 50 Гц – активація (збудження) та гальмування (пригнічення).

2. Зафіксовані зміни у поведінкових параметрах, які характеризують реакції центральної нервової системи на вплив магнітного фактору, дозволили класифікувати відповідні реакції як загальні неспецифічні адаптаційні реакції організму.

3. За результатами досліджень встановлено вплив МП різних рівнів навантаження на кількісний склад периферичної крові. У порівнянні з інтактним контролем, виявлено підвищення абсолютної кількості лейкоцитів та абсолютної кількості лімфоцитів протягом всього терміну експерименту в групах тварин з навантаженням МП на рівні 30 та 90 мкТл, особливо після 60 діб дії досліджуваного фактору. Рівень гемоглобіну в крові тварин та середня концентрація гемоглобіну в еритроцитах зазнавали суттєвого зниження протягом всього експерименту у всіх дослідних групах.

Виявлені зміни здебільшого посилюються при підвищенні рівня МП, які можуть свідчити про формування адаптаційних процесів у крові та кровотворній тканині.

4. За результатами імунологічних досліджень встановлено, що у тварин, які піддавались дії магнітного поля промислової частоти різних рівнів, показники агломерації лейкоцитів тварин дослідних груп суттєво не відрізнялись від показників контролю. Це вказує на відсутність сенсibiliзації тварин до досліджуваного фактору.

5. За результатами досліджень з вивчення поведінкових, гематологічних та імунологічних показників піддослідних тварин, що знаходилися під впливом МП промислової частоти при різних рівнях його навантаження встановленні особливості реагування різних систем організму в залежності від часу дії та діючого рівня МП, які можуть бути покладені в основу обґрунтування гігієнічного нормативу для населення магнітного поля промислової частоти (50Гц).

ЛІТЕРАТУРА

1. Думанський В.Ю. Гігієнічна оцінка пріоритетних чинників, що створюються високовольтними (110-330 кВ) кабельними лініями електропередачі та їх обладнанням / В.Ю. Думанський // Гігієна населених місць. №64. 2014.

- ський, С.В. Біткін, Ю.Д. Думанський, А.О. Квіцінський, В.Я. Акіменко, В.М. Павлик, Н.Г. Нікітіна, С.В. Медведєв, А.П. Безверха, С.В. Зотов, Л.А. Томашевська, Е.А. Сердюк, С.С. Галак, П.В. Семашко, О.М. Голіченков, В.І. Ляшенко // Гігієна населених місць. – К.: 2014. – Вип.63.
2. Томашевська Л.А. Результаты экспериментальных исследований влияния магнитного поля (50 Гц) на биохимические показатели подопытных животных / Л.А. Томашевська, Т.Є. Кравчун, Н.В. Дідик, В.Ю. Думанський, С.В. Біткін, Ю.Д. Думанський, Н.Г. Нікітіна, А.П. Безверха, С.В. Медведєв, С.В. Зотов, С.С. Галак, Є.А. Сердюк // Гігієна населених місць. – К.: 2014. – Вип.63.
 3. Навакатилян М.А. Лабиринт для исследования двигателей активности белых крыс / М.А. Навакатилян, Л.Л. Платонов // Гигиена населённых мест. – К.: 1988. –№2. – С. 60-62.
 4. Симонов П.В. Три фазы в реакциях организма на возрастающий стимул. – М.: АН СССР, 1962. – 243 с.
 5. Гаркави Л.К. Адаптационные реакции, резистентность организма. / Л.К. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. – Ростов-на-Дону: Изд. Ростов. Университет, 1977. – 128 с.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ (МП)
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ (50 Гц) НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ,
ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ И ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ПОДОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ**

*Томашевская Л.А., Думанский В.Ю., Зотов С.В., Безверхая А.П.,
Дидык Н.В., Лемешко Л.П.*

Объект исследований. Функциональное состояние нервной, кровяной и иммунной систем белых крыс, подвергшихся воздействию магнитного поля - 50 Гц.

Цель исследований заключалась в изучении характера влияния магнитного поля - 50 Гц на поведенческие, гематологические и иммунологические показатели подопытных животных для дальнейшего использования полученных данных при обосновании соответствующего гигиенического норматива для населения.

Для проведения биологических экспериментов была использована облучающая система (МОС-50), которая позволила максимально приблизить лабораторные условия эксперимента к реальным, которые наблюдаются в местах размещения кабельных линий электропередачи и являются источниками магнитного поля - 50 Гц. По результатам исследований установлено, что магнитное поле - 50 Гц вызывает изменения в поведенческих реакциях животных. Определены два разных состояния ЦНС на воздействие МП-50 Гц – активизация (возбуждение) и торможение (подавление). Доказано, что МП-50 Гц в зависимости от его уровня и времени действия влияет на периферический состав крови. Выявлено повышение абсолютного количества лейкоцитов, лимфоцитов при уровнях МП 30, 60, 90 мкТл. Уровень гемоглобина в крови и средняя концентрация в эритроцитах при действии магнитного поля - 50 Гц претерпели существенного снижения в течение всего эксперимента (4 месяца). Показано, что изменения усиливаются при повышении уровня МП. По результатам иммунологических исследований установлено, что показатели агрегации лейкоцитов при воздействии МП-50 Гц мало чем отличались от контроля. Это указывает на отсутствие сенсibilизации животных к МП-50 Гц. В целом, магнитное поле - 50 Гц при различных уровнях его нагрузки на организм характеризуется особенностями реагирования различных систем организма в зависимости от времени действия и действующего уровня МП. Полученные результаты экспериментальных исследований предлагается использовать при обосновании гигиенического норматива магнитного поля для населения.

**RESULTS OF RESEARCH THE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD (MP)
POWER FREQUENCY (50 HZ) BEHAVIOR, HEMATOLOGICAL
AND IMMUNOLOGICAL PARAMETERS OF EXPERIMENTAL ANIMALS**

*L. Tomashevskaya, V. Dumansky, S. Zotov, A. Bezverha,
N. Didyk, L. Lemeshko*

The object of research. The functional state of the nervous system, blood and immune systems of white rats that were exposed to magnetic fields - 50 Hz.

The aim of research was to study the nature of the magnetic field - 50 Hz on behavioral, hematological and immunological parameters of experimental animals for further use of the data for substantiation of appropriate hygienic standards for the population.

For the biological experiments has been used Rays system (MOS-50), which allow to approximate the laboratory to real experimental conditions observed in the locations of cable lines, which are the sources of the magnetic field - 50 Hz. The research found that the magnetic field - 50 Hz causes changes in behavioral reactions of animals. Two different states of the central nervous system to influence MP-50 Hz – activation (excitation) and inhibition (suppression) were identified. It is proved that the MP-50 Hz depending on its level and the duration of effect on peripheral blood composition. It is detected increase in the absolute number of leukocytes, lymphocytes in MP levels 30, 60, 90 mkTl. The level of hemoglobin in the blood and the average concentration in red blood cells under the influence of a magnetic field - 50 Hz suffered significant decline throughout the experiment (4 months). It is shown that the changes increase with increasing levels of MP. According to the results of immunological studies found that indicators of agglomeration of leukocytes by the action of the MP-50 Hz is not much different from the control. This indicates a lack of sensitization of animals to MP-50 Hz. In general, the magnetic field - 50 Hz at different levels of its load on the body response is characterized by the features of the various systems of the body, depending on the duration of the current level and MP. These experimental results suggested to use when justifying the magnetic field of hygienic standards for the population.

**ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ,
ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ БАЗОВИМИ СТАНЦІЯМИ
ТА МОБІЛЬНИМИ РАДІОТЕЛЕФОНАМИ СТАНДАРТУ DCS-1800**

Галак С.С.

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища є найбільш масштабним видом забруднення. Вплив його на здоров'я населення з кожним роком зростає і в зв'язку з цим викликає об'єктивну стурбованість, як з боку населення, так і представників медицини, екології, біології, містобудівництва та інших галузей, причетних до цієї проблеми. Приймаючи це до уваги, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) включила проблему електромагнітного забруднення навколишнього середовища в перелік пріоритетних проблем людства.

Найбільш поширеним джерелом електромагнітного випромінювання в сучасних умовах України є обладнання стільникового мобільного зв'язку і, насамперед, випромінювання, що створюються радіотелефонами мобільного зв'язку. На сьогодні в Україні налічується більше 40 тисяч базових станцій стільникового мобільного зв'язку, а населення використовує близько 50 мільйонів радіотелефонів і, безумовно, в тому чи іншому ступені воно потерпає від впливу електромагнітного випромінювання.

Дослідженнями ряду вітчизняних [1-7] та зарубіжних [8-10] вчених переконли-