

**ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И МАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Подобед И.М., Глыва В.А., Левченко Л.А.

На основе анализа национальной и международной нормативных баз в области электромагнитной безопасности и электромагнитной совместимости, экспериментальных исследований разработаны научно-обоснованные рекомендации по повышению уровня электромагнитной безопасности и стабильности функционирования оборудования.

**WAYS OF IMPROVEMENT OF NORMATIVE BASE ON ELECTROMAGNETIC SAFETY
AND MAGNETIC HARDWARE COMPATIBILITY IN THE CONDITIONS OF INCREASE
OF LARGE ELECTRIC LOADING OF BUILDINGS**

I.M. Podobied, V.A. Glyva, L.A. Levchenko

On the basis of analysis national and international normative bases in area of electromagnetic safety and electromagnetic compatibility, experimental researches practical, scientifically-grounded recommendations are developed on the increase of electromagnetic strength and stability of functioning of equipment security.

**СТІЛЬНИКОВИЙ МОБІЛЬНИЙ РАДІОТЕЛЕФОН
СТАНДАРТУ DCS-1800 ЯК ДЖЕРЕЛО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЙОГО БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ
ТА ГІГІЄНІЧНЕ РЕГЛАМЕНТУВАННЯ**

Галак С.С.

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

Вступ. Найбільш поширеним джерелом електромагнітного випромінювання в сучасних умовах України є засоби стільникового мобільного зв'язку, в тому числі випромінювання, що створюються радіотелефонами.

Біологічна дія цього фактора залежить не тільки від просторового розподілу рівня електромагнітного випромінювання, а й від його частоти.

На сьогодні в Україні найбільш поширеним є стандарт мобільного стільникового зв'язку DCS-1800, який використовується на частоті 1800 МГц. Цей вид електромагнітного випромінювання з точки зору гігієни та біології є ще малодослідженим. В зв'язку з цим виникла об'єктивна необхідність у гігієнічній оцінці електромагнітного випромінювання в місцях розміщення та

експлуатації обладнання стільникового зв'язку стандарту DCS-1800; у вивченні його впливу на функціональний стан організму; в обґрунтуванні гігієнічних нормативів.

Це і обумовило актуальність даної роботи, визначило її мету.

Мета роботи полягає в науковому обґрунтуванні гігієнічного нормативу та в удосконаленні комплексу гігієнічних заходів з охорони здоров'я населення від дії електромагнітного випромінювання, що створюється радіотелефонами стільникового мобільного зв'язку стандарту DCS-1800.

Результати досліджень. До проведення біологічних досліджень були виконані виміри по визначенню рівнів електромагнітного поля, що створюється різними моделями стільникових радіотелефонів стандарту DCS-1800. Випробування стільникових те-

лефонів проводилось в радіоекранованій камері на спеціально побудованому стенді. Для вимірів електромагнітного поля був використаний вимірювач ПЗ-30, призначений для вимірів середніх значень густини потоку електромагнітної енергії УВЧ- та НВЧ-діапазонів.

Для дослідження були використані новітні зразки радіотелефонів стандарту GSM 900, що надійшли в Україну. Всього було випробувано 43 типи моделей, в тому числі, 11 моделей фірми «Nokia», 5 моделей фірми «Samsung», 5 моделей фірми «Sony Ericsson», 1 модель фірми «Motorola», 1 модель фірми «HTC», 2 моделі фірми «Apple», 18 моделей фірми «KINTECH GROUP»

Аналіз отриманих результатів показав наступне.

Густина потоку електромагнітної енергії на відстані 5 см від корпусу радіотелефону в залежності від його моделі коливалась від 7,8 до 51,52 мкВт/см². При віддаленні рівень ГПЕ суттєво зменшувався і на відстані 50 см від радіотелефону становив 0,8-5,0 мкВт/см².

Встановлено, що радіотелефони випромінюють електромагнітне поле як в горизонтальній, так і в вертикальній площині нерівномірно. На характер його розподілу в просторі суттєво впливає присутність абонента (користувача радіотелефону). Рівень ЕМП при цьому різко змінюється за рахунок його поглинання тілом людини, особливо головою. Результати досліджень показали, що головою людини поглинається до 30% електромагнітної енергії, яку випромінює радіотелефон.

В цілому всі радіотелефони, що були випробувані, є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання, рівень якого повинен регламентуватися гігієнічним нормативом, який потребує спеціального біолого-гігієнічного обґрунтування. Приймаючи це до уваги, були проведені спеціальні біолого-гігієнічні дослідження по вивченню впливу електромагнітного поля частотою 1800 МГц на організм піддослідних тварин.

Перед тим як приступити до вирішення цієї проблеми слід зазначити, що в літературі з цього питання дуже мало наукових робіт, які б змогли однозначно відповісти на

питання чи є безпечним для здоров'я людини радіотелефон стільникового зв'язку і навпаки наскільки він є небезпечним. В Україні з цього питання виконана тільки дві наукові роботи (Даценко В.І., 2002 р. та Думанський В.Ю., 2010 р.), які свідчать, що радіотелефони стандартів NMT-450 та GSM-900 є потенційними джерелами електромагнітного випромінювання у діапазоні 450 та 900 МГц, яке при певних умовах негативно впливає на стан здоров'я людини та піддослідних тварин [1,2]. На основі цих робіт за участю В.І. Даценко, В.Ю. Думанського, С.В. Біткіна були вперше розроблені гігієнічні нормативи у вигляді енергетичного навантаження електромагнітного поля частотою 450 та GSM-900 МГц на користувача радіотелефону. Відповідно цих нормативів стало можливим визначити допустимий час використання радіотелефону стандартів NMT-450 та GSM-900 на протязі доби. Результати вказаних досліджень у певній мірі використані при виконанні даної роботи, а саме при гігієнічному нормуванні електромагнітного випромінювання від радіотелефонів стандарту DCS-1800.

На основі аналізу отриманих результатів була підготовлена програма біолого-гігієнічних досліджень по вивченню впливу на організм електромагнітного випромінювання радіотелефонів стільникового мобільного зв'язку стандарту DCS-1800.

Дослідження проводились на білих безпородних щурах (350 одиниць) в камеральних умовах [3]. Умови проведення експериментальних досліджень були наступні.

Тривалість експерименту 5 місяців (4 місяці опромінення, 1 місяць післядії) режим опромінення стахостичний, частота ЕМП – 1800±30 МГц, рівні впливу фактору – 1 група (8 годин, 1000 мкВт/см²); 2 група (8 годин, 250 мкВт/см²); 3 група (8 години, 10 мкВт/см²).

При виборі біологічних показників керувались існуючою гіпотезою механізму дії ЕМП на організм, а також даними літератури з дії цього фактору. В основу обраного методичного підходу вивчення біоефектів ЕМП був покладений системний підхід, що дозволяє з позицій системної організації функцій оцінити особливості біологічної реакції різних інтегративних рівнів організму, що

приймають участь у формуванні відгукової реакції на вплив досліджуваного фактору. Крім того однією з основних задач при гігієнічному нормуванні факторів навколишнього середовища є встановлення залежності «рівень–ефект». Ці питання вирішувалися з залученням ряду сучасних методів досліджень: електрофізіологічних, поведінкових, імунологічних, біохімічних, спрямованих на вивчення біоефектів при різних рівнях дії ЕМП. Для вирішення зазначених питань залучено понад 20 показників функціонально-

го стану організму, проведено понад 4000 досліджень.

Результатами біолого-гігієнічних досліджень встановлено, що ЕМП, створюване радіотелефоном стільникового мобільного зв'язку стандарту DCS-1800, впливає на функціональний стан організму, змінює ряд його показників [4].

Зокрема, вивчення динаміки показників локомоторної активності тварин, показало, що статистично значущі зміни рухової активності були зафіксовані вже на першому місяці впливу фактору (табл. 1).

Таблиця 1. Рухова активність білих щурів при дії ЕМЕ після першого місяця впливу фактору, $M \pm m$.

Групи	Тривалість тесту, хв	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ІПА
ФОН	0–2	18,20±1,22	8,70±0,90	16,40±1,55	22,20±0,47
	2–4	19,10±1,55	10,40±1,25	12,30±1,57	20,50±0,62
	0–4	37,30±2,43	19,10±1,90	28,70±2,81	42,70±0,87
1	0–2	31,35±5,67	7,80±1,31	20,40±1,87 ^x	22,60±0,43
	2–4	18,35±1,98	5,95±1,26 ^x	14,45±2,22	18,50±1,21 ⁰
	0–4	49,70±5,84	13,75±1,60 ⁺	34,85±3,73 ⁺	41,10±1,32
2	0–2	24,35±2,76	10,35±1,42	16,70±1,97 ⁰	21,80±0,81
	2–4	26,65±2,23 ⁰	11,70±1,09	14,70±2,09	22,60±0,40
	0–4	51,00±4,49	22,05±2,25	31,40±3,71	44,40±0,97 ⁰
3	0–2	25,20±1,66	11,90±1,07	16,20±2,69	22,70±0,30
	2–4	18,00±2,11	9,90±1,33	15,25±3,24	20,40±1,20
	0–4	43,20±3,47	21,80±2,06	31,45±5,66	43,10±1,25
4	0–2	21,35±2,08	10,10±1,53	12,20±1,48	20,40±1,09
	2–4	21,25±1,58	10,80±0,94	11,90±1,42	21,00±0,60
	0–4	42,60±3,03	20,90±1,88	24,10±2,14	48,40±1,34

Примітки: 1 гр – 1000 мкВт/см²;

2 гр – 250 мкВт/см²;

3 гр – 10 мкВт/см²;

4 гр – контроль;

⁰ – $p \leq 0,1$; ⁺ – $p \leq 0,05$; ^x – $p \leq 0,01$;

ЗГА – загальна горизонтальна активність;

НГА – направлена горизонтальна активність;

ВА – вертикальна активність;

ІПА – інтегральний показник активності.

У зазначений період у першій групі щурів були зареєстровані різнонаправлені зміни у локомоторній активності – зростання ВА за 0–2 та 0–4 хв тесту, та пригнічення НГА за 2–4 та 0–4 хв тесту.

У другій групі тварин фіксується ріст ЗГА, ВА та ІПА у вигляді тенденцій.

Показники поведінки у третій групі знаходились у межах даних контрольної групи.

На другому місяці впливу фактору вірогідні зміни були зафіксовані в усіх експериментальних групах тварин (табл. 2).

Таблиця 2. Рухова активність білих щурів при дії ЕМЕ після другого місяця впливу фактору, $M \pm m$.

Групи	Тривалість тесту, хв	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ІПА
1	0–2	27,05±1,54 ⁰	14,70±1,17 ^x	9,75±1,31 ^x	22,70±0,33
	2–4	18,55±1,80	8,20±0,92 ^x	7,65±0,88 ⁺	19,60±0,56
	0–4	45,60±2,92	22,90±1,49 ^x	17,40±1,62 ^x	42,30±0,67
2	0–2	30,65±2,00 ^x	15,55±1,40 ^x	14,20±1,62	23,20±0,33
	2–4	22,75±1,14 ^x	10,30±1,19 ^x	12,20±1,87	20,90±0,50
	0–4	53,40±2,13 ^x	25,85±1,68 ^x	26,40±2,93	44,10±0,55
3	0–2	24,45±1,52	11,90±1,09 ⁺	20,10±2,52	23,00±0,42
	2–4	19,85±1,50 ⁰	8,70±0,98 ^x	16,15±2,19	21,00±0,92
	0–4	44,30±2,52	20,60±1,34 ^x	36,25±3,41 ⁺	44,00±2,97
4	0–2	22,75±1,43	8,00±1,09	16,60±1,12	22,10±0,60
	2–4	15,95±1,58	4,20±0,83	12,95±1,89	19,00±1,32

Так, у першій групі реєструється «перерозподіл» у руховій діяльності – зростання НГА за усі інтервали тесту, та пригнічення ВА також за усі інтервали тесту.

Зміни у другій групі характеризувалися зростанням ЗГА та НГА за усі інтервали тесту.

Стан активації у поведінці щурів зафіксовані і у третій групі тварин – НГА (усі інтервали) та ВА (0–4) була вищою у порівнянні з контрольними показниками.

На третьому місяці експерименту (табл. 3) у першій групі тварин зберігається динаміка змін у поведінці, а саме, зростає НГА за 0–2 та 0–4 хв тесту, та пригнічується ВА за усі інтервали тесту.

Зміни у другій групі також характеризуються збереженням напрямку змін у локомотивності – ЗГА та НГА були вищими за 0–2 та 0–4 хв тесту у порівнянні з контрольними показниками.

Стан активації НГА за 0–2 хв тесту був збережений і у третій групі тварин.

Четвертий місяць впливу фактору засвідчує, що у цей термін фіксується фазна зміна у поведінці тварин – стан активації змінюється на стан пригнічення. ВА та ІПА в усіх експериментальних групах була статистично нижчою у порівнянні з аналогічними показниками контрольної групи (табл. 4).

Таблиця 3. Рухова активність білих щурів при дії ЕМЕ після третього місяця впливу фактору, $M \pm m$.

Групи	Тривалість тесту, хв	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ІПА
1	0–2	26,80±3,36	16,50±2,29 ^x	8,20±1,82 ^x	20,90±1,46
	2–4	16,25±3,08	6,20±1,44	7,90±2,05 ⁺	16,60±2,40 ⁰
	0–4	43,05±6,14	22,70±3,50 ⁰	16,10±3,16 ^x	37,50±3,76
2	0–2	28,55±1,30 ⁺	15,20±1,55 ^x	15,70±1,77	23,10±0,35
	2–4	28,85±2,27	8,70±1,39	13,00±2,01	19,80±1,55
	0–4	49,40±3,29 ⁺	23,90±2,66 ⁺	28,70±3,27	42,90±1,86
3	0–2	25,20±1,89	12,10±1,21 ⁺	21,75±1,95	22,90±0,59
	2–4	21,60±2,43	7,80±1,31	15,55±2,26	20,50±1,30
	0–4	46,80±3,44	19,90±1,88 ⁰	37,30±4,08	43,40±1,73
4	0–2	22,70±1,37	8,50±1,17	18,90±2,80	22,00±0,67
	2–4	18,40±1,55	7,75±0,88	14,90±1,44	21,00±0,47
	0–4	41,10±1,81	16,25±0,92	33,80±3,43	43,00±0,68

Таблиця 4. Рухова активність білих щурів при дії ЕМЕ після четвертого місяця впливу фактору, $M \pm m$.

Групи	Тривалість тесту, хв	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ІПА
1	0–2	22,15±1,79	13,30±0,93	4,25±1,58 ^x	18,40±1,48 ^x
	2–4	12,15±2,90 ⁺	5,30±1,27	3,60±0,96 ^x	13,40±2,55 ⁺
	0–4	34,30±4,29	18,60±1,90	7,85±2,22 ^x	31,80±3,71 ^x
2	0–2	23,50±2,85	14,30±2,04	5,95±1,12 ^x	18,80±1,87 ⁺
	2–4	14,30±3,20	5,50±1,61	3,80±0,9 ^x	13,30±2,52 ⁺
	0–4	37,80±5,63	19,15±2,89	9,75±1,76 ^x	32,10±4,10 ⁺
3	0–2	21,60±1,98	13,40±1,42	9,85±1,31 ^x	20,50±1,19 ⁺
	2–4	13,65±2,73 ⁺	5,75±1,61	6,75±1,62 ⁺	14,80±2,22 ⁺
	0–4	35,25±4,45	19,15±2,89	16,60±2,24 ^x	35,30±3,20 ⁺
4	0–2	20,75±1,13	11,10±0,62	19,40±2,66	23,30±0,50
	2–4	20,35±1,57	7,50±1,38	14,80±2,90	20,70±1,16
	0–4	41,10±1,96	18,60±1,76	34,20±4,45	44,00±1,16

Вивчення показників рухової активності тварин на першому місяці післядії впливу фактору показало, що у зазначений термін у першій групі щурів фіксується стан

активації за показником НГА (0–2 хв), та пригнічення у 2 та 3 групах за показниками ВА (усі інтервали) та ІПА (0–2 хв) тесту (табл. 5).

Таблиця 5. Рухова активність білих щурів після першого місяця післядії, $M \pm m$.

Групи	Тривалість тесту, хв	Вивчені показники			
		ЗГА	НГА	ВА	ІПА
1	0–2	22,67±1,73	11,89±1,45	13,11±2,14	22,44±0,56
	2–4	17,00±1,73	8,94±1,42 ⁺	8,78±1,50	20,00±1,29
	0–4	39,67±1,67	20,83±1,80	21,89±3,51	42,44±1,50
2	0–2	18,44±3,24	9,11±1,67	5,22±1,43 ⁺	17,22±2,47
	2–4	19,11±4,75	4,11±2,02	2,72±1,37 ⁺	11,67±2,85
	0–4	31,56±7,62	13,22±3,05	7,94±2,20 ⁺	28,89±5,12
3	0–2	19,17±2,55	10,78±1,65	9,06±2,06	18,22±1,79
	2–4	8,44±2,65	3,56±1,43	4,67±1,37	8,89±2,12 ⁺
	0–4	27,61±4,81	14,33±2,61	13,72±3,23	27,11±3,74
4	0–2	19,28±1,38	9,78±1,53	16,33±3,14	20,22±1,41
	2–4	14,17±2,65	4,33±1,47	8,78±2,08	16,67±2,41
	0–4	33,44±3,54	17,11±2,80	25,11±4,55	36,89±3,64

Таким чином, електромагнітна енергія при вивчених режимах впливу викликає неспецифічні адаптаційні реакції організму, які виявляються, зокрема, у безумовнорефлекторній (уродженій) сфері поведінки, і можливо, свідчать про зниження, або зростання тону мотиваційних центрів, відповідальних за певні види поведінки.

Як показали проведені дослідження у експериментальних тварин спостерігаються поведінкові реакції, які вказують на виник-

нення процесів гальмування або збудження, їх фазність. Відповідна реакція може бути розцінена як загальна неспецифічна реакція тренування і активації.

Електромагнітне випромінювання здійснює вплив на організм піддослідних тварин [5]. Результати досліджень показали, що відбуваються зміни рівня глюкози в крові, які проявляються зниженням вмісту глюкози відносно контрольних значень. В групі щурів, що піддавалася дії ЕМП

1000 мкВт/см² достовірно зменшення рівня глюкози спостерігалось на перших двох місяцях експерименту. При подовженні дії рівень глюкози нормалізувався (табл. 6).

Таблиця 6. Вміст глюкози в крові щурів при дії ЕМП, (мМоль/л).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні			
	30	60	90	120
Контроль	7,76±0,17	7,27±0,19	7,61±0,13	7,30±0,12
10	7,18±0,27	7,08±0,19	7,22±0,21	7,10±0,17
250	7,15±0,23	6,82±0,16	7,13±0,23	6,83±0,25
1000	6,56±0,2	6,29±0,12	7,02±0,18	6,92±0,3

Примітка. * – p<0,05.

Деяке зниження кількості глюкози в крові щурів під дією ЕМП (10 та 250 мкВт/см²) відмічено протягом всього експерименту, але достовірної різниці з контролем не зафіксовано.

Кількість глікогену в органах оцінювався за його вмістом в тканинах печінки та головного мозку. В першій групі щурів (ЕМП 10 мкВт/см²) рівень глікогена в гомогенатах печінки не виходив за межі контро-

льних значень. В групі з ЕМП 250 мкВт/см² спостерігалось достовірно зниження глікогену лише на 3-му місяці дії, хоча незначне зменшення відмічалось і на 1-му та 2-му місяцях. При дії ЕМП 1000 мкВт/см² падіння рівня глікогену печінки зафіксовано протягом всіх термінів спостережень (табл. 7).

Поряд з тим вміст глікогену в тканинах головного мозку коливається в межах контролю (табл. 8).

Таблиця 7. Вміст глікогену в печінці щурів при дії ЕМП, (мМоль/л).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні			
	30	60	90	120
Контроль	15,06±0,3	14,68±0,45	14,92±0,3	14,78±0,24
10	14,95±0,3	14,75±0,3	15,06±0,2	14,41±0,2
250	13,05±0,5	13,41±0,4	13,66±0,4	14,02±0,3
1000	12,94±0,22	12,65±0,15	13,14±0,21	12,98±0,2

Примітка. * – p<0,05.

Таблиця 8. Вміст глікогену в мозку щурів при дії ЕМП, (мМоль/л).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні			
	30	60	90	120
Контроль	2,51±0,18	2,54±0,19	2,63±0,16	2,65±0,17
10	2,41±0,20	2,49±0,19	2,60±0,17	2,54±0,07
250	2,26±0,20	2,23±0,21	2,32±0,22	2,37±0,25
1000	2,13±0,20	2,22±0,21	2,20±0,22	2,26±0,23

Примітка. * – p<0,05.

Також без змін залишався зміст загального білку в крові щурів. У всіх дослідних групах щурів кількість загального білку в

крові не відрізнявся від вмісту білку в крові щурів контрольної групи (табл. 9).

Таблиця 9. Вміст білку в крові щурів при дії ЕМП, (мМоль/л).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні			
	30	60	90	120
Контроль	6,16±0,35	6,65±0,24	6,75±0,34	6,23±0,32
10	6,20±0,22	6,26±0,23	6,23±0,19	6,21±0,20
250	6,49±0,18	6,60±0,17	6,41±0,20	6,05±0,17
1000	6,37±0,31	6,8±0,27	7,06±0,21	6,18±0,30

Примітка. * – $p < 0,05$.

Вплив ЕМП на проксидатні та антиоксидатні процеси в організмі піддослідних тварин визначали за показниками ТБК-активних продуктів (вміст малонового діальдегіду) перекисного окислення ліпідів та фе-

рментативної активності каталази та церулоплазміну. Накопичення ТБК-активних продуктів в гомогенатах печінки щурів спостерігалась на протязі всього періоду дії ЕМП (табл. 10).

Таблиця 10. Вміст ТБК-активних продуктів в гомогенатах печінки при дії ЕМП, (нмоль МДА/мг білка).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні		
	30	90	120
Контроль	1,89±0,14	1,94±0,17	2,01±0,15
10	6,52±0,36*	6,06±0,49*	5,83±0,36*
250	4,47±0,39*	7,72±0,42*	8,22±0,56*
1000	8,87±0,65*	10,21±0,54*	10,35±0,81*

Примітка. * – $p < 0,05$.

Слід зазначити, що при дії ЕМП 10 мкВт/см² було збільшення вмісту малонового діальдегіду в середньому в 3 рази відносно контрольної групи, і зберігалось з першого по четвертий місяць.

В групі щурів, які піддавались дії ЕМП 250 мкВт/см² відмічено поступове збільшення накопичення ТБК-активних продуктів від першого до четвертого місяців. При дії ЕМП 1000 мкВт/см² – суттєве і стійке зби-

льшення вмісту малонового діальдегіду в печінці щурів відбувалось на протязі всього експерименту.

Досліджувався також вміст ТБК-активних продуктів в гомогенатах тканини головного мозку щурів. Отримані результати показали накопичення малонового діальдегіду в головному мозку тварин всіх піддослідних груп в усі періоди спостережень (табл. 11).

Таблиця 11. Вміст ТБК – активних продуктів в гомогенатах тканин головного мозку при дії ЕМП, (нмоль МДА/мг білка).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні		
	30	90	120
Контроль	2,35±0,17	2,28±0,18	2,38±0,19
10	3,84±0,21*	3,64±0,22*	3,39±0,31*
250	3,64±0,23*	4,12±0,26*	3,86±0,15*
1000	3,73±0,20*	4,36±0,30*	4,62±0,22*

Примітка. * – $p < 0,05$.

Дослідження активності антиоксидантного ферменту каталази показало, що інтенсифікація перекисного окислення ліпідів в гомогенатах печінки щурів під впливом ЕМП супроводжується активізацією антиоксидантної системи в печінці тварин. Так,

найбільш суттєве підвищення активності каталази в печінці щурів при хронічній дії ЕМП 250 і 1000 мкВт/см². Невелика, але достовірна активація каталази мала місце і при 10 мкВт/см² (табл. 12).

Таблиця 12. Динаміка активності каталази в гомогенатах печінки при дії ЕМП, (мМ Н₂О₂/хв/г білка).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні		
	30	90	120
Контроль	168,1±14,67	158,64±9,69	162,18±8,40
10	208,62±15,74	216,87±18,02*	304,09±26,55*
250	230,09±18,46*	274,92±14,24*	347,48±24,32*
1000	217,08±17,62	304,22±16,50*	221,39±20,06*

Примітка. * – p<0,05.

В гомогенатах тканин головного мозку щурів також підвищувалась активність каталази при дії ЕМП 10 мкВт/см² (табл. 13). Активність каталази в гомогенатах тканин

головного мозку щурів, що піддавались дії ЕМП 250 мкВт/см² не відрізнялась від контрольної групи.

Таблиця 13. Динаміка активності каталази в гомогенатах тканин головного мозку при дії ЕМП, (мМ Н₂О₂/хв/г білка).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні		
	30	90	120
Контроль	4,03±0,28	3,86±0,23	4,01±0,29
10	6,17±0,33*	4,84±0,27*	5,67±0,28*
250	3,12±0,27	4,62±0,32	4,72±0,31
1000	3,32±0,22	3,38±0,25	2,92±0,26*

Примітка. * – p<0,05.

В групі з ЕМП 1000 мкВт/см² в перші три місяці спостерігалось деяке зниження активності каталази, яке на четвертому місяці мало достовірне значення.

В сироватці крові накопичення ТБК-активних продуктів відбувалося при достроковій дії ЕМП. Отримані результати наведені в таблиці 14.

Таблиця 14. Вміст ТБК-активних продуктів в сироватці крові при дії ЕМП, (нмоль МДА/мг білка).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні		
	30	90	120
Контроль	2,28±0,15	2,32±0,17	2,35±0,20
10	2,33±0,17	2,49±0,16	2,81±0,26
250	2,19±0,15	2,88±0,12*	3,11±0,25*
1000	2,56±0,14	3,46±0,22*	3,76±0,19*

Примітка. * – p<0,05.

З таблиці видно, що в перший місяць впливу ЕМП рівень МДА в сироватці крові всіх дослідних щурів коливався в тих же межах, що і в контрольній групі тварин.

В більш пізні терміни опромінення ЕМП 10 мкВт/см² вміст ТБК-активних продуктів не відрізнявся від контролю. Достовірне підвищення МДА на 20% зафіксовано при дії ЕМП 250 мкВт/см². Майже в 1,5 рази

збільшилось накопичення МДА в групі тварин з ЕМП 1000 мкВт/см².

В сироватці крові активність каталази знижувалась в групах щурів, що піддавались дії ЕМП 250 мкВт/см².

У щурів під дією ЕМП 10 мкВт/см² рівень каталази в крові достовірно не відрізнявся від контрольної групи (табл. 15).

Таблиця 15. Динаміка активності каталази в сироватці крові при дії ЕМП, (мм Н₂О₂/хв/г білка).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні		
	30	90	120
Контроль	58,3±3,92	61,36±3,56	57,75±2,86
10	51,75±4,03	50,23±4,19	52,66±2,69
250	28,17±2,50*	35,10±3,49*	43,22±3,52*
1000	34,39±2,96*	30,22±2,98*	37,06±3,66*

Примітка. * – p<0,05.

Також у тварин цієї групи не відмічено змін активності церулоплазмїна в сироватці крові. В групах, де рівень ЕМП складав 250 мкВт/см², активність церулоплазмїну

була підвищеною, в усі терміни при дії ЕМП 1000 мкВт/см², і починаючи з 2-го місяця при дії ЕМП 250 мкВт/см² (табл. 16).

Таблиця 16. Активність церулоплазмїну в сироватці крові при дії ЕМП, (ум. од.).

Діючі рівні, мкВт/см ²	Період дії фактора, дні			
	30	60	90	120
Контроль	19,8±1,7	20,3±1,9	16,6±1,2	20,7±1,2
10	21,0±1,2	19,3±1,2	21,0±1,8	18,4±1,4
250	21,0±1,4	26,2±1,7*	25,7±1,8*	25,0±1,4*
1000	25,7±0,9*	29,7±1,5*	30,6±0,9*	28,4±1,5*

Примітка. * – p<0,05.

Аналіз отриманих результатів з огляду на стан прооксидатно-антиоксидатних процесів показав, що під впливом ЕМП відбувається інтенсифікація процесів перекисного окислення ліпідів в печінці та крові щурів, що супроводжується активацією антиоксидантного захисту в печінці та деяким розбалансуванням в антиоксидантній системі в крові тварин. Про останнє свідчить різноспрямований характер змін активності антиоксидантних ферментів – каталази і церулоплазмїна в сироватці крові щурів.

На основі експериментальних біолого-гігієнічних досліджень з урахуванням

технічних параметрів і режимів роботи мобільних радіотелефонів стільникового зв'язку стандарту DCS-1800 було розроблено для населення диференційний за тривалістю впливу гігієнічний норматив, що передбачає гранично допустиме значення рівня густини потоку ЕМЕ 100 мкВт/см² у діапазоні частот 1710-1880 МГц. При цьому експозиційна доза (енергетичне навантаження) для населення складає 200 мкВт/см². Це значення є базовим для визначення максимально допустимого часу використання населенням конкретної моделі мобільного радіотелефону стандарту DCS-1800 на добу.

Максимальний час використання мобільного радіотелефону стандарту DCS-1800 встановлюється виходячи зі значення енергетичного навантаження на організм з урахуванням максимального значення густини по-

току енергії ЕМП в діапазоні частот 1710-1880 МГц, що створюється конкретною моделлю мобільного радіотелефону на відстані 5 см від його корпусу, за формулою:

$$t_{(год)} = \frac{100}{ГПЕ_{max}},$$

де, $t_{(год)}$ – максимальний час використання мобільного радіотелефону стандарту DCS-1800 за добу, год;

200 – базове значення експозиційної дози для населення, $мкВт \cdot год/см^2$;

$ГПЕ_{max}$ – максимальний рівень, що створюється конкретним типом мобільного радіотелефону стандарту DCS-1800 на відстані 5 см від його корпусу (але не більш ніж $100 мкВт/см^2$), $мкВт/см^2$.

Висновки

1. Результатами експериментальних досліджень встановлено, що ЕМП 1800 МГц при рівнях впливу фактору – 1 група (8 годин, $1000 мкВт/см^2$); 2 – група (8 годин, $250 мкВт/см^2$); 3 група (8 години, $10 мкВт/см^2$) викликає низку функціональних зрушень в організмі піддослідних тварин, які проявляються, зокрема, у безумовнорефлекторній (уродженій) сфері поведінки, і можливо, свідчать про зниження, або зростання тону мотиваційних центрів, відповідальних за певні види поведінки.

2. Показано, що під впливом ЕМП 1800 МГц відбувається інтенсифікація процесів перекисного окислення ліпідів в печінці та крові шурів, що супроводжується активацією антиоксидантного захисту в печінці та деяким розбалансуванням в антиоксидантній системі в крові тварин.

3. Ступінь вираженості біоефекту та особливості спрямованості відповідних реакцій організму знаходились в залежності від рівня навантаження та часу його дії, що свідчить про несприятливий вплив ЕМП, яке створюється мобільними радіотерміналами DCS-1800, при довгостроковому (4 місяці) навантаженні.

4. На основі експериментальних біолого-гігієнічних досліджень з урахуванням технічних параметрів і режимів роботи мобільних радіотелефонів стільникового зв'язку стандарту DCS-1800 було розроблено диференційний за тривалістю впливу гігієнічний норматив для населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Даценко В.И. Сотовая связь как источник электромагнитного излучения, перспективы гигиенического регламентирования //Гиг.насел. мест: Сб. науч. тр. –К., –2001. –Вип.38. –Т.2. –С. 54-56.
2. Думанський В.Ю. Стільниковий мобільний радіотелефон стандарту GSM-900 – джерело електромагнітного випромінювання та його гігієнічне регламентування //Гіг. насел. місць. – К., –2005. –Вип.43. –С. 234-243.
3. Біткін С.В. Фізична модель електромагнітного поля – одна з важливих систем, що забезпечує науково-обґрунтоване виконання біолого-гігієнічних досліджень по впливу на організм електромагнітного поля //Гіг. насел. міст. –Вип.44. –К., –2004. –С. 243-252.
4. Зотов С.В. Поведенческие эффекты белых крыс при воздействии электромагнитных полей, создаваемых средствами сотовой мобильной связи стандарта GSM-900 //Гіг. насел. місць. –Вип.44. –К., –2004. –С. 255-257.
5. Томашевская Л.А. Метаболические основы биологического действия электромагнитных факторов окружающей среды //Гіг. насел. місць. –К., –1999. –С. 77-80.

**СОТОВЫЙ МОБИЛЬНЫЙ РАДИОТЕЛЕФОН СТАНДАРТА DCS-1800
КАК ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ,
ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ГИГИЕНИЧЕСКОЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЕ**
Галак С.С.

Изучалось действие электромагнитного излучения стандарта DCS-1800 на функциональное состояние организма подопытных животных. Установлено, что ЭМП 1800 МГц вызывает ряд функциональных сдвигов в урочденной сфере поведения. Показано, что под влиянием ЭМП 1800 МГц происходит интенсификация процессов перекисного окисления липидов в печени и крови крыс. Степень выраженности биоэффекта и особенности направления ответных реакций находились в зависимости от уровня нагрузки и времени действия. На основании экспериментальных биолого-гигиенических исследований был разработан гигиенический норматив.

**CELLULAR MOBILE RADIOTELEPHONE DCS-1800 STANDARD
AS SOURCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION, HIS BIOLOGICAL
SIGNIFICANCE AND HYGIENICAL REGULATION**
S.S. Galak

The action of electromagnetic radiation DCS-1800 standard on the functional state of experimental animals organism was studied. It is set that EMF 1800 Mhz causes the row of functional changes in the behavior sphere. It is shown that under influence of EMF 1800 Mhz takes place intensification of lipids peroxidation processes in the liver and blood of rats. Degree of bioeffect expressed and feature direction of return reactions on the level of loading and time of action were depending. Based on the experimental biology and hygienic studies health standard was developed.

УДК 613.648.2:632.3+577.1

**ОЦІНКА ОКИСНО-ВІДНОВНОГО СТАНУ В ОРГАНАХ ЩУРІВ
ПРИ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
ТА ХЛОРОФОРМУ В КОРОТКОСТРОКОВОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ**

*Томашевська Л.А., Кравчун Т.Є., Лемешко Л.П., Дідик Н.В., Кулакова С.А.
ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ*

Вступ. Дослідження комплексного впливу шкідливих чинників довкілля є важливою проблемою у визначенні безпеки їх дії. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища у сукупності з хімічним на сьогодні є найбільш масштабним видом забруднення. Неоднозначний вплив його на здоров'я населення з кожним роком стає більш вагомим, що викликає цілком об'єктивну стурбованість, як з боку населення, так і фахових представників, причетних до цієї проблеми [1,2,3].

Оцінка ризику несприятливої дії на здоров'я обґрунтовується з урахуванням поєднаної дії різних факторів навколишнього

середовища, їх рівнів та концентрацій, процесів накопичення або функціональної кумуляції в організмі, механізмів біоэффектів, особливостей та закономірностей формування адапційно-приспосувальної діяльності та ін.

У реальних умовах зазвичай є присутніми і діють на організми декілька забруднювачів, здатних в поєднанні викликати ефекти, які неможливо оцінити на основі однофакторних експериментів. При комплексній дії відбуваються особливі взаємодії, коли вплив одного чинника певною мірою змінює (посилює, послабляє і т. п.) характер другого [4,5,6].