

УДК 613.5.550.38

МЕТОДИЧНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ГІПОГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Глива В. А.¹, Назаренко В. І.², Никифорок О. І.²,
Палійчук С. П.², Коваленко В. В.¹, Мищенко І. А.³

¹Національний авіаційний університет МОН України, м. Київ

²ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

³Донецький національний медичний університет імені М. Горького

Мета дослідження. Визначення загальних вимог до методичного забезпечення експериментальних досліджень з вивчення біологічного впливу гіпогеомагнітних полів на біологічні об'єкти та надання практичних рекомендацій з їх впровадження.

Методи дослідження. Аналіз даних літератури та математичне моделювання параметрів геомагнітного поля в експериментальних умовах.

Результати. Надійні експериментальні дані щодо біологічних ефектів гіпогеомагнітного поля можуть бути отримані за допомогою кільця Гельмгольца в приміщеннях, екранованих від зовнішніх електромагнітних полів. Рівні і однорідність електромагнітних полів всередині кільця мають контролюватися протягом усього експерименту за допомогою маленького датчика, що має високу чутливість. Можливо також використання запропонованого обладнання поза приміщеннями з магнітним екрануванням. У такому випадку необхідні параметри постійних магнітних полів досягаються компенсацією магнітного поля Землі за рахунок магнітного поля кільця Гельмгольца.

Висновки. Необхідні параметри гіпогеомагнітного поля (зменшення до 10 і більше разів) можуть забезпечуватися в лабораторних умовах за допомогою кільця Гельмгольца необхідного діаметра. Експериментальну установку необхідно розмістити під кутом 67°40' до горизонтальної площини з урахуванням магнітного схилення на широті Києва.

Ключові слова: геомагнітне поле, біологічний вплив, експериментальні дослідження, методичне та технічне забезпечення

Вступ

Визначення ступеня небезпечності та механізмів впливу електромагнітних полів широкого спектра частот та амплітуд на людей нині стало одним з пріоритетних напрямів досліджень у галузях гігієни та охорони праці. Це пояснюється низкою причин, головними з яких є широке впровадження електричного та електронного обладнання у виробництві та побуті, постійне вдосконалення їхніх технічних та технологічних характеристик. Наслідком цієї «експансії» стало зростання соціальної напруги в суспільстві, обумовленої поширенням певних фобій щодо можливого негативного впливу електромагнітних полів (ЕМП) на стан здоров'я населення.

Така ситуація зумовлює необхідність отримання надійних експериментальних даних щодо біологічного впливу цього фізичного фактора. Це надасть фактичний матеріал для розроблення сучасних, науково-обґрунтованих гранично допустимих рівнів ЕМП визначених частот і амплітуд, встанов-

лення санітарно-захисних зон, розроблення засобів індивідуального та колективного захисту.

Експериментальні дослідження щодо впливу ЕМП на біологічні об'єкти виконуються у достатньо великих обсягах як в Україні, так і за кордоном [1–3]. Складність визначення біологічної дії ЕМП на організми людей і піддослідних тварин (особливо їхніх низьких рівнів, що є найпоширенішим випадком), необхідність проведення великих обсягів експериментів та велика кількість об'єктів досліджень вимагають наявності стандартизованих методик досліджень та відповідності експериментальної бази поставленим цілям. Втім, у багатьох випадках методики та установки для проведення експериментів у лабораторних умовах не описані зовсім (наведені тільки марка приладів для вимірювання кількісних характеристик поля) [2, 4]. Це не дозволяє достатньо об'єктивно оцінити значущість та коректність виконаних досліджень, визначити їхні подальші напрями та шляхи вдосконалення експериментальної бази. На це

звертають увагу як фахівці-гігієністи, так і спеціалісти технічних галузей [5, 6]. Забезпечення чистоти експериментів щодо дослідження електромагнітних впливів на живий організм також пов'язано із проблемою електромагнітної сумісності технічних засобів; у той самий час дотримання чинних в Україні державних стандартів щодо електромагнітної сумісності не є обов'язковим і має добровільний характер [7]. Таким чином, не виключаються сторонні впливи як на середовище проведення натурних експериментів (непередбачувані та незареєстровані ЕМП й випромінювання), так і на вимірювальні тракти приладів, що може давати значні похибки визначення необхідних параметрів. Одним зі способів унеможливлення таких впливів є екранування лабораторних установок та приміщень, проте захисні матеріали для екранування ЕМП мають складні амплітудно-частотні залежності коефіцієнтів екранування [8–10]. Це потребує ретельного узгодження цілей експериментів та засобів захисту від зовнішніх електромагнітних впливів.

За сучасними уявленнями ЕМП та випромінювання, які впливають на біологічні об'єкти, можна умовно розділити на три основні категорії: постійне магнітне поле природного походження (поле Землі), наднизькочастотні та низькочастотні ЕМП (поле промислової частоти 50 Гц та вищих частот – до високих), поля високих і надвисоких частот (радіотехнічні об'єкти різного призначення, у тому числі базові станції мобільного зв'язку). Останні дві позиції розділяються, виходячи з того, що експерименти в першому випадку завжди пов'язані з перебуванням об'єкта досліджень у ближній зоні ЕМП (зоні індукції), а в другому – у дальній (хвильовій) зоні. Ці поля реєструються різними приладами, вимірюються в різних одиницях та по різному екрануються.

Останніми роками значно збільшився науковий інтерес до вивчення біологічного впливу зменшення магнітного поля Землі внаслідок часткового його екранування будівельними матеріалами і конструкціями – гіпогеомагнітного поля (ГГМП) [4]. Проте існує доволі незначна кількість досліджень, спрямованих на вивчення впливу ГГМП на організм людини і лабораторних тварин, що свідчать про можливість змін функціонального стану ЦНС, системи кровообігу, кровотворення та імунної системи, збільшення рівня захворюваності з тимчасовою втратою працездатності [11–13]. У Росії вве-

дено в дію тимчасовий гігієнічний норматив для ГГМП за вимогами СанПиН 2.2.4.1191-03 та запропоновано методи його вимірювання згідно з ГОСТ Р 51724-2001. У місцях перебування людей допускається послаблення магнітного поля Землі не більше ніж у 2 рази. Для подальшого гігієнічного нормування ГГМП в Україні необхідно подальше проведення лабораторних та епідеміологічних досліджень, що визнається науковою спільнотою [13–14]. Проведення експериментальних досліджень з цього питання потребує наявності відповідного обладнання, до якого висувається низка конкретних вимог, основними з яких є можливість досягнення фіксованих рівнів ГГМП у необхідному об'ємі та виключення зовнішніх електромагнітних впливів на умови експерименту.

Мета дослідження – визначення засад методичного та технічного забезпечення експериментальних досліджень з дослідження впливу магнітних полів і випромінювань на біологічні об'єкти та надання практичних рекомендацій з їхнього впровадження.

Результати дослідження та їх обговорення

Найприйнятнішим способом отримання постійного магнітного поля фіксованої напруженості (індукції) є установка з використанням кілець Гельмгольца необхідного діаметра (рисунок).

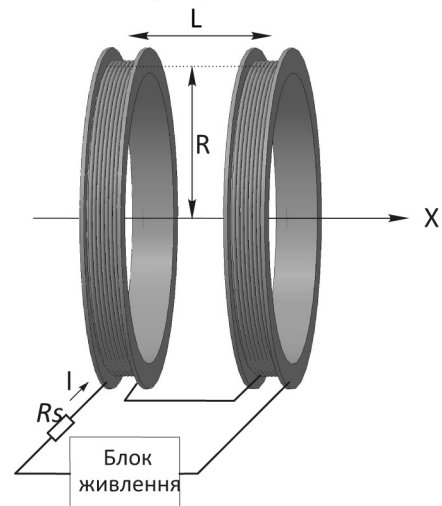


Рисунок. Загальна схема установки для створення постійного магнітного поля заданої напруженості
 R – радіус кілець Гельмгольца,
 L – відстань між кільцями, R_s – резистор,
 I – струм в електричному ланцюзі,
 X – напрямлення силових ліній магнітного поля.

Параметри магнітного поля визначають величиною постійного електричного струму, що протікає обмоткою. Індукцію магнітного поля «В» витка зі струмом на осі, яка проходить перпендикулярно площині витка через його центр, – згідно з законом Біо-Савара-Лапласа. Для двох однакових котушок, з яких складаються кільця (n) Гельмгольца рівень магнітної індукції дорівнює:

$$B = \frac{2\mu_0 n I R^2}{2(R^2 + (R/2)^2)^{3/2}}, \text{ тобто}$$

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 n I}{R}. \quad (1)$$

Максимальна однорідність магнітного поля в кільцях Гельмгольца досягається за умови, коли радіуси кожної з котушок дорівнюють відстані між ними при співвісності їхнього розташування. Геометричний центр системи X розташований на середині відстані по центральній осі, перпендикулярній площинам котушок. Так, для установки довжиною 0,5 м з діаметром кілець 1 м достатньо однорідне магнітне поле, яке кількісно дорівнює величині магнітного поля Землі (на широті Києва ~49,7 мкТл) і забезпечується протіканням постійного електричного струму в 2,6–2,8 А. Для живлення установки необхідно використовувати стабілізоване джерело струму. При цьому, зменшення індукції поля в об'ємі 0,5 × 0,5 × 0,5 м, де може розміщуватися експонований біологічний об'єкт, забезпечується за рахунок зниження електроструму в кільцях (індукція магнітного поля прямопропорційна електроструму).

Використання такого обладнання в горизонтальній площині можливе виключно в повністю екранованих приміщеннях (приміщеннях, ізольованих як від ЕМП антропогенного походження, так і від магнітного поля Землі). Такі приміщення використовуються для розміщення високочутливої електронної апаратури та для технічного захисту інформації. Можливе використання пропонованої установки і поза екранованим приміщенням. У цьому випадку необхідні параметри постійного магнітного поля забезпечуються компенсацією магнітного поля Землі зустрічним магнітним полем кілець Гельмгольца. При розміщенні установки необхідно враховувати магнітне нахилення (кут між поверхнею Землі та лініями її магнітного поля на даній широті) та напрямок магнітного меридіана.

Розрахункове визначення залежності параметрів геомагнітного поля від широти недоцільне як через певну складність цієї залежності, так і переважність впливу на нього геомагнітних аномалій.

Для широти Києва вертикальна складова геомагнітного поля складає 46 мкТл, горизонтальна 19 мкТл, тому експериментальну установку слід розташовувати в площині магнітного меридіана під кутом ~ 67°40' до горизонталі. Визначення орієнтації установки доцільно виконувати за допомогою дипольної антени вимірювача напруженості ближнього поля NFM-1 або аналогічного обладнання.

За попередніми розрахунками, у запропонованій установці можливо досягти наступних рівнів зменшення магнітного поля Землі (табл. 1).

Наведені дані мають орієнтовний характер через залежність фактичного значення геомагнітного поля від місця проведення експериментів (конструкція будівлі, наявність масивних феромагнітних конструкцій і обладнання в приміщеннях тощо). Крім того, можуть відбуватися певні зміни електричних параметрів експериментальної установки через нагрівання обмоток. Тому при проведенні експериментів необхідно надавати точне визначення кількісним характеристикам геомагнітного поля та калібруванню установки з використанням обладнання, наведеного нижче. За результатами такого калібрування складають графіки і будують відповідні криві, які дозволяють без проведення вимірювань подавати на установку необхідне електроживлення.

Визначення впливу ЕМП широкого спектра частот на біологічні об'єкти принципово не відрізняється від описаного вище. Для отримання ЕМП необхідної частоти використовуються відповідні низькочастотні та високочастотні генератори. Досвід показав, що для виконання таких робіт

Таблиця 1

Зменшення магнітного поля Землі залежно від величини постійного електричного струму в кільцях Гельмгольца

Величина постійного електричного струму, А	Коефіцієнт зменшення магнітного поля Землі, разів
~ 2,1	0,75
~ 1,4	0,50
~ 0,59	0,21
~ 0,28	0,10

Таблиця 2

Ефективність екранування електромагнітних полів деякими сучасними матеріалами

Матеріал	Діапазон частот	Коефіцієнт екранування, разів
Електротехнічна сталь	0–10 кГц	1,5–10,0
Пермалой	50–150 Гц	5–12
Пермалой	10 кГц і вище	70–1000
Аморфний магніто-м'який сплав	50–150 Гц	30–250
Аморфний магніто-м'який сплав	10 кГц і вище	> 1000
Композитний матеріал	3–30 МГц	До 30

добре пристосовані генератори імпульсів Г5-60 та ГЗ-36А, ширококумовий підсилювач У2-7, який разом з перетворювачем напруги В9-2 за необхідності дозволяє здійснювати селектування частот генерованих сигналів. Крім коректності виконуваних експериментів, це потрібно для виявлення наявності внеску сторонніх джерел у генероване ЕМП. Для отримання достовірних даних необхідні контроль рівня ЕМП усередині установки та його однорідності. Цю процедуру доцільно здійснювати за допомогою малогабаритного модуляційного датчика магнітного поля [9]. Цей датчик не спотворює контрольоване магнітне поле через малі розміри та незначну індуктивність і має високу чутливість, що дає змогу не застосовувати підсилювач отримуваних сигналів, який зазвичай генерує повні важко відокремлювані електричні завади. За необхідності повного або часткового екранування експериментальної установки можуть бути застосовані наступні матеріали та композити (табл. 2).

За даними літератури геомагнітне поле може надійно екрануватися будь-яким суцільним провідним матеріалом товщиною 2–5 мм [10].

Планування експериментальних досліджень з вивчення біологічної дії постійних та змінних магнітних та електричних полів з урахуванням запропонованих інженерно-технічних рекомендацій дозволить підвищити якість та об'єктивність наукових даних щодо впливу даного чинника на організм лабораторних тварин.

Література

1. Гігієнічна характеристика електромагнітного випромінювання від технічних та електроенергетичних об'єктів та засобів в умовах населених місць / Ю. Д. Думанський, Н. Г. Нікітіна, В. Ю. Думанський [та ін.] // Гігієна населених місць.– 2010.– Вип. 56.– С. 185–196.

2. Методические подходы к определению и моделированию электромагнитных полей при гигиениче-

Висновки

1. Проведення експериментальних досліджень щодо визначення впливу ЕМП на біологічні об'єкти потребує врахування кількох основних технічних та методичних умов і рекомендацій. Виконання експериментів щодо вивчення впливу ГГМП на біологічні об'єкти доцільне в повністю екранованих приміщеннях. Необхідні параметри магнітного поля (зменшення до 10 і більше разів) забезпечуються використанням кільця Гельмгольца потрібного діаметра.
2. Захисні матеріали для екранування зовнішніх ЕМП та випромінювань обираються, виходячи з частотно-амплітудних характеристик цих факторів і аналогічних даних захисних матеріалів.
3. У разі неможливості екранування місця проведення експериментів необхідно враховувати магнітне нахилення та геомагнітні аномалії в даній місцевості та будівлі. Дослідження впливу змінних ЕМП реалізується з урахуванням їх сторонніх джерел, що потребує попереднього визначення частотних спектрів ЕМП та випромінювань у місці проведення експериментів.
4. Для широти Києва вертикальна складова геомагнітного поля дорівнює 46 мкТл, горизонтальна – 19 мкТл, тому експериментальну установку слід розташовувати в площині магнітного меридіана під кутом ~ 67°40' до горизонталі.

ских исследований / С. В. Биткин, В. Ю. Думанський, Е. А. Сердюк [и др.] // Гігієна населених місць.– 2011.– Вип. 57.– С. 220–232.

3. Zhang X. Effects of hypomagnetic field in noradrenergic activities in the brainstem of golden hamster / Zhang X. // Bioelectromagnetics.– 2007.– V. 28.– P. 155–158.

4. Ослабление геомагнитного поля в многоквартирных домах различных проектов / М. М. Розинкина,

Д. Е. Пелевин, Ю. Д. Думанский, С. В. Биткин // Гігієна населених місць.– 2009.– Вип. 54.– С. 209–216.

5. Електромагнітна безпека та електромагнітна сумісність технічних засобів / Ю. Д. Думанський, О. І. Запорожець, В. А. Глива [та ін.] // Вісник НТУУ «КПІ».– 2008.– Вип. 16.– С. 143–148.

6. Конструктивні особливості систем електроживлення і можливі шляхи підвищення електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності технічних засобів / О. І. Запорожець, В. А. Глива, В. І. Кляпченко [та ін.] // Гігієна населених місць.– 2008.– Вип. 51.– С. 231–237.

7. Про затвердження Технічного регламенту з електромагнітної сумісності обладнання: Постанова Кабінету Міністрів України від 29 липня 2009 р. № 785.

8. Глива В. А. Критерії вибору захисних матеріалів для екранування електромагнітних полів / В. А. Глива // Проблеми охорони праці в Україні.– 2011.– Вип. 21.– С. 68–76.

9. Патент 58604 Україна, МПКG01L9 // 00 Пристрій контролю захисних властивостей електромагнітних екранів / Глива В. А., Левченко Л. О., Панова О. В. та ін. заявники і патентотримувачі, заявл. 15.03.2011, опубл. 11.04.2011, Бюл. № 7.

References

1. Dumansky, Y. D. 2010, «Hygienic characteristics of electromagnetic radiation from electroenergetic subjects and equipment in conditions of settlements», *Gigiyena naselennykh mest*, Issue 56, pp. 185–196 (in Ukrainian).

2. Bitkin, S. V. 2011, «Methodological approaches to definition and modeling electromagnetic fields in hygienic studies», Issue 57, pp. 220–232 (in Russian).

3. Zhang, X. 2007, «Effects of hypomagnetic field in noradrenergic activities in the brainstem of golden hamster», *Bioelectromagnetics*, Vol. 28, pp. 155–158.

4. Rozinkina, M. M., Pelevin, D. E., Dumansky, Y. D., Bitkin, S. V. 2009, «Weakening geomagnetic field in multiapartment houses of various designs», *Gigiyena naselennykh mest*, Issue 54, pp. 209–216 (in Russian).

5. Dumansky, Y. L., Zaporozhets, O. I., Glyva, V. A. et al. 2008, «Electromagnetic safety and electromagnetic compatibility of technical means», *Vestnik KPI*, Issue 16, pp. 143–148 (in Ukrainian).

6. Zaporozhets, O. I., Glyva, V. A., Klapchenko, V. I. et al. 2008, «Constructive peculiarities of electroimplanting system and possible ways to increasing electromagnetic safety and electromagnetic compatibility of technical means», *Gigiyena naselennykh mest*, Issue 51, pp. 231–237 (in Ukrainian).

7. On the approval of Technical regulation on equipment electromagnetic compatibility. Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 29 July 2009, no. 785 (in Ukrainian).

10. Запорожець О. І. Створення електромагнітних екранів із заданими захисними властивостями / О. І. Запорожець, В. А. Глива, А. В. Лук'янчиков // Вісник Національного авіаційного університету.– 2008.– № 3.– С. 139–142.

11. Воронин А. Ю. Регуляция пролиферативной и колониеобразующей активности кроветворных клеток костного мозга ослабленными геомагнитными полями / А. Ю. Воронин, В. Ю. Куликов // Вестник МНИИКА.– Новосибирск, 2003 – Вып. 10.– С. 86–93.

12. Воронин А. Ю. Колониеобразование в селезенках экспериментальных животных под воздействием геомагнитного поля очень низкой напряженности / А. Ю. Воронин, В. Ю. Куликов // Бюл. СО РАМН.– Новосибирск, 2004.– № 1.– С. 73–76).

13. Биотропные свойства ослабленного геомагнитного поля: под редакцией академика РАМН В. А. Шкурупия.– Новосибирск: ООО «Ред.– изд. Центр».– 2005 – 140 с.

14. Походзей Л. В. Гипогеомагнитные условия как неблагоприятный фактор производственной среды: диссертация на соискание ученой степени докт. мед. наук: спец. 14.00.50 – Медицина труда / Походзей Л. В.; ГУ НИИ медицины труда РосАМН.– М., 2004.– 198 с.

8. Glyva, V. A. 2011. «Criteria of selection of defensive materials for electromagnetic field screening» *Problemy okhorony pratsi v Ukraini*, Issue 21, pp. 68–76 (in Ukrainian).

9. Glyva, V. A., Levchenko, L. O., Panova, O. V. et al. 2011, «Patent of Ukraine No 58694, IPCG01L9 // 00 Equipment for controlling defensive properties of electromagnetic screens», applied on 15.03.2011, published in Bull. no. 7, 11.04.2011 (in Ukrainian).

10. Zaporozhets, O. I., Glyva, V. A., Lukyanchikov, A. V. 2008, «Development of electromagnetic screens with the given defensive properties», no. 3, pp. 139–142 (in Ukrainian).

11. Voronin, A. Y., Kulikov, V. Y. 2003, «Regulation of proliferative and colony-formation activity of hematopoietic cells in bone marrow by weakened geomagnetic fields», *Vestnik MNIKA*, Novosibirsk, Issue 10, pp. 86–93 (in Russian).

12. Voronin, A. Y., Kulikov, V. Y., 2004, «Colony-formation in spleens of experimental animals, exposed to geomagnetic field of very low intensity», no. 1, p. 7376 (in Russian).

13. Shkurupia, V. A., 2005, *Biotropic properties of the weakened geomagnetic field* (Ed.), Novosibirsk:OOO Red-Izd.Tsentr, 140 p. (in Russian).

14. Pokhodzei, L. V. 2004, «Hypogeomagnetic conditions as an unfavorable factor of the work environment; dissertation for Dr.med. sci., specialty «Occupational health», Sci. Institute of Occupational Health of the Russian Academy of Medical Sciences», 198 p.

Глыва В. А.¹, Назаренко В. И.², Никифоруk А. И.², Палийчук С. П.², Коваленко В. В.¹, Мищенко И. А.³

МЕТОДИЧЕСКОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ ГИПОГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

¹Национальный авиационный университет МОН Украины, г. Киев

²ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

³Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького

Цель исследования. Определение общих требований к методическому обеспечению экспериментальных исследований биологического действия гипогеомагнитного поля и разработка рекомендаций по их практическому внедрению.

Методы исследования. Анализ данных литературы и математическое моделирование параметров геомагнитного поля для лабораторного эксперимента.

Результаты. Надежные экспериментальные данные относительно биологических эффектов гипогеомагнитного поля могут быть получены с помощью колец Гельмгольца в помещениях, экранированных от внешних электромагнитных полей. Уровни и однородность электромагнитных полей внутри колец должны контролироваться на протяжении всего эксперимента при помощи маленького датчика, имеющего высокую чувствительность. Возможно также использование предложенного оборудования вне помещений с магнитным экранированием. В таком случае, требуемые параметры постоянных магнитных полей достигаются компенсацией магнитного поля Земли за счет магнитного поля колец Гельмгольца.

Выводы. Требуемые параметры гипогеомагнитного поля (уменьшение до 10 и больше раз) могут обеспечиваться в лабораторных условиях при помощи колец Гельмгольца необходимого диаметра. Экспериментальная установка должна располагаться под углом 67°40' к горизонтальной плоскости с учетом магнитного склонения на широте Киева.

Ключевые слова: геомагнитное поле, биологическое действие, экспериментальные исследования, методическое и техническое обеспечение

Glyva V. A.¹, Nazarenko V. I.², Nykyforuk O. I.², Palychuk S. P.², Kovalenko V. V.¹, Mischenko I. A.³

METHODICAL AND TECHNICAL PROVISION OF EXPERIMENTAL STUDIES ON THE EFFECT OF HYPOGEOMAGNETIC FIELDS ON BIOLOGICAL SUBJECTS

¹National Aviation University of MES of Ukraine, Kyiv

²SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

³M. Gorky National Medical University, Donetsk

The purpose of investigations was to determine common requirements to methodical provision of experimental studies on biological effect of geomagnetic field's changes and to give practical recommendations for their implementation.

Methods. Analyses of literature data and mathematic simulation of geomagnetic field's parameters for laboratory studies.

Results show that reliable experimental studies on biological effects of geomagnetic field's changes should be carried out using Helmholtz rings in premises with magnetic screening from external electromagnetic fields. The levels and uniformity of electromagnetic fields inside the rings should be controlled in the experiment with using a small transducer with high sensitivity. The use of the proposed equipment outside of premises with magnetic screening is possible, as well. In this case, the required parameters of the constant magnetic fields are provided compensation of the Earth magnetic field using Helmholtz rings.

Conclusion. The required parameters of hypogeomagnetic field (10 times decrease and more) could be provided in laboratory experiments using Helmholtz rings of the required diameter. The experimental equipment should be placed under the corner 67°40' to the horizontal plane, taking in account a magnetic declination at the latitude of Kyiv.

Key words: geomagnetic field, biological effect, experimental studies, methodical and technical provision

Надійшла: 13.03.2013 р.

Контактна особа: Назаренко Василь Іванович, провідний науковий співробітник, лабораторія фізичних факторів, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», вул. Саксаганського, 75, м. Київ, 01033. Тел.: + 38 0 44 289 15 12.