

ИЗЛУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ

В. А. Дрозд, аспирант, инженер
ООО «Экоаналитика», Приморский край,
Владивосток, Россия, v_drozhd@mail.ru,
К. С. Голохваст, д. б. н., профессор,
профессор кафедры БЖД ДВФУ,
Дальневосточный федеральный
университет, Приморский край,
Владивосток, Россия,
golokhvast.ks@dvfu.ru,
В. В. Чернышев, к. б. н., старший
преподаватель кафедры Нефтегазового
дела и нефтехимии, Дальневосточный
федеральный университет,
Приморский край, Владивосток, Россия,
chernyshev.vv@dvfu.ru

Представлены результаты измерения магнитного поля от некоторых распространенных бытовых приборов в 100 жилых помещениях в городе Владивостоке и сравнения полученных данных с установленными в Российской Федерации нормативами.

В статье рассмотрены результаты замеров уровней магнитного поля от бытовых приборов, для которых отсутствуют нормативы, регламентирующие уровни напряженности магнитных полей. Полученные в результате исследований замеры сравнивались с нормативными для видео дисплейных терминалов. В результате были выявлены превышения напряженности уровней магнитного поля от некоторых видов приборов в диапазонах частот 0,05—2 кГц и 2—400 кГц.

Существует необходимость дальнейшего изучения магнитного излучения в широком диапазоне частот от бытовых приборов с целью возможного пересмотра системы нормирования электромагнитных полей.

The results of measuring the magnetic field from some common household appliances in 100 residential premises in the city of Vladivostok and comparing the data obtained with the established standards in the Russian Federation are presented. The article considers the results of measurements of magnetic field levels from household appliances for which there are no standards regulating the levels of magnetic field intensity. The measurements obtained as a result of the research were compared with the standards set for video display terminals. As a result, it was found that the intensity of the magnetic field levels from some types of devices in the frequency ranges of 0.05—2 kHz and 2—400 kHz were exceeded. There is a need for further study magnetic radiation in a wide range of frequencies from household appliances in order to possibly revise the system of regulation of electromagnetic fields.

Ключевые слова: электромагнитные поля, экология, бытовые приборы, окружающая среда, электромагнитное загрязнение.

Keywords: electromagnetic fields, ecology, household appliances, environment, electromagnetic pollution.

Введение

Человек всегда находился под воздействием электромагнитного поля Земли. Однако с развитием знаний и техники люди начали подвергаться воздействию ЭМП от новых, ранее не существовавших источников. Зарубежные [1—4] и отечественные [5—7] исследования выявили, что электромагнитные поля при достижении определенных пороговых значений оказывают негативное влияние на живые организмы.

В результате проводимых научных исследований выявлены негативные эффекты от воздействия ЭМП на клетки крови

и нервной системы [8—10], а также прослеживается вероятность возникновения рисков появления врожденных дефектов у детей [11].

Стоит отметить, что речь идет не только об облучении людей на рабочих местах. Проводимые измерения на территории жилой застройки подтверждают факт электромагнитного загрязнения селитебных территорий, а также влияния на здоровье проживающих там людей [12—16].

В жилых помещениях основными источниками электромагнитных полей являются бытовые приборы [17].

По данным исследований среди них особо выделяются микроволновые и индукционные печи, а также люминесцентные лампы [18].

Другим немаловажным источником потенциальной опасности для здоровья населения оказались беспроводные приборы, генерирующие электромагнитные поля и импульсное радиочастотное излучение [19–20].

В Российской Федерации (и бывшем СССР) в качестве основного критерия санитарно-эпидемиологического нормирования воздействия ЭМП принято положение, в соответствии с которым безопасным для человека считается ЭМП такой интенсивности, нахождение в котором не приводит даже к временному нарушению гомеостаза (включая репродуктивную функцию), а также к напряжению защитных и адаптационно-компенсаторных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном периоде времени.

Для ограничения вредного воздействия ЭМП от различного оборудования были разработаны нормативные документы. Рассмотрим перечень нормативов, устанавливающих значения предельно до-

пустимых уровней (ПДУ) излучения от бытовых приборов. В настоящее время существует сложная система нормирования ЭМП, строящаяся на распределении по диапазонам частот (Гц), в которых работает тот или иной прибор.

Перечень нормативов представлен в документе МСанПиН 001–96. Все основные требования собраны в таблицу 1.

Исходя из данных, представленных в таблице, видно, что для различного оборудования существуют специализированные требования по проведению измерений. Согласно принятым нормативам измерения уровней магнитного поля проводятся только для терминалов ПЭВМ, т. е. компьютерной техники, как было указано в таблице 1. Для всей прочей техники уровни напряженности магнитного поля не регламентируются. Подразумевается, что компьютерная техника — это сложное оборудование, имеющее широкую полосу генерируемых частот, в отличие от прочей бытовой техники. В данной работе были проведены измерения напряженности магнитных полей от наиболее распространенной бытовой техники в диапазонах 0,05–2 кГц и 2–400 кГц в точках наиболь-

Таблица 1
Нормативы, регламентирующие электромагнитные излучения от бытовых приборов
(взято из МСанПиН 001–96)

Источник	Диапазон	Значение ПДУ	Примечание
Индукционные печи	20–22 кГц	500 В/м 4 А/м	Условия измерения: расстояние 0,3 м от корпуса
СВЧ-печи	2,45 ГГц	10 мкВт/см ²	Условия измерения: расстояние 0,50 ± 0,05 м от любой точки, при нагрузке 1 л воды
Видеодисплейный терминал ПЭВМ	5 Гц — 2 кГц	$E_{ПДУ} = 25 \text{ В/м}$ $B_{ПДУ} = 250 \text{ нТл}$	Условия измерения: расстояние 0,5 м вокруг монитора ПЭВМ
	2–400 кГц	$E_{ПДУ} = 2,5 \text{ В/м}$ $B_{ПДУ} = 25 \text{ нТл}$	
	Поверхностный электростатический потенциал	$V = 500 \text{ В}$	Условия измерения: расстояние 0,1 м от экрана монитора ПЭВМ
Прочая продукция	50 Гц	$E = 500 \text{ В/м}$	Условия измерения: расстояние 0,5 м от корпуса изделия
	0,3–300 кГц	$E = 25 \text{ В/м}$	
	0,3–3 МГц	$E = 15 \text{ В/м}$	
	3–30 МГц	$E = 10 \text{ В/м}$	
	30–300 МГц	$E = 3 \text{ В/м}$	
	0,3–30 ГГц	ППЭ = 10 мкВт/см ²	



Рис. 1. Карта расположения исследованных квартир в административных районах Владивостока

шего приближения пользователей. Целью исследования является выявление возможных превышений установленных нормативов напряженности магнитного поля от бытовой техники.

Материалы и методы

Исследование состоялось в 100 квартирах во Владивостоке, расположенных в пяти административных районах города: Фрунзенском, Ленинском, Первомайском, Примореченском и Советском, — всего по 20 квартир в каждом районе, а также 10 в кампусе ДВФУ (остров Русский). Расположение обследованных квартир на территории Владивостока представлено на карте (рис. 1).

Во всех квартирах были проведены замеры уровней напряженности магнитного поля в диапазоне 0,05—2 кГц и 2—400 кГц от некоторых наиболее часто встречающихся в жилых квартирах бытовых приборов, таких как кухонные плиты, СВЧ-печи, холодильники, электрические чайники и системы обогрева «теплый пол».

Персональные компьютеры и ноутбуки не вошли в список исследуемых объектов, так как для этого оборудования уже осуществляется контроль за соблюдением установленных нормативов. Использование

телевизоров подразумевает нахождение от них на расстоянии более 1,5 м, что, следовательно, позволяет не находиться в непосредственной близости от работающего прибора.

Измерения проводились при помощи измерителя параметров электрических и магнитных полей ВЕ-метр-АТ-002 на расстоянии 15—20 см от поверхности прибора. Проведение замеров осуществлялось только от предварительно включенных приборов, работающих в стандартном режиме. Результаты измерений записывались для дальнейшей обработки с помощью программного комплекса «Statistica».

Результаты измерений

Результаты замеров магнитного поля в диапазонах 0,05—2 кГц и 2—400 кГц представлены на графиках (см. рис. 2, 3).

Исходя из полученных данных видно, что если принять безопасным для всех бытовых приборов норматив, установленный для компьютерной техники (горизонтальная черта на графиках), то наблюдается существенное превышение норматива магнитного поля от бытовых приборов в диапазоне 0,05—2 кГц. Особенно высоки показатели от СВЧ-печей и систем обогрева «теплый пол». Стоит отметить, что

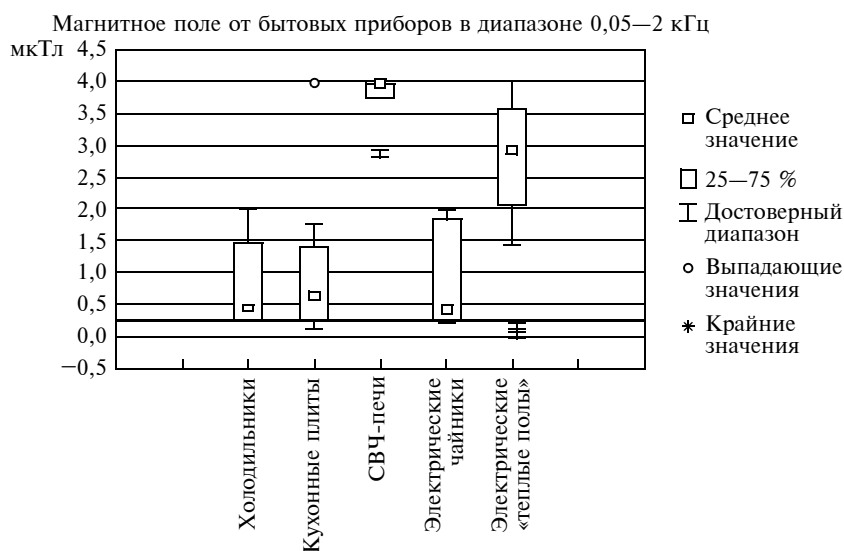


Рис. 2. Результаты измерения магнитного поля от бытовых приборов в диапазоне 0,05–2 кГц

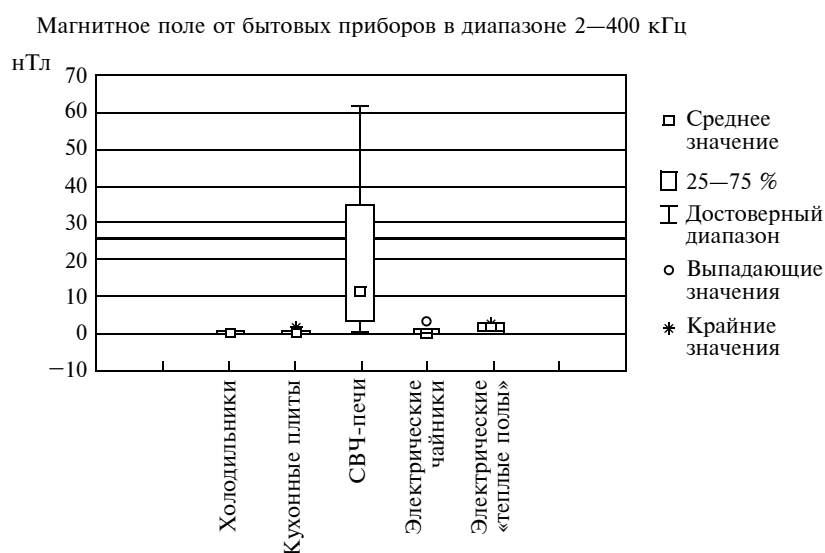


Рис. 3. Результаты измерения магнитного поля от бытовых приборов в диапазоне 2–400 кГц

напряженность магнитного поля от холодильников носит переменный характер и достигает своего максимума только во время работы компрессора. При проведении замеров магнитных полей от систем обогрева «теплый пол» выявлено, что наименьшие значения напряженности магнитного поля наблюдаются там, где нагревательные элементы были установлены под цементную стяжку либо кафельную плитку, что привело к существенному ослаблению мощности магнитного поля. В диапазоне 2–400 кГц каких-либо существенных значений зафиксировано не было, за исключением все тех же СВЧ-печей. Возможной причиной этого может являться неспособность оборудования ге-

нерировать излучение в выбранном диапазоне (за исключением СВЧ-печей, в конструкцию которых входит генератор сверхвысокочастотного излучения).

Согласно принятым в Российской Федерации нормативам (СанПиН 2.2.4/2.1.8.055–96, СанПиН 2.2.4.1191–03, МСанПиН 001–96), допустимым считается уровень воздействия ЭМИ, который не вызывает у человека даже временного нарушения функций организма (включая репродуктивную), а также напряжения защитных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном времени.

Тем не менее современная система нормирования не регламентирует ПДУ магнитных полей от всех видов распро-

страненной бытовой техники, нет классификации на условно «вредные» и «нейтральные» по влиянию на человека. Хотя инструментальные измерения подтверждают наличие значительных величин ЭМП разных диапазонов.

Особенно важен тот факт, что в отличие от производственных условий, в жилых помещениях воздействию электромагнитных полей от бытовых приборов подвергаются люди всех возрастов.

Заключение

Принятые в Российской Федерации нормативы классифицируют исследуемые бытовые приборы, за исключением СВЧ-печей, как относящимися к категории «прочая продукция» и не контролируются

с точки зрения воздействия магнитных полей на человека. Тем не менее в ходе исследования выявлено, что исследуемые бытовые приборы генерируют магнитное поле в широком диапазоне частот, которое в некоторых случаях превышает нормативы, установленные для этих диапазонов частот. В частности, выявлено, что в диапазоне 0,05—2 кГц магнитное поле бытовых приборов может достигать 4 мкТл, при установленных ПДУ 0,25 мкТл для видеодисплейных терминалов.

Резюмируя все выше сказанное, можно сделать вывод, что существует необходимость пересмотра системы нормирования электромагнитных полей от бытовых приборов.

Библиографический список

1. Aerts S., Vermeeren G., Calderon C., Valič B., Van Der Bossche M., Verloock L., Maslanyj M., Addison D., Gajšek P., Martens L., Röösli M., Cardis E., Woult J. Exposure to electric and magnetic fields at intermediate frequencies of household appliances // *International Applied Computational Electromagnetics Society Symposium, Italy (ACES)*. — 2017. DOI: 10.23919/ropaces.2017.7916322.
2. Van Der Mark M., Vermeulen R., Nijssen P. C. G., Mulleners W. M., Sas A. M. G., Van Laar T., Kromhout H., Huss A. Extremely low-frequency magnetic field exposure, electrical shocks and risk of Parkinson's disease // *International Archives of Occupational and Environmental Health*. — 2015. — Vol. 88 (2). — pp. 227—234. DOI: 10.1007/s00420-014-0949-2.
3. Miah T., Kamat D. Current understanding of the health effects of electromagnetic fields // *Pediatric Annals*. — 2017. — Vol. 46 (4). — pp. 172—174. DOI: 10.3928/19382359-20170316-01
4. Hardell L. World Health Organization, radiofrequency radiation and health — a hard nut to crack (Review) // *International Journal of Oncology*. — 2017. — Vol. 51 (2). — pp. 405—413. DOI: 10.3892/ijo.2017.4046
5. Новохатская Э. А., Калитина М. А., Яковлева Т. П. Воздействие линий электропередач на здоровье населения // *Евразийский союз ученых*. — 2016. — № 2-2 (23). — С. 80—82.
6. Болтаев А. В., Газя Г. В., Хадарцев А. А., Синенко Д. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на хаотическую динамику параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // *Экология человека*. — 2017. — № 8. — С. 3—7.
7. Костюк А. Е. Корзеев Р. Е. Воздействие электромагнитного излучения на организм человека // *Наука XXI века: актуальные вопросы, инновации и векторы развития. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции*. — 2018. — С. 40—47.
8. Brech A., Kubinyi G., Németh S., etc. Genotoxic effects of intermediate frequency magnetic fields on blood leukocytes in vitro Mutation Research // *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. — 2019. — Vol. 845. — 403060 <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2019.05.016>.
9. Zeni O., Romanò M., Perrotta A., Lioi M., Barbieri R., D'Ambrosio G., Massa R., Scarfm M. Evaluation of genotoxic effects in human peripheral blood leukocytes following an acute in vitro exposure to 900 MHz radiofrequency fields // *Bioelectromagnetics*. — 2005. — Vol. 26. — pp. 258—265. DOI: 10.1002/bem.20078.
10. Calabrò E. Competition between hydrogen bonding and protein aggregation in neuronal-like cells under exposure to 50 Hz magnetic field // *International Journal of Radiation Biology*. — 2016. — Vol. 92:7. — pp. 395—403. DOI: 10.1080/09553002.2016.1175679.
11. Blaasaas K. G., Tynes T., Irgens E., Lie R. T. Risk of birth defects by parental occupational exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a population based study // *Occupational and Environmental Medicine*. — 2002. — Vol. 59. — pp. 92—97.
12. Raj Parthasarathy S., Tukimin R. Residential exposure from extremely low frequency electromagnetic field (ELF EMF) radiation // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. — 2018. — Vol. 298 (1). DOI: 10.1088/1757-899X/298/1/012007.
13. Lingvay D., Borş A. G., Borş A. Electromagnetic Pollution and its Effects on Living Matter // *Electrotehnica, Electronica, Automatica (EEA)*. — 2018. — Vol. 66 (2). — pp. 5—11.
14. Navarro-Camba E. A., Segura-García J., Gomez-Perretta C. Exposure to 50 Hz Magnetic Fields in Homes and Areas Surrounding Urban Transformer Stations in Silla (Spain) // *Environmental Impact Assessment*. — Sustainability. — 2018. — Vol. 10 (8). — pp. 26—41. <https://doi.org/10.3390/su10082641>.

15. Wang Q., Cao Z., Qu Y., Peng X., Guo S., Chen L. Residential Exposure to 50 Hz Magnetic Fields and the Association with Miscarriage Risk: A 2-Year Prospective Cohort Study // *PLoS ONE*. — 2019. — Vol. 8 (12): e82113. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082113>.
16. Ainsbury E. A., Conein E., Henshaw D. L. An investigation into the vector ellipticity of extremely low frequency magnetic fields from appliances in UK homes // *Phys. Med. Biol.* — 2005. — Vol. 50. — p. 3197. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/50/13/016>.
17. Калашникова Л. Я., Колькина Е. А. Влияние электромагнитного излучения бытовых приборов на здоровье человека // Образование в области безопасности жизнедеятельности и новых технологий: проблемы и перспективы развития: Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. — 2017. — С. 48—50.
18. Aerts S., Calderon Ca., Valič B., Maslanyj M., etc. Measurements of intermediate-frequency electric and magnetic fields in households // *Environmental Research*. — 2017. — Vol. 154. — pp. 160—170.
19. Sage C., Burgio E. Electromagnetic Fields, Pulsed Radiofrequency Radiation, and Epigenetics: How Wireless Technologies May Affect Childhood Development // *Child Development*. — 2018. — Vol. 89 (1). — pp. 129—136.
20. Ященко С. Г., Шибанов С. Э., Рыбалко С. Ю., Григорьев О. А. Комплексный подход к исследованию влияния электромагнитных полей современных коммуникационных устройств на организм человека // *Гигиена и санитария*. — 2018. — Т. 97. — № 7. — С. 618—622. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-7-618-622.

MAGNETIC FIELDS RADIATION OF HOUSEHOLD APPLIANCES

V. A. Drozd, graduate student, engineer, ООО “Ecoanalytics”, 690034, v_drozd@mail.ru, Primorsky kray, Vladivostok, Russia,

K. S. Golokhvast, Ph. D. in Biology, Dr. Habil., Professor of the Department of BDZ FEFU, Far Eastern Federal University, golokhvast.ks@dvfu.ru, Primorsky kray, Vladivostok, Russia,

V. V. Chernyshev, Ph. D., senior lecturer of the Department of oil and gas engineering and petrochemistry, Far Eastern Federal University, chernyshev.vv@dvfu.ru, Primorsky kray, Vladivostok, Russia

References

1. Aerts S., Vermeeren G., Calderon C., Valič B., M. Van Der Bossche., Verloock L., Maslanyj M., Addison D., Gajšek P., Martens L., Röösli M., Cardis E., Woult J. Exposure to electric and magnetic fields at intermediate frequencies of household appliances. *International Applied Computational Electromagnetics Society Symposium*, Italy (ACES). 2017. DOI: 10.23919/ropaces.2017.7916322.
2. Van Der Mark M., Vermeulen R., Nijssen P. C. G., Mulleners W. M., Sas A. M. G., Van Laar T., Kromhout H., Huss A. Extremely low-frequency magnetic field exposure, electrical shocks and risk of Parkinson's disease. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2015. Vol. 88 (2). P. 227—234. DOI: 10.1007/s00420-014-0949-2
3. Miah T., Kamat D. Current understanding of the health effects of electromagnetic fields. *Pediatric Annals*. 2017. Vol. 46(4). P. 172—174. DOI: 10.3928/19382359-20170316-01.
4. Hardell L. World Health Organization, radiofrequency radiation and health — a hard nut to crack (Review). *International Journal of Oncology*. 2017. Vol. 51(2). P. 405—413. DOI: 10.3892/ijo.2017.4046.
5. Novokhatskaya E. A., Kalitina M. A., Yakovleva T. P. Vozdejstvie linij elektroperedach na zdorove naseleniya [Impact of power lines on public health] *Evrasijskij soyuz uchenyh [Eurasian Union of scientists]*. 2016. No. 2-2 (23). P. 80—82 [in Russian].
6. Boltaev A. V., Gazya G. V., Khadartsev A. A., Sinenko D. V. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polej na haoticheskuyu dinamiku parametrov serdechno-sosudistoj sistemy rabotnikov neftegazovoj otrasli [Influence of industrial electromagnetic fields on chaotic dynamics of parameters of the cardiovascular system of oil and gas industry workers] *Ekologiya cheloveka [Human ecology]*. 2017. No. 8. P. 3—7 [in Russian].
7. Kostyuk A. E., Korzeev R. E. Vozdejstvie elektromagnitnogo izlucheniya na organizm cheloveka [Effects of electromagnetic radiation on the human body]. *Nauka xxi veka: aktualnye voprosy, innovacii i vektory razvitiya. Materialy Mezhdunarodnoj (zaочноj) nauchno-prakticheskoy konferencii [Science of the 21st century: current issues, innovations and development vectors. Proceedings of The international (correspondence) scientific and practical conference]*. 2018. P. 40—47 [in Russian].
8. Brech A., Kubinyi G., Németh S., et al. Genotoxic effects of intermediate frequency magnetic fields on blood leukocytes in vitro. Mutation Research. *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2019. Vol. 845. — 403060 <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2019.05.016>.

9. Zeni O., Romanò M., Perrotta A., Lioi M., Barbieri R., D'Ambrosio G., Massa R., Scarfi M. Evaluation of genotoxic effects in human peripheral blood leukocytes following an acute in vitro exposure to 900 MHz radiofrequency fields. *Bioelectromagnetics*. 2005. Vol. 26. P. 258—265. DOI: 10.1002/bem.20078.
10. Calabrò E. Competition between hydrogen bonding and protein aggregation in neuronal-like cells under exposure to 50 Hz magnetic field. *International Journal of Radiation Biology*. 2016. Vol. 92:7. P. 395—403, DOI: 10.1080/09553002.2016.1175679.
11. Blaasaas K. G., Tynes T., Irgens Å., Lie R. T. Risk of birth defects by parental occupational exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a population based study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2002. Vol. 59. P. 92—97.
12. Raj Parthasarathy S., Tukimin R. Residential exposure from extremely low frequency electromagnetic field (ELF EMF) radiation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 298 (1). DOI: 10.1088/1757-899X/298/1/012007.
13. Lingvay D., Borş A. G., Borş A. Electromagnetic Pollution and its Effects on Living Matter. *Electrotehnica, Electronica, Automatica (EEA)*. 2018. Vol. 66(2). P. 5—11.
14. Navarro-Camba E.A., Segura-García J., Gomez-Perretta C. Exposure to 50 Hz Magnetic Fields in Homes and Areas Surrounding Urban Transformer Stations in Silla (Spain). *Environmental Impact Assessment. Sustainability*. 2018. Vol. 10(8). 2641. <https://doi.org/10.3390/su10082641>.
15. Wang Q., Cao Z., Qu Y., Peng X., Guo S., Chen L. Residential Exposure to 50 Hz Magnetic Fields and the Association with Miscarriage Risk: A 2-Year Prospective Cohort Study. *PLoS ONE*. 2019. Vol. 8(12): e82113. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082113>
16. Ainsbury E. A., Conein E., Henshaw D. L. An investigation into the vector ellipticity of extremely low frequency magnetic fields from appliances in UK homes. *Phys. Med. Biol.* 2005. Vol. 50. 3197. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/50/13/016>.
17. Kalashnikova I. Ya., Kolkina E. A. Vliyanie elektromagnitnogo izlucheniya bytovykh priborov na zdorove cheloveka [Influence of electromagnetic radiation of household appliances on human health]. *Obrazovanie v oblasti bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti i novykh tekhnologiy: problemy i perspektivy razvitiya. Sbornik statei II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Education in the field of life safety and new technologies: problems and prospects for development. Collection of articles of the II all-Russian scientific and practical conference]*. 2017. P. 48—50 [in Russian].
18. Aerts S., Calderon Ca., Valič B., Maslanyj M., et al. Measurements of intermediate-frequency electric and magnetic fields in households. *Environmental Research*. 2017. Vol. 154. P. 160—170.
19. Sage C., Burgio E. Electromagnetic Fields, Pulsed Radiofrequency Radiation, and Epigenetics: How Wireless Technologies May Affect Childhood Development. *Child Development*. 2018. Vol. 89 (1). P. 129—136.
20. Yashenko S. G., Shibanov S. E., Rybalko S. Yu., Grigorev O. A. Kompleksnyy podhod k issledovaniyu vliyaniya elektromagnitnykh polej sovremennykh kommunikatsionnykh ustroystv na organizm cheloveka [A comprehensive approach to the study of the influence of electromagnetic fields of modern communication devices on the human body]. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]*. 2018. Vol. 97. No. 7. P. 618—622. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-7-618-622.