

© КАЛЯДА Т.В., ПЛЕХАНОВ В.П., 2019

Каляда Т.В., Плеханов В.П.

АКТУАЛЬНОСТЬ МОНИТОРИНГА МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ 50 ГЦ В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург

Проблема обеспечения безопасности от воздействия электрических и магнитных полей (ЭМП) крайне низких частот (КНЧ) возникла с созданием первых генераторов низких частот, обладающих проникающим действием и вызывающих негативные биологические эффекты. Энергоресурсы мира удваиваются каждые 10 лет, вокруг таких источников формируются ЭМП КНЧ. Количество источников по масштабности применения, мощности и конструктивному многообразию значительно превосходит средства, генерирующие ЭМП в других диапазонах частот. Население контактирует с КНЧ 50 Гц на производстве, в электротранспорте, в жилых и общественных зданиях, на сельтебных территориях. Установлено, что ЭМП КНЧ «загрязняет» среду обитания, является эколого-гигиеническим фактором риска, негативно влияет на здоровье с возможными отдаленными последствиями. Разработка различных способов и средств защиты от воздействия ЭМП КНЧ остается актуальной и сегодня. Наиболее эффективной защитой является ограничение (регламентация) воздействия фактора, как по уровню интенсивности, так и по экспозиции. Продолжаются эпидемиологические исследования по выявлению связи между воздействием магнитных полей (МП) КНЧ и канцерогенезом. Целевая группа научных экспертов, созданная ВОЗ в 2005 г., провела стандартную процедуру по оценке рисков для здоровья, которые могут возникать при воздействии МП КНЧ и, в частности, онкологических заболеваний, и посчитала их недостаточно убедительными. Однако было отмечено, что значимость полученных данных снижается в связи с методологическими проблемами, потенциальной систематической ошибкой оценки. Проблема остается нерешенной. Исследования продолжаются с использованием различных видов мониторинга (социально-гигиенического, санитарно-гигиенического, эпидемиологического). Важным разделом является пространственно-временной мониторинг КНЧ МП 50 Гц в закрытых пространствах жилых и общественных зданий, где сосредоточены разнообразная аппаратура, приборы, системы подвода электроэнергии, создающие различные уровни МП. Население находится в этих условиях большую часть суток. Мониторинг позволит оценить электромагнитную нагрузку при кратковременных и долгосрочных экспозициях.

Ключевые слова: мониторинг; риск; электрические и магнитные поля крайне низких частот (ЭМП КНЧ).

Для цитирования: Каляда Т.В., Плеханов В.П. Актуальность мониторинга магнитных полей промышленной частоты 50 Гц в жилых и общественных зданиях. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(6): 597-600. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-597-600>

Для корреспонденции: Каляда Таисия Васильевна, доктор мед. наук, вед. науч. сотр. отдела комплексной гигиенической оценки физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: Kalyada51@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Каляда Т.В., Плеханов В.П.; сбор и обработка материалов – Каляда Т.В., Плеханов В.П.; статистическая обработка – Плеханов В.П.; написание текста – Каляда Т.В.; редактирование – Каляда Т.В., Плеханов В.П.

Поступила 11.03.2019

Принята к печати 27.05.19

Опубликована 07.2019

Kalyada T.V., Plekhanov V.P.

TOPICALITY OF MONITORING OF INDUSTRIAL FREQUENCY MAGNETIC FIELDS OF 50 HZ IN RESIDENTIAL AND PUBLIC BUILDINGS

North-West Public Health Research Center, 191036, Saint-Petersburg, Russia

The problem of ensuring safety of electric and magnetic fields (EMF) of extremely low frequencies (ELF) is resulted from the development of the first low-frequency generators producing penetrating effect and causing negative biological outcomes. World power resources are doubling every 10 years, and ELF EMF are generated around by such sources. The number of sources on the scale of application, power and design diversity significantly exceeds those generating EMF in other frequency ranges. The population is exposed to 50 Hz ELF at work, in electric transport, in residential and public buildings, in residential areas. ELF EMF was found both to "pollute" the environment, be an environmental health risk factor, and affect negatively the health with potential long-term outcomes. Development of various methods and means of protection against the effect of ELF EMF remains relevant today. Limitation (regulation) of the effect of the factor both in terms of intensity and exposure is the most effective protection. Epidemiological studies to identify the relationship between exposure to ELF magnetic fields (MF) and carcinogenesis are on-going. A task panel group of research experts, established by WHO in 2005, conducted a routine procedure to assess health risks resulting from exposure to ELF MFs and, in particular, cancer and considered them to lack evidence. However, the significance of the data obtained was noted to be reduced due to procedural problems, potential systematic error of assessment. The problem remains unsolved. Research using various types of monitoring: social and hygienic, sanitary and epidemiological, is going on. Spatio-temporal monitoring of 50 Hz ELF MF in enclosed spaces of residential and public buildings, where a variety of equipment, devices, power supply systems, generating different MF levels,

is an important area. The population is exposed to these conditions most of the day. Monitoring will allow assessing electromagnetic load at short-term and long-term exposures.

Key words: *monitoring; risk; extremely low frequency electric and magnetic fields (ELF EMF).*

For citation: Kalyada T.V., Plekhanov V.P. Topicality of monitoring of industrial frequency magnetic fields of 50 Hz in residential and public buildings. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(6): 597-600. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-597-600

For correspondence: Taisiya V. Kalyada, MD, Ph.D., DSci., Department of Complex Hygienic Assessment of Physical Factors, North- West Public Health Research Center, 191036, Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: Kalyada51@mail.ru

Information about the author:

Kalyada T.V., <https://orcid.org/0000-0001-9983-9276>; Plekhanov V.P., <https://orcid.org/0000-0002-8141-7179>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Contribution: the concept and design of the study – Kalyada T.V., Plekhanov V.P.; collection and processing of materials – Kalyada T.V., Plekhanov V.P.; statistical processing – Plekhanov V.P.; text writing – Kalyada T.V.; editing – Kalyada T.V., Plekhanov V.P.

Received: 11 March 2019

Accepted: 27 May 2019

Published 07.2019

Проблема электромагнитной безопасности человека от техногенных электромагнитных воздействий возникла в середине прошлого столетия. За прошедший период интенсивное развитие энергетики, радиотехники, информационно-коммуникационных средств, локационной техники привело к изменению природной физической среды обитания.

Антропогенные электромагнитные поля (ЭМП), «загрязняющие» окружающую среду, рассматриваются как эколого-гигиенический фактор риска, негативно влияющий на состояние здоровья не только специалистов, работающих с источниками излучения, но и населения с отдалёнными последствиями. Разработка различных способов и средств биологической защиты от воздействия ЭМП продолжает оставаться актуальной и сегодня. Основным фундаментальным профилактическим направлением по улучшению условий жизнедеятельности человека является ограничение воздействия биологически активного физического фактора. Продолжающиеся научные исследования по оценке биоэффектов ЭМП показали, что гигиенические нормативы и рекомендации по снижению уровня воздействия ЭМП недостаточно эффективны.

Результаты дальнейших исследований послужили основанием для корректировки регламентированных уровней ЭМП. Внимание учёных акцентировано на магнитных полях (МП) крайне низкой частоты (КНЧ), в частности на частоте 50 или 60 Гц. Количество источников ЭМП промышленной частоты 50 Гц по масштабности применения и конструктивному многообразию значительно превосходит источники, излучающие ЭМП в других частотных диапазонах. Население контактирует с ЭМП 50 Гц на производстве, в электротранспорте, на селитебных территориях и в бытовых условиях при кратковременных, длительных и долгосрочных экспозициях, приводящих к неблагоприятным последствиям для здоровья.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в 1996 г. создала Международный проект по ЭМП для определения потенциальных рисков для здоровья, связанных с технологиями, излучающими ЭМП. В ряде исследований была выявлена связь между ЭМП КНЧ и канцерогенезом. Однако не во всех исследованиях эта зависимость выявляется. Наиболее выражена эта зависимость от ЭМП КНЧ в развитии лейкозием у детей и лейкозием и опухолей мозга у работающих с источниками ЭМП промышленной частоты 50 Гц [1].

Целевая группа научных экспертов, созданная ВОЗ в 2005 г., провела стандартную процедуру по оценке всех рисков для здоровья, которые могут возникать при воз-

действии ЭМП КНЧ и, в частности, онкологических заболеваний, и посчитала их недостаточно убедительными. Однако было отмечено, что значимость эпидемиологических данных снижается в связи с методологическими проблемами, такими как потенциальная систематическая ошибка оценки [2].

В связи с неоднозначностью определения степени опасности воздействия ЭМП для здоровья населения по Рекомендации Совета Европы следует применять принцип «экологической предосторожности» [3]. Научная экспертиза не даёт возможности сегодня определить риск с достаточной степенью достоверности. А между тем продолжается рост воздействия ЭМП на различные группы населения, при этом особенно уязвимы дети и молодое поколение. Предлагается учитывать этот принцип при выполнении национальных программ по защите от воздействия электромагнитного фактора.

Использованы научные публикации по санитарно-гигиеническому мониторингу ЭМП, по биологическим эффектам и нормированию МП КНЧ, эпидемиологическим исследованиям состояния здоровья населения. Проведён анализ и оценка полученных результатов.

Открытие в конце XIX столетия электромагнитных явлений положило начало новому научному направлению – электромагнитобиологии. С созданием первых генераторов высоких частот возникла проблема обеспечения безопасности от вредного воздействия физического фактора, обладающего проникающим действием и вызывающим негативные биологические эффекты [4, 5]. В этот период быстро развивалась электроэнергетика, электро- и радиотехника. С каждым годом увеличивается рост энергопотребления. Сегодня энергоресурсы мира удваиваются каждые 10 лет, а удельный вес переменных ЭМП за это время возрастает в три раза. Увеличение потребления энергии требует создания мощных электростанций, передачи энергии воздушными линиями (ЛЭП), наземными и подводными силовыми кабелями на огромные расстояния. Вокруг этих источников и источников потребителей формируются ЭМП промышленной частоты (ПЧ) 50 Гц.

В начале 70-х годов прошлого века Ленинградскими институтами гигиены труда и профзаболеваний и охраны труда ВЦСПС впервые были выполнены комплексные исследования по физико-гигиеническому мониторингу ЭМП промышленной частоты, клинико-физиологическим исследованиям работающих на ЛЭП и подстанциях, экспериментальное изучение воздействия ЭМП на добровольцах, установившие отчётливую зависимость нарушений функций жизнеобеспечивающих систем организма

[6, 7]. На основании полученных данных были разработаны санитарные правила и нормативы по электрическому полю 50 Гц¹.

В 1975 г. был принят ГОСТ 12.002–75 ССБТ. Дальнейшие экспериментальные исследования по установлению порогов вредного действия ЭМП подтвердили разработанные нормативы. Через 10 лет после дополнительных исследований и участием других научных учреждений государственный стандарт был переиздан с сохранением основных правил и нормативов с учетом экспозиций². Это были первые законодательные акты по обеспечению безопасности от воздействия ЭМП. Однако в документе не были отражены ограничения воздействия МП.

Многие годы существовала точка зрения, что МП 50 Гц не может оказывать вредного воздействия на здоровье, следовательно, не было необходимости регламентировать уровни магнитной компоненты ЭМП 50 Гц. Однако ещё в 1979 г. было обращено внимание на то, что уровни МП в местах проживания вблизи ЛЭП могут быть причиной онкологических заболеваний у детей [8]. В 1990 г. были предложены временные ограничения уровня МП в 100 мкТл для круглосуточного воздействия. Эти значения индукции МП в несколько раз превышали измеренные непосредственно под проводами ЛЭП (20–40 мкТл) [9].

Гипотеза о том, что воздействие слабых МП КНЧ может быть причиной повышенного риска онкогенеза, побудила специалистов многих стран изучать эту проблему. Эпидемиологические исследования активизировались в конце прошлого столетия в Дании, Швеции, США, Германии, Канаде, Финляндии и других странах. Результаты подтвердили возможную связь воздействия МП 50/60 Гц невысоких уровней (0,3–0,4 мкТл) с развитием лейкемий и опухолей мозга у детей, проживающих вблизи ЛЭП [10, 11].

Рассматривались основные закономерности взаимодействия низких частот (НЧ) ЭМП с биологическими объектами, нейрофизиологические эффекты при кратковременных экспозициях, эффекты слабых комбинированных переменных и постоянных МП [12–14].

Эпидемиологическая оценка риска НЧ МП 50/60 Гц здоровью детей, проживающих в зоне размещения ЛЭП, в публикациях последних лет не подтверждает достоверность развития лейкемии. В работе [15] дана сравнительная оценка риска здоровью детей по результатам выполненных исследований в 1968–1986 гг. и в более поздний период – с 1987 по 2003 г. Результаты исследований первого периода показали в пять-шесть раз более высокий риск развития лейкемии, опухолей центральной нервной системы (ЦНС), злокачественной лимфомы при общей оценке уровней МП ≥ 4 мкТл. Относительный риск (ОР) во второй период исследований составил 0,88 (95%-й доверительный интервал (ДИ) – 0,32–2,42). При объединении результатов за весь период (с 1968 по 2003 гг.) ОР составил 1,63 (95%-й доверительный интервал (ДИ) – 0,77–3,46). Последние результаты послужили основанием не подтверждать предыдущий вывод о 5- и 6-кратном повышении риска онкологических заболеваний у детей.

Продолжающиеся эпидемиологические исследования в последние десятилетия после опубликованных данных Целевой группой [16] формируют банки данных о возмож-

ном риске МП 50/60 Гц относительно детской лейкемии. Полученные сведения, выполняемые по разным программам, методическим подходам мониторинга уровней НЧ МП в жилых помещениях, расположенных в зонах размещения ЛЭП разных конфигураций, мощностей и расстояний оценивают воздействие индукции МП $\geq 0,4$ мкТл как возможный канцерогенный фактор [17–20].

В работе [21] представлен анализ заболеваемости населения России злокачественными новообразованиями и смертности от них за 2007–2017 гг. Дана оценка направленности онкоэпидемиологических процессов на основе изучения динамики «грубого», стандартизованного и специфических показателей заболеваемости и смертности в массиве населения России. Специальный раздел посвящён злокачественным новообразованиям у детей, представлены суммарные стандартизованные показатели темпа прироста различных форм новообразований у детей с указанием процента среднегодового прироста и в целом за весь период наблюдений.

Из представленных материалов следует, что за 2007–2017 гг. наблюдается статистически значимый прирост «грубого» показателя заболеваемости детей до 15 лет разными формами злокачественных новообразований. В 2017 г. в России от злокачественных новообразований умерли 944 ребенка в возрасте 0–17 лет (3,2 на 100 000 детского населения). Максимальные показатели смертности от злокачественных новообразований кроветворной и лимфатической ткани (1,13 на 100 000 детского населения), в т. ч. от лейкемии (0,96); опухолей мозговых оболочек головного и спинного мозга (0,90).

Прирост стандартизованного показателя онкологических заболеваний за весь период в группе девочек составил: по лейкемии 24,21%, гемобластозам 14,78%, новообразованиям щитовидной железы 63,02%, головного мозга и неуточненных отделов нервной системы 19,13%, яичников 19,79%, печени и внутривенных протоков 81,69%. В группе мальчиков не установлен прирост по всем формам новообразований.

В какой мере эти данные согласуются с вышеприведёнными результатами целенаправленных эпидемиологических исследований по выявлению этиологической роли МП 50 Гц в онкогенезе, сказать сложно. Тем не менее, полностью исключить такую вероятность можно лишь проведя масштабные эпидемиологические исследования случаев возникновения онкологических заболеваний у детей, проживающих в зоне влияния ЛЭП или встроённых подстанций жилых зданий.

В связи с интенсивным увеличением электромагнитной нагрузки на человека проблема санитарно-гигиенического и эпидемиологического мониторинга для выявления связи МП с канцерогенезом остаётся весьма актуальной. Результаты электромагнитного мониторинга и оценки электромагнитного загрязнения окружающей среды представлены во многих публикациях [22–25]. По эпидемиологическому мониторингу сведения весьма ограничены. Проанализированные материалы по риску МП 50 Гц недостаточно достоверны, а авторы исследований ссылаются на методологические погрешности в оценке риска. Единая методология отсутствует и в определении уровней МП 50 Гц в жилых помещениях. Уровни магнитной индукции определялись в большинстве работ расчётным методом, использовался критерий расстояния от источника излучения либо выполнялись эпизодические точечные измерения, измерения в спальнях зонах. Малочисленны и неоднозначны экспериментальные исследования воздействия КНЧ МП на процессы онкогенеза. Не изучен механизм действия КНЧ МП как фактора риска.

¹ Нормы и правила по охране труда при работах на подстанциях и воздушных линиях электропередачи напряжением 400, 500 и 750 кВ переменного тока промышленной частоты. Утв. Минэнерго СССР 07.10.1970, Минздравом СССР 29.10.1970 № 868–70.

² ГОСТ 12.1.002–84 Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжённости и требования к проведению контроля на рабочих местах.

Проблема оценки риска здоровью населения, подвергающемуся воздействию МП 50 Гц, остается актуальной.

Необходимо совершенствование методологии электромагнитного мониторинга в жилых помещениях и общественных зданиях (помещения детских учреждений). Необходимо проводить целенаправленный эпидемиологический мониторинг по установлению онкологического риска для детского населения.

Л и т е р а т у р а

(пп. 1, 8–11, 15–20 см. References)

2. Электромагнитные поля и общественное здравоохранение. Воздействие полей крайне низкой частоты. Информационный бюллетень N 322. Июнь 2007 г. Available at: <http://www.whogis.com/mediacentre/factsheets/fs322/ru/>
3. Рекомендации совета Европы. Решение 1815 парламентской ассамблеи комитета министров совета Европы. Available at: <https://airestech.ru/media/reshenie-parlam-assamblei>
4. Каляда Т.В. Эволюция техногенной электромагнитной обстановки обеспечение и безопасности человека. *Безопасность жизнедеятельности*. 2011; (1): 32-6.
5. Шилов В.В., Каляда Т.В., Фролова Н.М. Проблема электромагнитной безопасности в современных условиях научно-технического прогресса. *Медицина труда и промышленная экология*. 2013; (12): 25-8.
6. Каляда Т.В., Вишнеvский А.М., Городецкий Б.Н., Плеханов В.П., Кузнецов А.В. Медико-биологические исследования электромагнитных полей диапазона радиочастот. Итоги и перспективы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2014; (9): 5-11.
7. Асанова Т.П. К вопросу о влиянии электрического поля высокой напряженности промышленной частоты на организм работающего. *Материалы научной сессии, посвященной итогам работы Лен.НИИ гигиены труда и профзаболеваний за 1961-1962 г.г.* Л.: 1963.
12. Плеханов Г.Ф. *Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии*. Томск: Изд-во Томского государственного университета; 1990.
13. Лысков Е.В., Алексанян З.А. Нейрофизиологические эффекты кратковременной экспозиции ультранизкочастотных МП. *Физиология человека*. 1993; 19 (6): 121-25.
14. Леднев В.В. Биофизика слабых постоянных и переменных магнитных полей. *Биофизика*. 1996; 41 (1): 294-7.
21. *Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность)*. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2018.
22. Дунаев В.Н. Формирование электромагнитной нагрузки в условиях городской среды. *Гигиена и санитария*. 2002; (5): 31-5.
23. Федорович Г.В. *Экологический мониторинг электромагнитных полей*. М.: 2004.
24. Свиридова Е.Ю. Экологический мониторинг и повышение электромагнитной безопасности урбанизированных территорий вблизи ЛЭП. Автореферат к.т.н.: 2012.
25. Васильев Н.В., Буханов В.О., Васильев В.А. Особенности и результаты мониторинга ЭМП в условиях территорий Самарской области. *Известия Самарского научного центра РАН*; 2013; 15 (3-1): 585-90.

References

1. WHO - World Health Organization. Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, World Health Organization, 2007.
2. Elektromagnitnyye polya i obshchestvennoye zdravookhraneniye. Vozdeystviye poley krayne nizkoy chastyoty. Informatsionnyy byulleten' N322. 6.2007. Available at: <http://www.whogis.com/mediacentre/factsheets/fs322/ru/>. (in Russian)
3. Rekomendatsii soveta Evropy. Resheniye 1815 parlamentskoy assamblei komiteta ministrov soveta Evropy. Available at: <https://airestech.ru/media/reshenie-parlam-assamblei>. (in Russian)
4. Kalyada T.V. The evolution of man-made electromagnetic environment ensuring human security. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2011; (1): 32-6. (in Russian)
5. SHilov V.V., Kalyada T.V., Frolova N.M. The problem of electromagnetic

- safety in modern conditions of scientific and technological progress. *Medit-sina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2013; (12): 25-8. (in Russian)
6. Kalyada T.V., Vishnevskiy A.M., Gorodetskiy B.N., Plekhanov V.P., Kuznetsov A.V. Medical and biological studies of electromagnetic fields in the radio frequency range. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2014; (9): 5-11. (in Russian)
7. Asanova T.P. To the question of the influence of the electric field of high intensity industrial frequency on the body of the worker. *Materialy nauchnoy sessii, posvyashchenoy itogam raboty Len.NII gigiyeny truda i profzaboleaniya za 1961-1962*. L.: 1963. (in Russian)
8. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol*. 1979 Mar; 109 (3): 273-84.
9. Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields. International Non-ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association. *Health Phys*. 1990 Jan; 58 (1): 113-22.
10. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic field and cancer in people residing near Sweden high voltage lines. MM-report 6/92
11. Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Jarvinen PJ, Heikkila KV, Koskenvuo M. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *BMJ*. 1993 Oct 9; 307 (6909): 895-9.
12. Plekhanov G.F. The main laws of low-frequency electromagnetics [Osnovnyye zakonomernosti nizkochastyotnoy elektromagnitobiologii]. Tomsk: *Izd-vo Tomskogo gosuniversiteta*; 1990. (in Russian)
13. Lyskov E.V., Aleksanyan Z.A. Neurophysiological effects of short-term exposure to ultra low-frequency MF. *Fiziologiya cheloveka*. 1993; 19 (8): 121-25. (in Russian)
14. Lednev V.V. Biophysics of weak constant and variable magnetic fields. *Biofizika*. 1996; 41 (1): 294-7. (in Russian)
15. Pedersen C, Johansen C, Schüz J, Olsen JH, Raaschou-Nielsen O. Residential exposure to extremely low-frequency magnetic fields and risk of childhood leukaemia, CNS tumour and lymphoma in Denmark. *Br J Cancer*. 2015 Nov 3; 113 (9): 1370-4. doi: 10.1038/bjc.2015.365. Epub 2015 Oct 20.
16. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon, IARC, 2002 (Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 80).
17. Salvan A, Ranucci A, Lagorio S, Magnani C. Childhood leukemia and 50 Hz magnetic fields: findings from the Italian SETIL case-control study. *Int J Environ Res Public Health*. 2015 Feb 16; 12 (2): 2184-204. doi:10.3390/ijerph120202184.
18. Bessou J, Deschamps F, Figueroa L, Cougnaud D. Methods used to estimate residential exposure to 50 Hz magnetic fields from overhead power lines in an epidemiological study in France. *J Radiol Prot*. 2013 Jun; 33 (2): 349-65. doi: 10.1088/0952-4746/33/2/349. Epub 2013 Mar 13.
19. Wunsch-Filho V, Pelissari DM, Barbieri FE, Sant'Anna L, de Oliveira CT, de Mata JF, Tone LG, Lee ML, de Andréa ML, Bruniera P, Epelman S, Filho VO, Kheifets L. Exposure to magnetic fields and childhood acute lymphocytic leukemia in São Paulo. *Brazil. Cancer Epidemiol*. 2011 Dec; 35 (6): 534-9. doi: 10.1016/j.canep.2011.05.008. Epub 2011 Aug 15.
20. Schüz J. Exposure to extremely low-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer: update of the epidemiological evidence. *Prog Biophys Mol Biol*. 2011 Dec; 107 (3): 339-42. doi:10.1016/j.pbiomolbio.2011.09.008. Epub 2011 Sep 19.
21. *Malignant neoplasms in Russia in 2017 (morbidity and mortality)*. [Zlokačhestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2017 godu (zabolevayemost' i smertnost')]. Pod red. A.D. Kaprina, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoy. M.: MNIОI im. P.A. Gertsena filial FGBU «NMITS radiologii» Minzdrava Rossii; 2018. (in Russian)
22. Dunayev V.N. Formation of electromagnetic load in the urban environment. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2002; (5): 31-5. (in Russian)
23. Fedorovich G.V. *Ecological monitoring of electromagnetic fields*. [Ekologicheskii monitoring elektromagnitnykh poley]. Moscow: 2004. (in Russian)
24. Свиридова Е.Ю. Экологический мониторинг и повышение электромагнитной безопасности урбанизированных территорий вблизи Л-ЭП. Автореферат к.т.н.: 2012. (in Russian)
25. Vasil'yev N.V., Bukhanov V.O., Vasil'yev V.A. Features and results of EMF monitoring in the conditions of the territories of the Samara region. *Izvestiya Samar'skogo nauchnogo tsentra RAN*; 2013; 15 (3-1): 585-90. (in Russian)