

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-9-587-591>

УДК 613.6.02: 613.168:614.7

© Тихонова Г.И., Рубцова Н.Б., 2020

Тихонова Г.И., Рубцова Н.Б.

Опыт проведения эпидемиологических исследований онкоопасности электромагнитных полей в Российской Федерации

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Введение. В связи с актуальностью проблемы риска развития злокачественных новообразований у работающих и населения в связи с воздействием электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты (ПЧ), что во всех странах привело к расширению исследований их роли в развитии лейкозов, обобщены данные выполненных в НИИ медицины труда 4 аналогичных исследований. **Цель исследования** — оценить риск развития гемобластозов у работающих и населения при производственных и внепроизводственных воздействиях ЭМП ПЧ.

Материалы и методы. Выполнено 4 аналитических эпидемиологических исследования: 2 когортных и 2 по схеме «случай-контроль».

Результаты. Когортное исследование смертности персонала, осуществлявшего обслуживание и эксплуатацию электросетевых объектов напряжением 500 кВ, с учетом уровней воздействия ЭП и МП, показало, что стандартизованный относительный риск (COP) смерти от всех причин составил 0,61; от сердечно-сосудистых заболеваний — 0,54, злокачественных новообразований — 0,89, несчастных случаев, травм и отравлений — 0,95. В то же время от лейкоза COP был повышен в 2 раза по сравнению с контролем (2,03), но статистически незначим (95% CI 0,23–7,31).

Ретроспективное онкоэпидемиологическое исследование, выполненное по схеме «случай-контроль» и направленное на оценку связи между развитием различных форм гемобластозов и производственным воздействием ЭМП ПЧ, выявило статистически недостоверное повышение относительного риска (OR) развития лейкоза (1,64). У персонала, подвергавшегося преимущественно воздействию МП ПЧ был выявлен повышенный OR развития лимфом (2,92), который был статистически значим ($\chi^2 > 3,84$).

Онкоэпидемиологическое исследование «случай-контроль» по выявлению причинно-следственной связи между профессиональной экспозицией родителей к ЭМП ПЧ и развитием гемобластозов у детей выявило тенденцию к повышению риска, более выраженную при экспозиции отцов к магнитным полям ПЧ и ЭМП ПЧ от высоковольтного оборудования (OR=4,6 95% CI 0,6–35,0 и OR=2,7 CI 0,9–7,8).

При изучении смертности населения, проживающего в непосредственной близости от подстанции и воздушных линий электропередачи напряжением 500 и 750 кВ, на фоне низкого уровня смертности от всех причин смерти наблюдалось статистически незначимое повышение стандартизованного риска смерти от лейкоза (COP=1,3 95% CI 0,2–7,0).

Заключение. Результаты проведенных исследований показали тенденцию к увеличению риска умереть от гемобластозов на фоне низких уровней смертности от других классов болезней, что совпадает с основными выводами большинства зарубежных публикаций по проблеме.

Ключевые слова: электрическое поле; магнитное поле; промышленная частота; производственные воздействия; население; эпидемиологические исследования; относительный риск; гемобластозы

Для цитирования: Тихонова Г.И., Рубцова Н.Б. Опыт проведения эпидемиологических исследований онкоопасности электромагнитных полей в Российской Федерации. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(9). <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-9-587-591>

Для корреспонденции: Тихонова Галина Ильинична, зав. лаб. социально-гигиенических исследований ФГБНУ «НИИ МТ», а-р биол. наук. E-mail: gtikhonova@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 15.06.2020 / Дата принятия к печати: 12.08.2020 / Дата публикации: 07.10.2020

Galina I. Tikhonova, Nina B. Rubtsova

Electromagnetic field cancer risk epidemiological studies experience in the Russian Federation

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. Based on the urgency of the problem of workers and general public risk of malignant neoplasms due to power frequency (PF) electromagnetic fields (EMF) impact, which led to research on its role in leukemia development expansion in all countries, the data of 4 similar studies of the Institute of occupational health are summarized.

The aim of the study is to assess the risk of hemoblastosis in workers and general public under EMF occupational and non-occupational exposure.

Materials and methods. 4 analytical epidemiological studies were performed: 2 cohort studies and 2 case — control studies.

Results. Cohort study of 500 kV electric grid facilities personnel mortality, taking into account the electric (EF) and magnetic field (MF) exposure values, showed that the standardized relative risk (SRR) of death from all causes was 0.61; from cardiovascular diseases — 0.54, malignancies — 0.89, accidents, injuries and poisoning — 0.95. At the same time, from leukemia, SRR was increased by 2 times compared to the control (2.03), but statistically insignificant (95% CI 0.23–7.31).

Retrospective case — control cancer-epidemiological study aimed at assessing the relationship between hemoblastosis various forms development and PF EMF occupational revealed to statistically unreliable increase of leukemia developing relative risk (OR) (1.64). MF mainly exposed personnel were found to have an increased risk of lymphomas developing (2.92), which was statistically significant ($\chi^2 > 3,84$).

Cancer-epidemiological case-control study to identify a causal relationship between parents occupational EMF exposure and childhood hemoblastosis development revealed the tendency to increase the risk, more pronounced in case of fathers MF exposure as well as high-voltage equipment EMF exposure (OR=4.6 95% CI 0.6–35.0 and OR=2.7 CI 0.9–7.8).

In the study of mortality of living in the vicinity of 500 and 750 kV substations and overhead transmission lines population, due to low mortality from all causes of death, there was standardized risk of death from leukemia statistically nonsignificant increased (SR=1,3 95% CI 0,2–7,0).

Conclusion. The results of studies showed a tendency to increase the risk of dying from hemoblastosis against the background of low mortality rates from other classes of diseases, which coincides with the main conclusions of most foreign publications on the problem.

Key words: electric field; magnetic field; power frequency; occupational exposure; general public; epidemiological studies; relative risk; hemoblastosis

For citation: Tikhonova G.I., Rubtsova N.B. Electromagnetic field cancer risk epidemiological studies experience in the Russian Federation. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(9). <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-9-587-591>

For correspondence: Galina I. Tikhonova, Head of laboratory of social and hygienic research, Dr. of Sci. (Biol.). E-mail: gtikhonova@yandex.ru

Funding. The study had no funding.

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Information about authors:

Tikhonova G.I. <https://orcid.org/0000-0002-1948-4450>, Rubtsova N.B. <https://orcid.org/0000-0001-6306-777X>

Received: 15.06.2020 / Accepted: 12.08.2020 / Published: 07.10.2020

Введение. В НИИ МТ в течение 1990-х — начале 2000-х гг. была выполнена серия эпидемиологических исследований (ЭИ), посвящённых оценке последствий производственного и внепроизводственного воздействия электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты (ПЧ). Директор Института, академик РАН Н.Ф. Измеров и Е.Б. Гурвич вместе руководили этими проектами. Елена Борисовна Гурвич являлась также ведущим исполнителем трех из четырех исследований. Также в выполнении этих исследований принимали участие научные сотрудники лаборатории социально-гигиенических и эпидемиологических исследований Тихонова Г.И. и Новохатская Э.А.

Основанием для такого рода исследований в нашей стране послужил ряд публикаций зарубежных ученых о возможном риске развития лейкозов (лейкемий) у лиц так называемых «электрических профессий». В 1979 г. Wertheimer & Leeper [1] впервые поставили вопрос о возможном канцерогенном влиянии производственных и внепроизводственных воздействий ЭМП ПЧ, преимущественно магнитной составляющей, на человека. В 1982 г. Milham впервые высказал предположение о повышении риска смерти от лейкемий (лейкозов) и лиц, работающих в условиях воздействия ЭМП, в т. ч. ЭМП ПЧ, на основании анализа 438 тыс. случаев смерти мужчин штата Вашингтон за период с 1950 по 1979 г. Для каждой из 218 выделенных профессиональных групп был рассчитан показатель пропорциональной смертности (ППС) по 156 причинам смерти. При этом для операторов подстанций (ПС) было установлено статистически достоверное увеличение смертности от лейкоза (ППС-2,59; $p < 0,01$) [2, 3].

В ряде исследований делалась попытка оценки экспозиций персонала к ЭМП ПЧ, однако только в части определения магнитной составляющей. Так, при эпидемиологическом обследовании по схеме «случай–контроль» на базе трех когорт, составленных из рабочих сети электропередачи напряжением 735 кВ в Канаде и рабочих энергообъектов напряжением 400 кВ во Франции, оценивались усредненные за неделю уровни воздействий МП ПЧ [4] (численность объединенной когорты составила 223 292 человека). За 20-летний период наблюдения (с 1970 по 1989 г.) был выявлен 4151 случай заболевания различными формами рака. Для каждого случая выбирался контроль, подобранный по возрасту. Усредненные за неделю уровни воздействия МП ПЧ на рабочих местах персонала оперативно-диспетчерской службы составили 0,59–1,42 А/м. Было установлено, что если для всех форм лейкоза увеличение ОР в данной профессиональной группе было недостоверным (ОР-1,54; доверительный интервал (ДИ) 0,90–2,63), то для острого миелобластного лейкоза значение ОР было выше и статистически значимо (ОР-3,15; ДИ 1,20–8,27). У лиц, обслуживающих ВЛ напряжением 735 кВ, при усредненных уровнях МП 0,25–0,48 А/м, было выявлено лишь недостоверное увеличение относительного риска развития различных форм лейкоза (для всех форм лейкоза ОР-1,75; ДИ 0,77–3,96; для острого лейкоза ОР-2,68; ДИ 0,50–14,50). В других исследованиях [5, 6] не было выявлено увеличения смертности как от всех причин в целом, так и от злокачественных новообразований различного генеза, за исключением статистически недостоверного возрастания риска развития лимфом. В последующие годы за рубежом было выполнено более 100 исследований, в которых делались попытки установить причинно-следственную связь между развитием заболеваний онкологической природы у работающих и населения и воздействием магнитной составляющей ЭМП ПЧ. Однако в отношении риска производственных воздействий этого фактора до настоящего времени вопрос остается открытым.

В части возможного неблагоприятного влияния магнитной составляющей на население выполненные исследования [7–11] послужили основанием для отнесения МП ПЧ Международным агентством по исследованию рака (IARC) к категории “2b” —

условных канцерогенов для детей (по лейкозам) [12].

Цель исследования — оценить риск развития гемобластозов у работающих и населения при производственных и внепроизводственных воздействиях ЭМП ПЧ в серии онкоэпидемиологических исследований для последующей разработки мер профилактики (защиты).

Материалы и методы. В рамках этого проекта было выполнено 4 аналитических эпидемиологических исследования. Два из них являлись когортными и два выполнялись по схеме «случай–контроль».

Когортное эпидемиологическое исследование (англ. *cohort study, longitudinal study, prospective study*) предполагает многолетнее изучение процесса смертности (заболеваемости) в когортах максимально схожих групп лиц, но различающихся по наличию экспозиции к изучаемому воздействию. Сравнительная оценка риска заболеть в экспонированной и неэкспонированной группах позволяет количественно охарактеризовать интенсивность причинно-следственной связи между изучаемым фактором риска и развитием конкретных форм или классов заболеваний.

Эпидемиологическое исследование «случай–контроль» (англ. *case-control study, retrospective study*) чаще предпринимают для анализа причин возникновения редких заболеваний, болезней с длительным латентным периодом, а также для подтверждения гипотез, еще не имеющих надежного обоснования, поскольку они менее трудоемки по сравнению с когортными исследованиями. Опытная и контрольная группы в ретроспективном исследовании формируются по принципу: есть заболевание — “случай”; нет заболевания — “контроль”, с дальнейшей оценкой распространенности изучаемого фактора риска у больных и здоровых в прошлом. Направление исследования в данном случае противоположно вектору времени — “от эффекта к воздействию”, поэтому название — ретроспективное. Контрольная группа может формироваться как из здоровых лиц — популяционный контроль, так из больных с другим видом патологии — госпитальный контроль. Необходимым условием при выборе госпитального контроля является отсутствие причинной связи между заболеванием, выбранным для контроля и предполагаемым фактором риска.

Обе схемы эпидемиологических исследований относятся к методам доказательной медицины. Проспективная схема аналитической эпидемиологии позволяет изучать в рамках одного исследования влияние определенного фактора риска на возникновение различных заболеваний, а ретроспективная схема позволяет выявить влияние на развитие конкретного заболевания нескольких факторов риска.

Результаты. Из четырех эпидемиологических исследований три были направлены на оценку отдаленных последствий профессиональной экспозиции к ЭМП ПЧ для здоровья работающих и их потомства и одно исследование было посвящено оценке последствий внепроизводственного воздействия данного фактора.

Исследование 1. Для изучения возможного неблагоприятного влияния в отдаленном периоде производственных воздействий ЭМП ПЧ на здоровье работающих с учетом уровней воздействия ЭП и МП осуществлено ретроспективное когортное исследование. Изучены причины и уровни смертности персонала, осуществлявшего обслуживание и эксплуатацию электросетевых объектов напряжением 500 кВ Производственного объединения «Дальние электропередачи».

Опытная группа состояла из работников 6 электросетевых объектов, осуществлявших обслуживание и эксплуатацию подстанций и воздушных линий электропередачи, расположенных в Европейской части России, приступивших к работе в период с 1 января 1956 по 31 декабря 1980 г. и проработавших в условиях воздействия ЭМП ПЧ не менее 1 года. Период наблюдения составил 23 года — 1970–1992 гг.

Среди общего числа наблюдаемых свыше 80% составили мужчины, поэтому оценка риска смерти от различных причин была осуществлена для мужского контингента. Всего в опытную группу вошли 1532 человека, из которых на конец периода наблюдения 1319 человек были живы, 141 умер и судьба 72 осталась неизвестной, что составило 4,7%. При обработке данных был использован метод расчета человеко-лет наблюдения, что за 23-летний период составило свыше 24 тысяч человеко-лет наблюдения.

В качестве контроля была использована средняя величина из показателей смертности мужского населения Владимирской, Горьковской, Рязанской, Ульяновской и Липецкой областей, в которых расположены подстанции, явившиеся объектами для данного эпидемиологического исследования.

Для количественной оценки эффекта воздействия изучаемого фактора был использован показатель стандартизованного относительного риска (COP). Стандартизация проводилась по основному мешающему фактору — возрасту [13].

Гигиеническая оценка условий труда персонала осуществлялась на территории открытых распределительных устройств (ОРУ), которые обслуживают работники всех основных служб подстанций, а также на рабочих местах линейного персонала, обслуживающего воздушные линии электропередачи. Напряженность электрических полей распределялась в диапазоне интенсивностей от 0 до 28 кВ/м. При этом доля территорий ОРУ с уровнями ЭП выше допустимых (5 кВ/м) колебалась от 58 до 86% на разных ОРУ. Уровни магнитных полей, зарегистрированных при нагрузке 10–30 % от номинальной, колебались в пределах от 0,16 до 21,8 А/м [13, 14].

Расчет экспозиционной нагрузки (ЭН) по электрической и магнитной составляющим, усредненным на час за год для трех основных категорий работающих показал, что для линейного персонала и персонала ремонтных служб подстанций ЭН составила от 1,1 до 1,4 кВ/м и по МП от 0,4 до 0,5 А/м на час за год; для оперативно-диспетчерского персонала и персонала службы релейной защиты — от 0,3 до 0,5 кВ/м и от 0,1 до 0,2 А/м на час за год [13]; работники других служб подстанций в крайне незначительной степени подвергались воздействию ЭМП ПЧ.

Структура причин смерти мужского персонала электросетевых объектов была характерна для мужского населения регионов, в которых они располагались. Однако риск умереть был достоверно ниже фонового. От всех причин смерти суммарно COP составил 0,61, что можно оценивать как следствие «эффекта здорового работника». Не установлено увеличения риска смерти по ведущим классам причин: от сердечно-сосудистых заболеваний COP был равен 0,54, злокачественных новообразований — 0,89, несчастных случаев, травм и отравлений — 0,95. Особый интерес представляли данные об уровне смертности наблюдаемого контингента от лейкоза. Риск умереть у мужчин, осуществляющих обслуживание и эксплуатацию этих объектов от этой формы злокачественных новообразований (ЗН), на фоне низких уровней смертности от других классов причин, был повышен в 2 раза по сравнению с контролем (COP=2,03), но статистически незначим (95% CI 0,23–7,31), т.е. не давал оснований для утверждения о наличии причинно-следственной связи между условиями труда на объектах сверхвысокого напряжения (СВН) и развитием ЗН кроветворной ткани.

Исследование 2. Исследование было направлено на выявление связи между развитием различных форм гемобластозов (лейкозов и лимфом — МКБ-X C81–C96) и производственным воздействием ЭМП ПЧ. С этой целью было выполнено ретроспективное онкоэпидемиологическое исследование методом «случай–контроль».

В опытную группу были включены лица, проживающие в Московской области, которым в течение 1989–1992 гг. был поставлен диагноз злокачественного новообразования лимфатической ткани и кроветворных органов (МКБ-X C81–C96). Контрольная группа формировалась по тому же принципу из больных раком желудка, на развитие которого воздействие ЭМП не оказывает влияние.

Почтовое анкетирование позволило получить информацию о профессиональном маршруте на протяжении всей трудовой деятельности, экспозиции к любым производственным канцерогенным факторам, наличии источников ЭМП в местах проживания, онкологическом анамнезе заболевших и по другим вопросам. Ответы были получены приблизительно от 40% членов обеих групп. Экспонированными в данном исследовании считались лица, проработавшие в профессиях, связанных с воздействием ЭМП ПЧ, не менее 1 года.

Всего в опытную группу были включены 571 больной с диагнозом гемобластоз, а в контрольную — 1208 больных раком желудка. Данные были обработаны с помощью стратификационного анализа для неподобраных групп. Оценкой риска в исследованиях «случай–контроль» является показатель отношения шансов (odds ratio — OR).

При воздействии ЭМП ПЧ у мужчин величина относительного риска развития лейкоза была повышена (OR=1,64), но это увеличение, как и в предыдущем исследовании, было статистически незначимо [13]. Вместе с тем был выявлен повышенный относительный риск развития лимфом у мужчин, которые имели производственный контакт преимущественно с магнитными полями ПЧ (OR=2,92), который был статистически значим ($\chi^2 > 3,84$). Риск развития других форм гемобластозов у мужчин, подвергавшихся воздействию ЭМП ПЧ на рабочем месте, практически не отличался от 1.

Исследование 3. Исследование по оценке риска развития гемобластозов у детей как следствия профессиональной экспозиции родителей к ЭМП промышленной частоты выполнялось также по схеме «случай–контроль» [13].

Опытная группа была сформирована из 333 детей в возрасте от 0 до 14 лет, постоянно проживающих в Московской области, которым в течение 1990–1994 и 1997–1999 гг. был поставлен диагноз злокачественного новообразования лимфатической ткани и кроветворных органов (МКБ-X C81–C96). Контрольную группу составили 762 ребенка, проживающие в Московской области, которые в этот же период времени находились на стационарном лечении в Московском областном детском ортопедохирургическом госпитале по поводу травм.

Опрос родителей в обеих группах осуществлялся методом интервью по специально разработанной анкете. Программа опроса включала следующие основные разделы: социально-экономические и демографические характеристики родителей; медицинский анамнез членов семьи, в т. ч. онкологический, и акушерский анамнез матери; профессиональный маршрут обоих родителей; наличие источников ЭМП в местах проживания. В группы не включались дети, хотя бы короткое время проживавшие на территории загрязненной радионуклидами в связи с Чернобыльской аварией.

Женщины редко были экспонированы к ЭМП ПЧ на производстве. Ни одна из матерей не подвергалась воздействию этого фактора на рабочем месте среди 210 семей, в которых дети заболели лейкозами, и лишь одна — в подгруппе детей лимфомами (123 ребенка). Относительный риск развития лимфом у детей при экспозиции матери к ЭМП ПЧ был повышен, но статистически незначим (OR= 2,1; 95% CI 0,3–14,2).

Отцы значительно чаще работали в «электрических» профессиях. Показатель OR для группы «случай» в целом составил 1,7, но он не достигал порога статистической значимости. Наиболее высокие показатели риска развития лейкозов и лимфом у детей, наблюдались при экспозиции отцов преимущественно к магнитным полям и к ЭМП ПЧ от высоковольтного оборудования (соответственно, OR=4,6 95% CI 0,6–35,0 и OR=2,7 CI 0,9–7,8), но также были статистически незначимы.

Сравнительный анализ внепроизводственных характеристик родителей свидетельствовал, что в семьях больных детей родители чаще имели хроническую патологию, отягощенный онкологический анамнез. У женщин была выше частота самопроизвольных аборт, мертворождений, угрозы прерывания беременности и т. д. В группе «случай» 19,3% семей были отнесены в подгруппу с отягощенным медицинским анамнезом

против 6,4% семей в группе «контроль».

Эти результаты свидетельствовали, что отягощенный медицинский анамнез семьи является фактором риска в развитии гемобластозов у детей, и, следовательно, потенциальным мешающим фактором, который может влиять на оценку связи «условия труда родителей — здоровье детей». Это обусловило необходимость проведения стратификационного анализа.

Стратифицированный относительный риск развития гемобластозов у детей (OR=1,6 95%CI 0,7–3,9) мало отличался от «грубого», но были выявлены значительные различия по уровням риска в сравниваемых стратах (таблица). В подгруппе семей с отягощенным медицинским анамнезом OR при производственной экспозиции отца составляла 4,1 (95% CI 0,6–25,7), хотя и этот показатель был статистически незначим. В то же время в семьях с благополучным медицинским анамнезом, в т. ч. онкологическим, OR составил 1,3 (95%CI 0,6–3,0).

Таким образом, в данном исследовании была выявлена тенденция к повышению риска развития гемобластозов у детей при производственном воздействии ЭМП ПЧ на родителей, более выраженная при экспозиции отцов к магнитным полям ПЧ и ЭМП ПЧ от высоковольтного оборудования. Также обращают внимание семьи, где сочетаются неблагоприятный медицинский анамнез, а том числе онкологический и акушерский, и профессиональная экспозиция отца к ЭМП ПЧ.

Исследование 4. Проведено исследование по изучению смертности населения, проживающего в пос. Энергетик Владимирской обл., в непосредственной близости от которого размещены подстанция и воздушные линии электропередачи напряжением 500 и 750 кВ [13, 15].

Формирование когорты жителей поселка осуществлялось на основе информации алфавитных книг ЖЭКов, в которых фиксировались все события, происходившие с населением: естественное и миграционное движение, в том числе, внутри-поселковая миграция, перемена фамилии и т. д.

В когорту были включены все лица, проживавшие в поселке с начала его существования (1956 г.) до 1990 г. не менее 1 года, за исключением тех, кто хотя бы непродолжительное время работал на расположенной в поселке ПС СВН. Созданная картотека была, строго алфавитизирована и подобрана «на одно лицо», что позволило изъять «двойные» карты, возникавшие из-за переездов или смены фамилии. Также были изъяты карты на лиц, проживавших в поселке менее 1 года или работавших на ПС [13, 15].

На следующем этапе в областном ЗАГСе г. Владимира были выкопированы все случаи смерти, имевшие место в пос. Энергетик за указанный период. В качестве контроля, для получения модельных («ожидаемых») чисел умерших были использованы показатели смертности населения Владимирской области за указанный период.

В состав основной когорты вошли 6992 человека, что обеспечило 53 тыс. человеко-лет наблюдения. За 35-летний период наблюдения в когорте умерло 252 человека [15].

Гигиеническая оценка электромагнитной обстановки в местах проживания населения поселка определялась в 2-х зонах — на территории жилой застройки и на территории садовых участков. Измерения уровней ЭП и МП ПЧ проводились как на территории жилых зон, так и непосредственно внутри жилых и садовых домов. Результаты измерений уровней ЭП в зоне жилой застройки показали [15, 16], что они не превышали 1 кВ/м (что соответствовало ПДУ ЭП ПЧ для населения). На территории садовых участков, с домиками, установленными в нарушение санитарно-гигиенических требований непосредственно под линиями электропередачи, значения напряженности ЭП достигали 3 кВ/м у входа в дом и до 1,5 кВ/м внутри дома, т.е. были в 3 раза выше ПДУ ЭП ПЧ для населения (до 1 кВ/м на территории жилой застройки и до 0,5 кВ/м внутри домов) [17]. Однако пребывание на территории садовых участков ограничивается

Таблица / Table

Стратификационный анализ связи развития гемобластозов у детей и экспозиции отцов к ЭМП ПЧ (коррекция по медицинскому анамнезу)

Stratification analysis of the relationship between the development of hemoblastosis in children and the exposure of fathers to electromagnetic fields of industrial frequency (correction based on medical history)

Экспозиция к ЭМП ПЧ	Медицинский анамнез						OR стратифицированный 95% ДИ
	отягощенный			неотягощенный			
	+	-	OR/ДИ	+	-	OR /ДИ	
«Случай»	5	59	4,07	9	260	1,33	1,6
«Контроль»	1	48	0,64-25,74	18	695	0,6-2,95	0,66-3,87

несколькими месяцами в году. Максимальные величины напряженности МП ПЧ в зонах жилой застройки достигали 4,0–4,5 А/м [15, 16], что не превышает нормативных значений [18, 19].

В структуре причин смерти населения поселка первое место занимал класс сердечно-сосудистых заболеваний, второе — несчастные случаи, травмы и отравления и третье — онкологические заболевания. Некоторое снижение веса онкологических заболеваний в структуре причин смерти по сравнению с населением контрольного региона (население Владимирской обл.) обусловлено сдвигом возрастного состава населения пос. Энергетик в сторону более молодых возрастных групп [13, 16].

Стандартизованные относительные риски смерти мужского и женского населения пос. Энергетик были ниже 1, как от всех причин смерти суммарно (СОРм — 0,58, СОРж — 0,70), так и от ведущих классов причин: сердечно-сосудистых заболеваний — СОРм — 0,36, СОРж — 0,62, злокачественных новообразований — СОРм — 0,15, СОРж — 0,22, несчастных случаев, травм, отравлений — СОРм — 0,9, СОРж — 0,7. Вместе с тем, на фоне низкого уровня смертности от всех причин смерти наблюдалось статистически незначимое повышение стандартизованного риска смерти от лейкемии (95% CI 0,2–7,0 СОР-1,3) [13, 15, 16].

Таким образом, при воздействии ЭМП ПЧ от электросетевых объектов СВН на население в местах проживания также обнаружена слабо выраженная тенденция к повышенной частоте развития лейкозов.

Заключение. Результаты проведенных многолетних когортных исследований отдаленных последствий производственных и непродолжительных воздействий ЭМП ПЧ от объектов СВН показали тенденцию к увеличению риска умереть от лейкоза на фоне низких уровней смертности от всех других причин, что совпадает с основными тенденциями большинства зарубежных исследований и нашло отражение в публикациях МАИР и ВОЗ, в т.ч. с учетом результатов исследований, представленных выше.

В исследованиях связи между производственным воздействием ЭМП ПЧ и частотой развития гемобластозов у самих работников и у последующего поколения, выполненных по схеме «случай-контроль», также наблюдалось увеличение риска, особенно в отношении лимфом, но результаты в своем большинстве были статистически незначимы, и, таким образом, не могли послужить основанием как для утверждения о наличии причинно-следственной связи, так и об отсутствии канцерогенного эффекта.

При этом получение статистически достоверных данных, убедительно подтверждающих канцерогенный эффект ЭМП ПЧ затруднительно, поскольку канцерогенная активность этого фактора выражена в слабой степени и, следовательно, требует существенного увеличения числа наблюдений, которое ограничено с одной стороны относительно небольшой численностью работающих в контакте с ЭМП СНЧ диапазона, а с другой — относительно редкой заболеваемостью взрослого и детского населения гемобластозами. Изложенное указывает на необходимость продолжения исследований в данном направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Wertheimer N., Leeper E. Electrical wiring configuration and childhood Cancer. *Amer. J. Epidemiology*. 1979; 3: 273–84.
- Milham S. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields. *N. Engl. J. Med.* 1982; 307: 249.
- Milham S. Mortality of workers exposed to electromagnetic fields. *Environm. Health Perspectives*. 1985; 62: 297–300.
- Theriault G., Goldberg M., Miller A. et al. Cancer risk associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec (Canada) and France: 1970–1989. *Amer. J. of Epidemiology*. 1994; 139 (6): 550–72.
- Garland F.C. et al. Incidence of leukemia in occupations with potential electromagnetic field exposure in US Navy personnel. *Amer. J. of Epidemiology*. 1990; 132 (2): 292–6.
- Pearce N., Reif J., Fraser J. Case-control studies of cancer in New Zealand electrical workers. *Int. J. Epidemiol.* 1989; 18: 55–9.
- Ahlbom A., Day N., Feychting M. et al. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. Cancer*. 2000; 83: 692–8.
- Feychting M., Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am. J. Epidemiol.* 1993; 138: 467–81.
- Feychting M., Floderus B. & Ahlbom A. Parental occupational exposure to magnetic fields and childhood cancer (Sweden). *Cancer Causes Control*. 2000; 11: 151–6.
- Coleman M.P., Bell C.M.J., Taylor H.-L. et al. Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study. *Br. J. Cancer*. 1989; 60: 793–8.
- London, S.J., Thomas, D.C., Bowman, J.D., et al. Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Am. J. Epidemiol.* 1991; 134: 923–37.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). *Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields*. WHO/IARC. 80; 2002.
- Тихонова Г.И., Рубцова Н.Б., Новохатская Э.А. и др. Отдаленные эффекты производственных и внепроизводственных воздействий электромагнитных полей промышленной частоты. Эпидемиологические исследования. *Радиаци. биология. Радиоэкология*. 2003; 43(5): 555–8.
- Новохатская Э.А. Состояние здоровья персонала, работающего на электрообъектах сверхвысокого напряжения. *Ученые записки Российского Государственного социального Университета*. 2009; 68(5): 55–9.
- Новохатская Э.А. Влияние электромагнитных полей на здоровье населения. *Социальная политика и социология*. 2012; 83(5): 138–45.
- Новохатская Э.А., Калтина М.А., Яковлева Т.П. Воздействие линий электропередачи на здоровье населения. *Евразийский союз ученых*. 2016; 23(2–2): 80–2.
- СанПиН 2.1.2.2801-10 Изменения и дополнения № 1 к СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. М; 2010.
- ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. М; 2007.
- World Health Organization (WHO). *Environmental Health Criteria 238. Extremely Low Frequency Fields*. WHO; 2007.

REFERENCES

- Wertheimer N., Leeper E. Electrical wiring configuration and childhood Cancer. *Amer. J. Epidemiology*. 1979; 3: 273–284.
- Milham S. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields. *N. Engl. J. Med.* 1982; 307: 249.
- Milham S. Mortality of workers exposed to electromagnetic fields. *Environm. Health Perspectives*. 1985; 62: 297–300.
- Theriault G., Goldberg M., Miller A. et al. Cancer risk associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec (Canada) and France: 1970–1989. *Amer. J. of Epidemiology*. 1994; 139 (6): 550–72.
- Garland F.C. et al. Incidence of leukemia in occupations with potential electromagnetic field exposure in US Navy personnel. *Amer. J. of Epidemiology*. 1990; 132(2): 292–6.
- Pearce N., Reif J., Fraser J. Case-control studies of cancer in New Zealand electrical workers. *Int. J. Epidemiol.* 1989; 18: 55–9.
- Ahlbom A., Day N., Feychting M. et al. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. Cancer*. 2000; 83: 692–8.
- Feychting M., Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am. J. Epidemiol.* 1993; 138: 467–81.
- Feychting M., Floderus B., Ahlbom A. Parental occupational exposure to magnetic fields and childhood cancer (Sweden). *Cancer Causes Control*. 2000; 11: 151–6.
- Coleman M.P., Bell C.M.J., Taylor H.-L. et al. Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study. *Br. J. Cancer*. 1989; 60: 793–8.
- London, S.J., Thomas, D.C., Bowman, J.D., et al. Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Am. J. Epidemiol.* 1991; 134: 923–37.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). *Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields*, WHO/IARC. 80; 2002.
- Tikhonova G.I., Rubtsova N.B., Novokhatskaya E.A. et al. Power frequency electromagnetic field occupational and nonoccupational exposure remoted effects. Epidemiological studies. *Radiation Biology. Radioecology*. 2003; 43(5): 555–8.
- Novokhatskaya E.A. Extremely high frequency electrical facilities personnel health state. *Scientific notes of RSSU*. 2009; 68(5): 55–9.
- Novokhatskaya E.A. General public health electromagnetic fields effects. *Social policy and sociology*. 2012; 83(5): 138–45.
- Novokhatskaya E.A., Kaltina M.A., Yakovleva T.P. Overhead transmission lines exposure to general public health state. *Eurasian Union of Scientists*. 2016; 23(2–2): 80–2.
- SanPiN 2.1.2.2801-10. Changes and additions to №1 k SanPiN 2.1.2.2645-10. Sanitary and epidemiological requirements for living conditions in residential buildings and premises. М; 2010 (in Russian).
- GN 2.1.8 / 2.2.4.2262-07. The maximum permissible levels of magnetic fields at a frequency of 50 Hz in residential, public buildings and residential areas. Moscow; 2007 (in Russian).
- World Health Organization (WHO). *Environmental Health Criteria 238. Extremely Low Frequency Fields*. WHO; 2007.