

## Оценка влияния электромагнитных излучений на здоровье жителей микрорайона

**В.Е. Савенок, А.Б. Чернова**

*Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»*

*Физические факторы воздействия на окружающую среду являются одним из основных видов воздействия, приводящих к ее загрязнению. На протяжении всего дня человек находится под воздействием электромагнитных излучений (ЭМИ). Объектом исследования является высоковольтная линия электропередач (ЛЭП), проходящая по территории микрорайона, как источник физического воздействия на окружающую среду.*

*В работе проведена оценка влияния электромагнитного излучения линии электропередач на здоровье жителей микрорайона.*

*Для достижения поставленной цели произведен расчет напряженности электромагнитного поля высоковольтной линии электропередач, определено время пребывания человека в зоне воздействия электромагнитного поля. В работе проведены анализ статистики заболеваемости в микрорайоне и ее сравнение по болезням группы риска со среднестатистическими данными по Витебской области.*

**Ключевые слова:** электромагнитные излучения, линия, напряженность, электрическое поле, емкость, заболеваемость.

## The estimation of influence of electromagnetic radiation on health of inhabitants of a microdistrict

**V.E. Savenok, A.B. Chernova**

*Educational establishment «The Vitebsk State University named after P.M. Masherov»*

*Physical factors of environmental impact are one of the basic aspects of effect leading her pollution. During all day the person is under effect of electromagnetic radiances. The Plant of research is the high-voltage electric main, taking place on terrain of microdistrict, as a source of physical environmental impact.*

*In work the estimation of influence of electromagnetic radiations of an electric main on health of inhabitants of microdistrict is lead.*

*Calculation of intensity of an electromagnetic field of a high-voltage electric main is effected for reaching an object in view, the response time of the person in zone effects of an electromagnetic field is certain. In operation analysis of statistics of a case rate in microdistrict and her comparison by illnesses of bunch of risk with average data on Vitebsk range is lead.*

**Key words:** electromagnetic radiations, line, intensity, electric field, capacity, case rate.

Одним из основных негативных последствий научно-технического прогресса является загрязнение природной среды. Опасные для человека и природных экосистем вещества поступают в окружающую среду и накапливаются в ее различных элементах. Загрязнение природной среды увеличивается вследствие широкого внедрения энергоемких и химических технологий, производства новых химических продуктов, роста объемов международной торговли технологиями, недостаточного экологического контроля во всех областях человеческой деятельности.

Физические факторы воздействия на окружающую среду являются одним из основных антропогенных видов воздействия на нее. На протяжении всего дня человек находится под воздействием электромагнитных излучений (ЭМИ). В настоящее время техногенная деятельность человека вносит существенные изменения в естественное магнитное поле, придавая геофизическим факторам новые направления и резко повышая интенсивность своего воздейст-

вия. Основные источники этого воздействия – электромагнитные поля (ЭМП) от линий электропередач (ЛЭП) и электромагнитные поля от радиотелевизионных и радиолокационных станций [1]. Электромагнитное поле можно рассматривать как состоящее из двух полей: электрического (ЭП) и магнитного (МП). Допустимо считать, что при малых частотах, в том числе 50 Гц, электрическое и магнитное поле не связаны, поэтому их можно рассматривать раздельно, как и оказываемые ими влияния на биологический объект.

Выполненные для действительных условий расчеты показали, что в любой точке электромагнитного поля, возникающего в электроустановках промышленной частоты, поглощенная телом человека энергия магнитного поля примерно в 50 раз меньше поглощенной им энергии электрического поля [1]. В результате был сделан вывод, что отрицательное действие на организм человека электромагнитного поля в электроустановках промышленной частоты (в частности ЛЭП) обусловлено электрическим

полем, а магнитное поле оказывает незначительное биологическое действие, и в практических условиях им можно пренебречь. Отрицательное воздействие электромагнитных полей на человека или иные компоненты экосистем прямо пропорционально мощности поля и времени облучения.

**Материал и методы.** В городе Витебске вдоль улицы Правды проходит высоковольтная ЛЭП (110 кВ, 50 Гц). Жители этого микрорайона (дома № 50–64 по четной стороне улицы), построенного в непосредственной близости от ЛЭП, неоднократно выражали свое опасение по поводу соседства с ЛЭП.

Целью нашей работы было проведение исследований по оценке влияния электромагнитного поля ЛЭП на жителей микрорайона по ул. Правды. Здесь необходимо отметить, что технические условия, определяющие порядок прохождения ЛЭП (110 кВ) в населенном пункте, – в данном микрорайоне соблюдены [2]. Расстояние от проводов ЛЭП до указанных жилых домов более 20 м, до полотна дороги с троллейбусной линией более 11 м.

В качестве исходных данных были приняты:  
 высота опоры – 38 м;  
 длина между опорами – 260 м;  
 диаметр провода – 17,0 мм;  
 тип провода – АС-15;  
 средняя высота подвеса провода над землей – 21,5 м;  
 опорный тип У110 – 2 + 14;  
 расстояние между проводами – 4,6 м;  
 габарит линии = 8,65 м;  
 средняя высота подвеса = 13,6 м.

В ходе исследований нами рассчитывалась напряженность электрического поля на

различных расстояниях от ЛЭП в зоне жилых домов. Расчет напряженности проводился с учетом емкости фазы трехфазной линии [1]:

$$E = \frac{CU_\phi}{4\pi\epsilon_0} \times \quad (1)$$

$$\times \sqrt{(2k_1 - k_3 - k_5)^2 + 3(k_3 - k_5)^2 + (2k_2 - k_4 - k_6)^2 + 3(k_4 - k_6)^2} \text{ В/м}$$

где  $U_\phi$  – фазное напряжение сети, В;  
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  – электрическая постоянная, Ф/м;  
 $k_1 - k_6$  – геометрические коэффициенты (определяются по расстоянию искомой точки от ЛЭП), м<sup>-1</sup>;  $C$  – емкость фазы трехфазной линии, Ф/м.

Емкость фазы трехфазной линии определялась по формуле:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{2H_{cp}d} \cdot \ln \frac{r^3 \sqrt{H_{cp}^2 + d^2} \sqrt{H_{cp}^2 + d^2}}{\quad} \quad (2)$$

Допустимое время пребывания в электромагнитном поле для напряженности свыше 5 и до 20 кВ/м включительно может быть определено по формуле [3]:

$$T = \frac{50}{E} - 2. \quad (3)$$

**Результаты и их обсуждение.** Результаты вычислительных экспериментов напряженности электромагнитного поля по формулам (1) и (2) представлены в табл. Применяемые в данной таблице сокращения:  $h$  – высота от поверхности земли;  $X$  – расстояние от дома до ЛЭП.

Таблица

**Напряженность электромагнитного поля**

Этаж	h, м	X, м						
		X=100	X=50	X=30	X=15	X=10	X=5	X=0
1	2	0,00479	0,04910	0,18966	0,43637	0,42205	0,27298	0,1180
2	4	0,00474	0,04884	0,18886	0,45369	0,46043	0,33875	0,2160
3	8	0,00470	0,04779	0,18532	0,52054	0,62275	0,60125	0,5070
4	10	0,00468	0,04703	0,18236	0,56696	0,75672	0,82933	0,7410
5	14	0,00462	0,04506	0,17358	0,66414	1,17092	1,75923	1,6740
6	16	0,00458	0,04389	0,16768	0,69730	1,44740	2,86037	2,7050
7	20	0,00449	0,04125	0,15311	0,68311	1,74853	22,85918	11,1600
8	22	0,00443	0,03981	0,14475	0,63286	1,55790	9,77268	32,5120
9	26	0,00432	0,03678	0,12689	0,49265	0,98320	2,22599	3,5620
10	30	0,00419	0,03366	0,10890	0,36004	0,60020	1,00027	1,3980

Анализируя полученные результаты (табл.) можно сделать вывод, что величина максимума и минимума напряженности на различных высотах неодинакова и зависит от удаления исследуемой точки от ЛЭП.

Проведенные нами расчеты времени пребывания человека в зоне воздействия ЭМП согласно СанПиН [3] позволили установить примерное время постоянного пребывания в зоне ЭМП. Согласно нормативной литературе установлено, что предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП устанавливается равным 25 кВ/м. Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается. Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня. При напряженности ЭП свыше 20 до 25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин.

Полученные значения напряженности ЭМП в различных точках сравнивались с нормативными значениями, взятыми из справочной литературы [3–5]. Наибольшее значение напряженности соответствует точке, расположенной непосредственно под ЛЭП, – 1,45кВ/м, что меньше допустимого – 5кВ/м, т.е. в пределах нормы. Значение напряженности непосредственно возле жилых домов на порядок меньше. При значении напряженности <5кВ/м, согласно ГОСТу 12.1.002-84 [4], время пребывания человека в зоне ЭМП не ограничено в течение суток. Однако данный ГОСТ разработан для работников промышленности, которые хоть и подвержены воздействию ЭМП, но не постоянно. Проведенные нами расчеты времени пребывания человека в зоне воздействия ЭМП согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 [3] позволили установить время постоянного пребывания в зоне ЭМП с напряженностью 1,45 кВ/м – 32 часа, а на линии расположения жилых домов сотни и тысячи часов. Но ведь жители микрорайона живут там постоянно!

Известно, что биологический эффект ЭМП в условиях длительного и многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания [1]. Особо опасными электромагнитные излучения от ЭМП могут быть для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечно-сосудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом. Однако, биологическое действие на организм человека ЭМП изучено недостаточно.

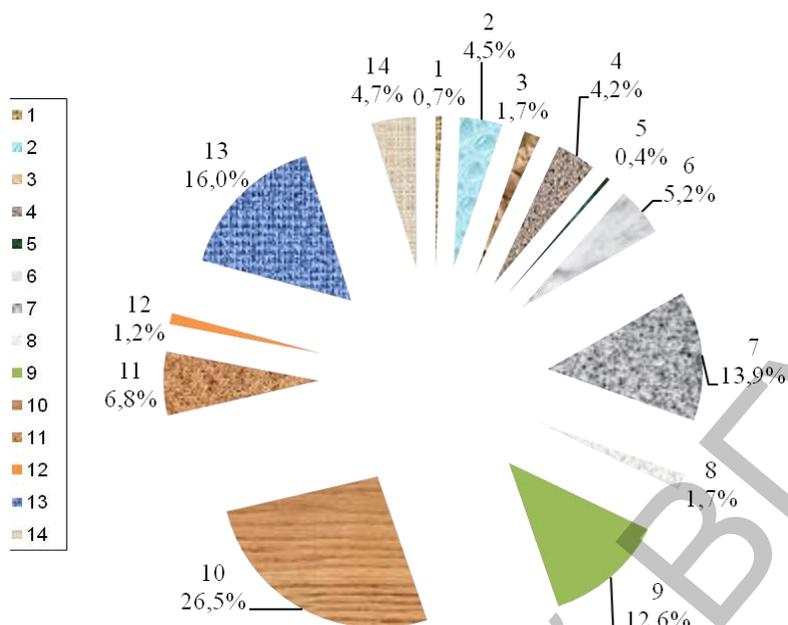
Для оценки влияния ЭМИ на здоровье жителей микрорайона нами проведена статистическая обработка медицинских карточек больных, проживающих в данном микрорайоне (всего чуть более 1000 карточек). По результатам обработки был сделан анализ заболеваемости жителей микрорайона за пятилетний период (2003–2008 гг.) по всем группам болезней (рис. 1–2), в том числе по тем пяти группам (2–6), в которых уровень заболеваемости предположительно зависит от воздействия ЭМИ (рис. 3). Данные по заболеваемости жителей микрорайона сравнивались со средними данными по Витебской области за 5 лет, приведенными в статистическом сборнике [6]. Название и перечень групп болезней приведен в соответствии со статистическим ежегодником Витебской области за 2007 год [6].

По результатам сравнения заболеваемости в микрорайоне и в целом по Витебской области по пяти группам (2–6), на уровень которых оказывает воздействие ЭМИ, можно сделать вывод, что количество заболеваний по этим группам примерно соответствует средним данным по области на 1000 жителей: новообразования (микрорайон – 34 на 1000 жителей, область 36,9 на 1000 жителей); болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ (микрорайон – 32, область – 33); болезни нервной системы (микрорайон – 40, область – 40,3). Превышение уровня заболеваемости в микрорайоне наблюдается лишь по группе 3 «болезни крови, кровеносных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» (микрорайон – 13, область – 7), в то же время значительно меньший уровень по группе 5 «психические расстройства и расстройства поведения» (микрорайон – 3, область – 61,7).

Необходимо также отметить, что уровень заболеваемости женщин в микрорайоне по всем группам, в том числе и по группам 2–6, значительно выше, чем у мужчин. Вероятно, это может быть объяснено, во-первых, преобладанием женского населения в районе, а во-вторых, более частым их обращением к врачу.

На биологическую реакцию организма человека влияют следующие параметры электромагнитного поля:

- интенсивность электромагнитного поля;
- частота излучения;
- продолжительность облучения;
- модуляция сигнала;
- сочетание частот электромагнитных полей;
- периодичность действия.



1 – інфекційні та паразитарні захворювання; 2 – новоутворення; 3 – захворювання крові, кровотворних органів та окремі порушення, що включають імунний механізм; 4 – захворювання ендокринної системи, порушення харчування, порушення обміну речовин; 5 – психічні розлади та розлади поведінки; 6 – захворювання нервової системи; 7 – захворювання ока; 8 – захворювання вуха; 9 – захворювання системи кровообігу; 10 – захворювання органів дихання; 11 – захворювання органів травлення; 12 – захворювання шкіри та підшкірної клітковини; 13 – захворювання кістково-м'язової системи та зв'язального тканини; 14 – захворювання мочеполової системи

Рис. 1. Структура захворюваності в мікрорайоні.

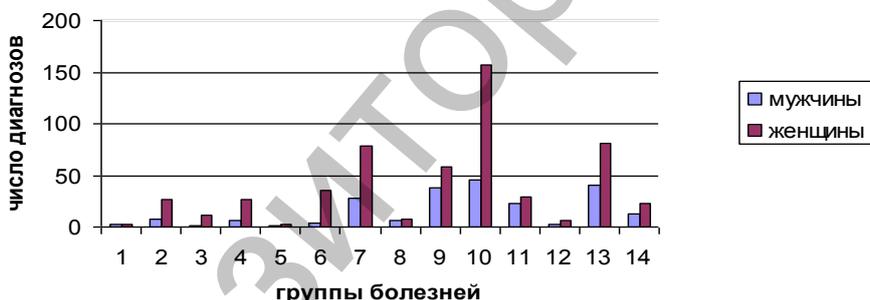


Рис. 2. Соотношение заболеваемости мужчин и женщин в микрорайоне.

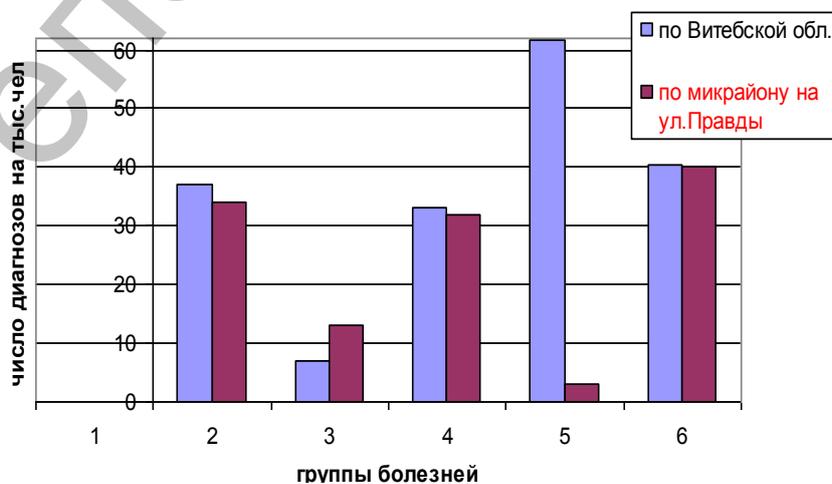


Рис. 3. Заболеваемость населения по группам болезней 2–6.

Сочетание вышеперечисленных параметров может давать существенно различающиеся последствия для реакции облучаемого биологического объекта. Электромагнитные поля человек не видит и не чувствует и именно поэтому не всегда предостерегается от опасного воздействия этих полей. Электромагнитные излучения оказывают вредное воздействие на организм человека. В крови, являющейся электролитом, под влиянием электромагнитных излучений возникают ионные токи, вызывающие нагрев тканей. При определенной интенсивности излучения, называемой тепловым порогом, организм может не справиться с образующимся теплом.

Нагрев особенно опасен для органов со слабо развитой сосудистой системой с неинтенсивным кровообращением (глаза, мозг, желудок и др.). При облучении глаз в течение нескольких дней возможно помутнение хрусталика, что может вызвать катаракту. Кроме теплового воздействия электромагнитные излучения оказывают неблагоприятное влияние на нервную систему, вызывают нарушение функций сердечно-сосудистой системы, обмена веществ.

Длительное воздействие электромагнитного поля на человека вызывает повышенную утомляемость, приводит к снижению качества выполнения рабочих операций, сильным болям в области сердца, изменению кровяного давления и пульса.

Оценка опасности воздействия электромагнитного поля на человека может быть произведена по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека.

**Заключение.** По результатам исследований можно сделать вывод, что нет причин для огульной ЭМИ-фобии в микрорайоне. Вместе с тем хотелось бы сказать, что мы не претендуем на всеобъемлющий анализ, а полученные нами данные могут быть учтены при проведении долговременной оценки в последующем. Так как пять лет – небольшой срок наблюдения, чтобы установить определенную причинно-следственную связь, позволяющую делать строго определенное заключение и давать конкретные рекомендации. Вероятно, что при более длительных сроках проживания под воздействием ЭМИ будет наблюдаться динамика заболеваемости в сторону ухудшения, в то же время нельзя не учитывать и адаптационные процессы, происходящие в организме.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Савенок, В.Е., Селезнева (Чернова), А.Б. Влияние электромагнитного излучения на здоровье жителей города // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV Межд. эколог. симп., Полоцк, 21–23.11.07 / Полоц. гос. ун-т; отв. за вып. В.К. Липский. – Новополоцк, 2007. – Т. 3. – С. 118–121.
2. Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4–35кВ и 110–1150 кВ / под ред. И.Т. Горюнова, А.А. Любимова. – М.: Папирус Про, 2003. – 640 с.
3. СанПиН 2.2.4.1191-03. Физические факторы производственной среды. Электромагнитные поля в производственных условиях.
4. ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
5. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
6. Статистический ежегодник Витебской области. 2007 г. / отв. за вып. Н.В. Окулова. – Минск: УП «Минстат РБ», 2007. – 421 с.

Поступила в редакцию 06.10.2008

Адрес для корреспонденции: 210038, г. Витебск, Московский пр-т, д. 33, УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кафедра экологии и охраны природы, тел.: 8(0212) 21-58-45 – Савенок В.Е.