

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра - Главный
государственный санитарный врач
Республики Беларусь

И.В. Гаевский

2016 г.

Регистрационный № 039-1215



Метод оценки риска для здоровья населения при воздействии физических
факторов внутренней среды помещений
инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК:

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр
гигиены».

АВТОРЫ:

к.м.н. Итпаева-Людчик С.Л., Кравцов А.В., Арбузов И.В.,
к.т.н. Соловьева И.В., Быкова Н.П., Баслык А.Ю., Грузин А.А.,
Можейко П.И.

Минск, 2015

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель министра –
Главный государственный
санитарный врач
Республики Беларусь

_____ И.В. Гаевский
21.03.2016
Регистрационный № 039-1215

**МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: РУП «Научно-практический центр гигиены»

АВТОРЫ: канд. мед. наук С.Л. Итпаева-Людчик, А.В. Кравцов, И.В. Арбузов,
канд. техн. наук И.В. Соловьева, Н.П. Быкова, А.Ю. Баслык, А.А. Грузин,
П.И. Можейко

Минск 2015

ГЛАВА 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. В настоящей инструкции представлены порядок определения риска здоровью населения от воздействия физических факторов (шум и электромагнитные излучения радиочастотного диапазона; далее — ЭМИ) в условиях проживания и нормативные показатели качественной оценки риска здоровью населения.

2. Настоящая инструкция применяется при выполнении работ по оценке риска здоровью населения от воздействия шума и ЭМИ в условиях проживания для:

- выявления риска неблагоприятного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека;
- прогноза санитарно-гигиенической ситуации в условиях стабилизации или изменений уровней воздействия физических факторов на население;
- обоснования санитарно-гигиенических (профилактических) мероприятий, направленных на устранение (снижение) риска здоровью населения;
- проведения государственной санитарно-гигиенической экспертизы проектных решений в области размещения, строительства новых и реконструкции существующих объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду;
- оценки ущерба (вреда) здоровью человека от воздействия физических факторов среды;
- установления причин возникновения и распространения инфекционных заболеваний, обусловленных воздействием факторов окружающей среды.

3. В настоящей инструкции не рассматриваются вопросы оценки риска здоровью населения от воздействия физических факторов в условиях проживания, обусловленного:

- источниками внешнего происхождения;
- производственными процессами, для которых регламентируется воздействие шума и ЭМИ;
- процессами, связанными с экспозицией эффектов интерференции или воздействия физических факторов на электронные стимуляторы и дефибрилляторы сердца, имплантированные слуховые аппараты, металлические протезы и подобное;
- жизнедеятельностью людей (игра на музыкальных инструментах, применение пиротехнических средств, громкая речь и пение, выполнение бытовых (ремонтных) работ, проведение ручных погрузочно-разгрузочных работ, резкое закрытие дверей, содержание домашних животных и др.);
- подачей звуковых сигналов и срабатыванием звуковой охранной и аварийной сигнализации;
- аварийно-спасательными и аварийными ремонтными работами по ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и других чрезвычайных

ситуаций природного и техногенного характера, которые не носят регулярный или плановый характер;

- проведением богослужений, религиозных обрядов и церемоний в рамках канонических требований соответствующих конфессий.

4. В настоящей инструкции не рассматриваются вопросы оценки профессионального риска, возникающего вследствие воздействия вредных и опасных производственных факторов и факторов трудового процесса на здоровье работающих.

5. Настоящая инструкция предназначена для специалистов органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор в Республике Беларусь, и других заинтересованных, занимающихся проблемами оценки риска здоровью населения от воздействия физических факторов.

ГЛАВА 2 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В инструкции используются следующие термины и определения:

- анализ риска — процесс получения информации, необходимой для предупреждения негативных последствий для здоровья населения, состоящий из трех компонентов: оценка риска, управление риском, информирование о риске;

- средневзвешенный (эквивалентный) суточный шум (L_c) — обобщенный показатель, в котором учитывается распределение уровней звука в течение суток;

- доза фактора — мера экспозиции, характеризующая уровень физических факторов, влияющих на организм за определенный период времени;

- зависимость «доза – ответ» — корреляция между уровнем фактора (дозой) и долей экспонированной популяции, у которой развился специфический эффект;

- зависимость «доза – эффект» — связь между уровнем фактора (дозой) и степенью выраженности эффекта в экспонированной популяции;

- интегрированная оценка риска — процесс совместного анализа рисков, связанных с множеством источников, воздействующих факторов и маршрутов воздействия на человека, биоту или экологические ресурсы, с выделением определенной приоритетной области анализа;

- оценка риска для здоровья — процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания;

- допустимый (низкий) риск — уровень риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер по его снижению, и оцениваемый как незначительный по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности и жизни населения;

- экспозиция (воздействие) — численно выраженное количество фактора, контактирующее с организмом с определенной частотой и продолжительностью (т. е. показатель, учитывающий интенсивность и длительность контакта).

ГЛАВА 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Оценка риска для здоровья населения при воздействии физических факторов включает в себя этапы:

- идентификация опасности;
- оценка экспозиции;
- оценка зависимостей «экспозиция – ответ»;
- характеристика риска;
- оценка величины потенциального риска;
- факторы, влияющие на надежность оценки риска

2. Каждый этап завершается промежуточными результатами, которые имеют самостоятельную ценность и могут использоваться для решения различных задач и принятия управленческих решений. При скрининговой оценке исследование может быть ограничено одним или несколькими этапами. Скрининговая оценка проводится для уточнения задач исследования, а также экспресс-оценки конкретной санитарно-эпидемиологической ситуации.

ГЛАВА 4 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТИ

1. Этап идентификации опасности предусматривает выявление, сбор и анализ всей возможной информации об источниках физических факторов, воздействующих на население, с целью определения:

- уровня и частотных характеристик исследуемых физических факторов;
- времени воздействия физических факторов: сутки, неделя, месяц, год и др.;
- вероятных нарушений здоровья, связанных с воздействием исследуемых физических факторов.

2. Основными задачами этапа идентификации опасности являются характеристика источников физических факторов, выявление особенностей пространственного и временного распределения факторов.

3. Основными источниками информации для идентификации опасности являются данные инструментальных измерений физических факторов, полученные при лабораторном контроле источников, а также расчеты распространения физических факторов и распределения их интенсивности по внутренней среде помещения.

4. Измерение параметров физических факторов проводится в целях оценки их соответствия гигиеническим нормативам, для проверки полученных расчетных данных, с целью выявления источника воздействия.

5. Сбор информации о субъективных ощущениях, характеризующих неспецифические признаки нарушений здоровья в связи с воздействием физических факторов, осуществляется путем анкетирования (интервьюирования) населения.

ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ЭКСПОЗИЦИИ

1. Оценка экспозиции включает в себя определение нормируемых параметров физических факторов в заданный момент времени и продолжительности их воздействия (через учет количества и продолжительности воздействия фактора), а также оценку уровня воздействия вредного фактора.

2. В качестве основной единицы действующих уровней шума при оценке риска принимается показатель L_c (средневзвешенный уровень (эквивалентный) суточного шума), который может быть определен по формуле (приложение 1, формула 1) с учетом дневных и ночных уровней шума.

3. По формуле (приложение 1, формула 2) может быть оценен эквивалентный уровень шума за любой заданный период.

4. Перевод уровней шума (дБ) в единицы звукового давления (Па) осуществляется с помощью формул (приложение 1, формулы 3, 4).

Можно воспользоваться готовой таблицей перевода измеренных уровней шума в соответствующие квадраты давлений p^2 (приложение 1, таблица 1).

5. При наличии данных о почасовой динамике шумовой ситуации средневзвешенный шум может быть рассчитан по формуле (приложение 1, формула 5).

6. Величины L_d , L_n устанавливаются как средние для заданного периода времени (7–23 ч, 23–7 ч) по результатам ряда инструментальных или модельных исследований, охватывающих максимально возможное число шумовых событий во внутренней среде помещений.

7. Величины L_d , L_n могут быть использованы как самостоятельные характеристики экспозиции при изучении влияния дневного и/или ночного шума на состояние здоровья населения.

8. Величины взвешенных суточных уровней шума используются для оценки усредненной длительной экспозиции населения (приложение 1, формула 6).

9. Оценка экспозиции ЭМИ включает в себя определение электромагнитных характеристик радиочастотного диапазона в заданный момент времени и длительности сохранения определенных уровней, а также взвешенного уровня фактора.

10. Для оценки уровня экспозиции ЭМИ используются следующие характеристики: в диапазоне 10–300 МГц — электрическая (E) и магнитная (H) напряженности поля, в диапазоне 0,3–300 ГГц — плотность потока энергии.

11. Оценка экспозиции как величины, характеризующей установившийся длительный уровень ЭМИ, может быть выполнена путем инструментальных измерений и/или расчетным путем.

12. Энергетическая экспозиция может рассматриваться как средняя величина, характеризующая интенсивность и длительность воздействия ЭМИ конкретного вида (приложение 2, формула 7).

13. Если имеются данные о времени длительности воздействия (с учетом периодов работы источников и/или длительности пребывания населения под воздействием), рассчитывается средневзвешенная экспозиция (приложение 2, формула 8).

14. При одновременном воздействии ЭМИ разных частот аддитивный эффект учитывается следующим образом:

- если радиотехнические объекты оборудованы несколькими передатчиками и системами, работающими в диапазонах частот до 300 МГц, то суммарная электрическая или магнитная напряженность поля в каждом из этих диапазонов на прилегающей территории определяется по формулам (приложение 2, формулы 9, 10);

- суммарная плотность потока энергии (S_{Σ}) на анализируемой территории для диапазонов частот 0,3–300 ГГц определяется по формуле (приложение 2, формула 11).

15. При одновременном воздействии ЭМИ с разной частотой необходимо определить, является ли совместное воздействие полей с различными частотами аддитивным по эффекту. Аддитивность необходимо рассматривать отдельно для эффектов теплового и электрического возбуждения.

16. Результаты расчетной или инструментальной оценки экспозиции используют для гигиенической оценки и расчета риска для здоровья.

17. Для оценки экспозиции допускается использовать и другие данные, если они выполнялись аккредитованными лабораториями и представляют собой постоянные, систематизированные и однородные результаты измерений, содержащие как определения максимально разовых значений, так и эквивалентные показатели.

ГЛАВА 6

ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ «ЭКСПОЗИЦИЯ–ОТВЕТ»

1. Этап анализа зависимостей «экспозиция – ответ» и «экспозиция – эффект» предусматривает доказательное установление связи между экспозицией и частотой, распространенностью, видом и степенью выраженности предполагаемого вредного эффекта в популяции, подверженной вредному воздействию физического фактора.

2. Зависимость «экспозиция – ответ», полученную на основе статистических моделей, рекомендуется использовать для оценки риска от акустических воздействий при развитии неспецифических эффектов (приложение 3, формула 12); оценки риска от акустических воздействий при развитии специфических эффектов (приложение 3, формула 13).

3. При оценке риска нарушения здоровья под воздействием ЭМИ исходят из предположения о наличии порога вредного воздействия, ниже которого негативные эффекты не развиваются.

4. Оценка вероятности возникновения заболевания менингиомой или лейкозом выполняется путем решения эволюционных рекуррентных уравнений (14), (15) приложения 4.

5. Уравнения позволяют рассчитывать риск на любой заданный момент времени t .

6. Прогнозирование агрегированного риска возникновения менингиомы в уравнениях вычисляется через значение риска на текущий момент времени. В первый год жизни значение индивидуального риска принимаем как равное 0,01 для менингиом. На основе динамики изменения ЭМИ-нагрузки можно пошагово построить долгосрочный прогноз на весь период жизни.

7. Для решения системы рекуррентных уравнений могут быть использованы: стандартная офисная программа Microsoft Excel, различные математические пакеты типа MatLab, Mathematica и др. с аналогичными возможностями.

ГЛАВА 7 ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА

1. Характеристика риска интегрирует данные, полученные на всех предшествующих этапах исследования, и имеет целью получить количественную и качественную оценку риска, выявление и анализ значимости существующих проблем для здоровья населения; она является связующим звеном между оценкой риска для здоровья и управлением риском.

2. Ведущими принципами характеристики риска являются:

- интеграция информации, полученной в процессе идентификации опасности, оценки экспозиции и зависимости «экспозиция-ответ»;

- характеристика и обсуждение факторов неопределенностей и вариабельности результатов;

- представление информации о риске в понятной и доказательной форме с указанием на достоверность и ограничения в применении характеристик риска.

ГЛАВА 8 ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА

1. Величину потенциального риска неспецифических эффектов от воздействия шума следует оценивать по следующим критериям:

допустимый (низкий) — до 2% (до 0,02 в долях единицы);

умеренный (средний) — от 2 до 13% (0,02–0,13 в долях единицы);

высокий — от 13 до 38% (0,13–0,38 в долях единицы);

опасный — более 38% (более 0,38 в долях единицы).

2. Величину потенциального риска специфических эффектов от воздействия шума следует оценивать по следующим критериям:

- допустимый (низкий) — до 4,5% (до 0,045 в долях единицы);
- умеренный (средний) — от 4,5 до 15% (0,045–0,15 в долях единицы);
- высокий — от 15 до 50% (0,15–0,50 в долях единицы);
- опасный — более 50% (более 0,5 в долях единицы).

3. Величину потенциального риска от воздействия ЭМИ следует оценивать по следующим критериям:

- допустимый (низкий) — до 5% (до 0,05 в долях единицы);
- умеренный (средний) — от 5 до 35% (0,05–0,35 в долях единицы);
- высокий — от 35 до 60% (0,35–0,6 в долях единицы);
- опасный — от 60% (от 0,6 в долях единицы).

ГЛАВА 9

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ ОЦЕНОК РИСКА

1. Информация о риске, учитываемая при подготовке управленческих решений, должна быть настолько полной, насколько это реально возможно. Наряду с величиной риска должна быть охарактеризована присущая неопределенность ее оценки.

2. При описании причин неопределенностей при оценке риска необходимо учитывать:

- вариабельность, которая представляет собой неоднородность или непостоянство параметров популяции и физических свойств звуковых колебаний и особенностей их распространения на территории населенных мест;
- факторы, определяющие частичное отсутствие представления или данных об определенных параметрах, процессах или моделях (при этом в некоторых случаях неопределенность может быть уменьшена посредством дополнительных исследований или измерений).

3. Источниками неопределенностей при оценке экспозиции могут являться:

- исходные предположения о текущем и перспективном состоянии источников физических факторов в условиях проживания;
- результаты измерений, особенно, если они не отражают актуальное текущее состояние среды обитания;
- ошибки измерений, использование обобщенных или суррогатных данных;
- модели экспозиции, исходные предположения и вводимые в модели параметры, используемые для расчета факторной нагрузки в точке (зоне) воздействия;
- выбранные значения времени осреднения экспозиции.

4. Наряду с анализом неопределенностей при оценке экспозиции необходимо анализировать вариабельность воздействия, связанную с активностью индивидуумов, их поведением, а также с показателями

факторной нагрузки, уровень которой изменяется в результате экранирования, отражения, реверберации и т.п. в условиях проживания.

5. Для уменьшения неопределенности и снижения вариабельности показателей целесообразны дополнительные исследования, которые являются наиболее эффективными при условии выделения приоритетных источников физических факторов, выявленных негативных эффектов и контингентов риска среди населения.

Расчет эквивалентного уровня средневзвешенного суточного шума

$$L_c = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i * 10^{\frac{L_i}{10}}, \quad (1)$$

где L_i — измеренный (рассчитанный) уровень шума за заданный период t_i от n -источника;

t_i — время воздействия источника шума;

T — оцениваемый период времени.

$$L_{Aeg,t} = 10 \lg \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T p^2 A(t) dt \right\} / p_0^2. \quad (2)$$

где L_{Aeg} — эквивалентный скорректированный уровень шума за заданный период $pA(t)$ — текущее значение среднего квадратичного звукового давления с учетом коррекции «А», Па;

p_0 — исходное звуковое давление в воздухе $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$, Па (опорное звуковое давление);

T — время действия шума, ч.

$$p = 10^{\frac{L}{20} + \lg p_0} \quad (3)$$

и

$$p^2 = 10^{\frac{L}{10} + \lg p_0^2}, \quad (4)$$

где p — звуковое давление в точке наблюдения, Па;

$p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па — пороговая величина звукового давления, являющаяся порогом слышимости человека с нормальным слуховым аппаратом при частоте 1000 Гц.

Таблица 1. — Перевод уровней звукового давления в величины квадратов давлений, Па²

Десятки дБ	Единицы дБ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4×10^{-10}	5×10^{-10}	6×10^{-10}	8×10^{-10}	10^{-9}	$1,3 \times 10^{-9}$	$1,6 \times 10^{-9}$	$2,0 \times 10^{-9}$	$2,5 \times 10^{-9}$	$3,2 \times 10^{-9}$
10	4×10^{-9}	5×10^{-9}	6×10^{-9}	8×10^{-9}	10^{-8}	$1,3 \times 10^{-8}$	$1,6 \times 10^{-8}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$2,5 \times 10^{-8}$	$3,2 \times 10^{-8}$
20	4×10^{-8}	5×10^{-8}	$6,3 \times 10^{-8}$	8×10^{-8}	10^{-7}	$1,3 \times 10^{-7}$	$1,6 \times 10^{-7}$	$2,0 \times 10^{-7}$	$2,5 \times 10^{-7}$	$3,2 \times 10^{-7}$
30	4×10^{-7}	5×10^{-7}	$6,3 \times 10^{-7}$	8×10^{-7}	10^{-6}	$1,3 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	$2,5 \times 10^{-6}$	$3,2 \times 10^{-6}$
40	4×10^{-6}	5×10^{-6}	$6,3 \times 10^{-6}$	8×10^{-6}	10^{-5}	$1,3 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$3,2 \times 10^{-5}$
50	4×10^{-5}	5×10^{-5}	$6,3 \times 10^{-5}$	8×10^{-5}	10^{-4}	$1,3 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-4}$
60	4×10^{-4}	5×10^{-4}	$6,3 \times 10^{-4}$	8×10^{-4}	10^{-3}	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^{-3}$
70	4×10^{-3}	5×10^{-3}	$6,3 \times 10^{-3}$	8×10^{-3}	10^{-2}	$1,3 \times 10^{-2}$	$1,6 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$3,2 \times 10^{-2}$
80	4×10^{-2}	5×10^{-2}	$6,3 \times 10^{-2}$	8×10^{-2}	10^{-1}	$1,3 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^{-1}$	$2,0 \times 10^{-1}$	$2,5 \times 10^{-1}$	$3,2 \times 10^{-1}$
90	4×10^{-1}	5×10^{-1}	$6,3 \times 10^{-1}$	8×10^{-1}	1	1,25	1,6	2	2,5	3,2
100	4	5	6,3	8	10	12,5	16	$2,0 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$	$3,2 \times 10^1$
110	4×10^1	5×10^1	63	8×10^1	10^2	125	160	$2,0 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$
120	4×10^2	5×10^2	$6,3 \times 10^2$	8×10^2	10^3	$1,25 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$
130	4×10^3	5×10^3	$6,3 \times 10^3$	8×10^3	10^4	$1,25 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$3,2 \times 10^4$
140	4×10^4	5×10^4	$6,3 \times 10^4$	8×10^4	10^5	$1,25 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$
150	4×10^5	5×10^5	$6,3 \times 10^5$	8×10^5	10^6	$1,25 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$
160	4×10^6	5×10^6	$6,3 \times 10^6$	8×10^6	10^7	$1,25 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$3,2 \times 10^7$

$$L_c = \frac{L_{t1}^i * p_1 + L_{t2}^i * p_2 + \dots L_{tn}^i * p_n}{p_1 + p_2 + \dots p_n} \quad (5)$$

$$L_{c,t} = \frac{\sum_{i=1}^N L_{den}^i}{N}, \quad (6)$$

где $L_{c,t}$ — эквивалентный уровень средневзвешенного суточного шума за исследуемый период (t), измеренный N раз.

Расчет величины энергетической экспозиции

$$\bar{\mathcal{E}} = \frac{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_j^i}{N}, \quad (7)$$

где \mathcal{E}_j^i — i -я измеренная или рассчитанная величина энергетической экспозиции j -го вида (плотность индукционного тока, напряженность электрического или магнитного поля, плотность потока энергии);

N — число измерений (результатов расчетов) за исследуемый период.

$$\bar{\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E}_{j_1}^i \cdot p_1 + \mathcal{E}_{j_2}^i \cdot p_2 + \dots + \mathcal{E}_{j_n}^i \cdot p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}, \quad (8)$$

где $p_{1,2,n}$ — удельный вес времени пребывания населения под воздействием ЭМИ с интенсивностью.

$$E_{\Sigma} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}, \quad (9)$$

$$H_{\Sigma} = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + \dots + H_n^2}, \quad (10)$$

где E_{Σ}, H_{Σ} — суммарная напряженность поля;

$E_1, H_1, E_2, H_2, \dots, H_n, E_n$ — напряженность поля, создаваемая каждым передатчиком в определенной точке данного диапазона;

$$S_{\Sigma} = S_1 + S_2 + S_n, \quad (11)$$

где $S_{1,2,n}$ — плотность потока энергии, создаваемая каждым передатчиком в определяемой точке.

Расчет неспецифического и специфического риска воздействия шума

$$Risk^{NSP} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * \int_0^{Pr^{NSP}} e^{\frac{x}{2}} dx, \text{ где } Pr^{NSP} = -4,551 + 0,08531 * L_c \quad (12)$$

$$Risk^{SP} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * \int_0^{Pr^{SP}} e^{\frac{x}{2}} dx, \text{ где } Pr^{SP} = -6,6771 + 0,07041 * L_c \quad (13)$$

Расчет риска от ЭМИ

Уровень заболеваемости на первом году жизни задается из расчета 1 сл./100 тыс. чел.

$$P_{t+1}^M = P_t^M + \left(0,02 * P_t^M + 0,00006 * \left\langle \frac{I}{0,075} - 1 \right\rangle \right) * C \quad (14)$$

$$P^L(t) = (-9,12 * 10^{-7} * (C_t)^4 + 1,68 * 10^{-4} * (C_t)^3 - 9,2 * 10^{-3} * (C_t)^2 + 0,1 * C_t + 2,8) * \left(1 + \left(0,2 * \left\langle \frac{I^L}{0,1} - 1 \right\rangle + 1,5 * \left\langle \frac{I^H}{0,075} - 1 \right\rangle \right) * (e^{0,039} + 0,07) \right) \quad (15)$$

где P_t^M — вероятность заболевания менингиомами на начальный (заданный) момент времени t в расчете на 100 тыс. человек;

P_{t+1}^M — вероятность заболевания менингиомами для следующего временного шага (зависит от) в расчете на 100 тыс. человек;

$P^L(t)$ — вероятность заболевания лейкозом на заданный момент времени t в расчете на 100 тыс. человек;

I — напряженность излучения за исследуемый период времени (Т/м²);

I^L — напряженность низкочастотного излучения за исследуемый период времени (мТ);

I^H — напряженность высокочастотного излучения за исследуемый период времени (Вт/м²);

$C(C_t)$ — временной эмпирический коэффициент, принимаемый в соответствии с таблицей 2;

$\langle \rangle$ — скобки Келли, принимающие значения $\langle x \rangle = 0$, при $x < 0$ и $\langle x \rangle = x$, при $x \geq 0$.

Таблица 2. — Значение коэффициента $C(C_t)$ для расчета риска за период t

Период времени, t	Час	день	неделя	месяц	Год
C	0,000114	0,00274	0,019231	0,083333	1