Исследование аспектов безопасности СВЧ-диапазона электромагнитных волн от телефона и гарнитур

Таскаева Людмила Петровна,
учитель физики и астрономии высшей категории Гимназии №14 г. Гомеля, Беларусь.

Таскаева Татьяна Игоревна,
врач-педиатр,
Гомельская областная детская клиническая больница, Беларусь.
E-mail: sunny-tanka@mail.ru

Всё, что не измеряется — остаётся бесконтрольным!

Источники электромагнитного излучения широко распространены не только в различных отраслях промышленности, но и особенно в современном быту. В настоящее время, в связи с большой распространённостью различных бытовых приборов и малой осведомлённостью населения о безопасном их использовании, люди часто получают повреждения от электромагнитного воздействия для своего организма, порой даже этого не осознавая и не замечая. В отличии от ионизирующего излучения, при котором клетки организма и структура ДНК быстро получают явные разрушения, неионизирующее электромагнитное воздействие носит более длительный и кумулятивный (накапливающийся) разрушающий эффект.

В современном мире мы находимся в плотном облаке электромагнитного смога: на работе, дома, а с развитием эры гаджетов и гарнитур и вовсе перманентно подвергаемся усиленному электромагнитному облучению.

Электромагнитные поля особенно опасны для растущего организма детей и для клеток, которые не способны полностью восстанавливаться после повреждения—для клеток ЦНС, головного мозга. Вдобавок ко всему растущие и развивающиеся ткани детского или подросткового мозга обладают большей способностью поглощать электромагнитные волны.

Опасность электромагнитного излучения (ЭМИ) заключается в том, что его невозможно почувствовать, оно не имеет вкуса, запаха и цвета, но обладает большой проникающей силой. Причем высокочастотные волны наносят больший биологический вред, чем длинные. Многочисленные эксперименты подтвердили, что волны миллиметровой частоты практически полностью задерживаются кожей, а сантиметрового и дециметрового интервала (СВЧ спектр, на котором работает блютуз технология гарнитур) практически не поглощаются эпидермисом и проникают дальше на глубину 17 мм в ткани, негативно действуя на органы, а главное — на клетки мозга, ведь теперь мы допускаем многочасовое ношение работающих наушников с технологией блютуз в непосредственной близости от мозга— главного органа нервной системы, который является самой высокочувствительной структурой для электромагнитного излучения, особенно растущего и интенсивно формирующегося детского организма!

Ввиду доказанной опасности электромагнитного излучения на производстве введены нормы, которые отражены в нормативах Республики Беларусь СанПиН № 150 с изменениями и дополнениями от 5 марта 2015 года № 23 для промышленных установок «Электромагнитные поля в производственных условиях», а вот в быту таких нормативов до сих пор не существует! ВОЗ просто рекомендует снижать данный вид воздействия, а по факту мы обрастаем ещё более удобными помощниками в жизни для упрощения повседневных дел...

Отдельным камнем преткновения и малоизученных процессов на организм стоит технология блютуз — беспроводная передача информации с помощью радиоволн в определенном диапазоне частот СВЧ 2,4-2,8 ГГц с перестройкой частоты, где несущая частота сигнала скачкообразно меняется 1600 раз в секунду! И если говорить про наушники с данной технологией, то мы вторгаемся в относительно стабильную частоту работы головного мозга 1600 раз в секунду чужеродной частотой технологии!

Оживлённые споры о том, безвредно ли использовать устройства, работающие в этом диапазоне, идут до сих пор.

В данном диапазоне действуют не только наушники, но и сотовые телефоны, привычные микроволновки, WiFi и многие другие устройства. Вред от микроволновых печей и сотовых телефонов (приборы с достаточно большой мощностью) объективно доказан, причём наиболее интенсивное излучение дают мобильные телефоны с частотой 812 МГц, являющиеся самыми распространёнными гаджетами, по таким телефонам специалисты на основе исследования ВОЗ в 13 странах рекомендуют разговаривать не более 15 минут (!) в день, а вот маломощные блютуз-устройства и вовсе автоматически берутся за категорию несущественное влияние...

Наша работа делает упор на потенциальный вред блютуз наушников, ведь именно здесь сошлись влияния нескольких факторов, которые просто невозможно не брать в расчёт! Современный рабочий человек или современная молодёжь проводят в них часы (!) своей жизни к ряду: бизнес-переговоры, музыка, аудио-книги и другой контент, ночное засыпание под музыку в наушниках как отдельный вид неконтролируемого во времени электромагнитного воздействия в сантиметрах (!) от головного мозга, который в добавок ко всему ночью должен самовосстанавливать всю нашу нервную регуляцию на специфической для ночного сна частоте тета волн (фаза быстрого сна 4-8Гц) и дельта волн (фаза глубокого сна 0,5-4 Гц).

Профессор биохимии Университета Колорадо Джерри Филлипс, исследующий воздействие радиово

Джерри Филлипс вошел в группу ученых, написавших петицию во Всемирную Организацию Здравоох

Ученые считают, что неионизирующее электромагнитное поле увеличивает риск онкологических и др

В своей петиции они ссылаются на документ Международного агентства ВОЗ по изучению рака 201

Директор Центра охраны здоровья семьи и сообщества при Калифорнийском университете в Беркли

Филлипс и Московиц, несмотря на свою убежденность в опасности технологии блютуз, уточняют, чт

Официальные исследования ВОЗ касались лишь канцерогенного эффекта для головного мозга (в 2

Немного теории и фактов...

Электромагнитное поле (ЭМП) это особая форма материи, посредством которой осуществляется вза

Магнитное поле создается при движении электрических зарядов по проводнику. **Электрическое пол**

Важнейшей характеристикой электромагнитного поля является ближняя и дальняя зоны действия, в

Далее следует промежуточная зона (интерференции), где происходит наложение (взаимодействие)

И дальняя (волновая) зона, где полноценно сформирована электромагнитная волна, несущая в себе

Размер поля индукции для различных диапазонов волн.

Диапазон волн		Размер поля индукции (ближняя зона)
Высокочастотные (диапазон частот от 3 до 300 МГц) Телевидение, радиолокация	Длинные	160-500 м
	Средние	16-160 м
	Короткие	1,6-16 м
Ультравысокочастотные (диапазон частот от 300 до 3000 МГц) Радиотелефонная связь	Ультракороткие	16-160 см
Сверхвысокочастотные (диапазон частот от 3 до 300ГГц) Сотовая, спутниковая связь, радиолокация, радиорелейная связь, физиотерапия, микроволновые печи, вай-фай и блютуз технологии)	Дециметровые	1,6-16 см
	Сантиметровые	0,6-1,6 см

Изученные факты влияния электромагнитного излучения на здоровье человека.

Предварим информацию о влиянии электромагнитных полей на здоровье людей официальными ста

— пребывание в магнитном поле с индукцией более 0,2 мкТл детей в возрасте до 15 лет вызывает за

— при постоянной работе с компьютером зрение у детей падает на одну диоптрию в год — статисти

— у беременных женщин, работающих за компьютером, выкидыши случаются в 1,5 раза чаще — выв

— американскими учеными официально установлено негативное влияние магнитного поля работаю

— электрики заболевают раком мозга в 13 раз чаще, чем люди других профессий — данные ВОЗ.

— при постоянном нахождении в зоне действия мощных магнитных полей— снижение детородной ф

— Постоянное облучение организма может привести к обострению хронических болезней, развитию

Список можно продолжать достаточно долго. Важно осознать, что электромагнитное излучение (ЭМ

У организма человека есть собственное магнитное поле. Его называют биополем. Эта оболочка защ

Биологическое действие радиочастот:

Острое (электромагнитное излучение УВЧ и СВЧ)— термический эффект: переход электромагнитно

Из-за этого повышается температура тела, молекулы ионизируются и вызывают вторичные, более сл

сердце — 700 Гц,

мозг во сне — 10 Гц,

Мозг во время бодрствования — 50 Гц,

источник электромагнитных волн, работающий на другой или аналогичной частоте, может нарушить

Хроническое действие ЭМИ (наступает при ППЭ менее $1*10^5$мВт/м^2) —атермический (специфически

— угнетение кроветворения.

— нейроциркуляторную дистонию (слабость, усталость, снижение концентрации, головную боль, за

— развитие катаракты

— вероятное канцерогенное действие, особенно опухоли головного мозга.

Конечно, электроприборы значительно упрощают повседневную жизнь, но, образуют так назы века не принимали во внимание электромагнитное облучение, считая, что его кванты излучают меньше энергии, чем тепловое движение молекул, и совершенно безопасны для животного и растительного мира.

И лишь в конце 60-х годов прошлого века ученые ввели в обиход термин «радиоволновая болезнь».

Почему нормы СанПиН и ВОЗ столь разные.

На данный момент существуют следующие требования

по электромагнитным полям (касательно человека):

1. Рекомендации **В**семирной **О**рганизации **З**дравоохранения (**ВОЗ**).

Важно, что для СВЧ-спектра ВОЗ выделено значение влияния уже менее 1 мкВт/см^2 (10 мВт/м^2) **как лёгкое специфическое воздействие, а минимальный порог чувствительности для многих биологических объектов начинается на уровне 10^{-9}мВт/м^2!**

Нормативы **ВОЗ— это цифры** про защиту здоровья человека.

2. Нормативные требования **С**анитарных **П**равил и **Н**орм (**СанПиН**)

Нормативные требования **СанПиН** имеют несколько другое назначение. Их основная цель — не защита здоровья человека, а узаконивание мест с повышенным электромагнитным фоном в квартирах, домах, жилой зоне. То есть мест непосредственно расположенных рядом с линиями электроснабжения. Например, места входа в дом магистральных токоведущих кабелей, вводно-распределительных устройств и т.д. Основная задача **СанПиН** это защита интересов электроснабжающих организаций от претензий населения, касательно превышения нормативов ВОЗ. Вот поэтому нормативы **СанПиН** установили значительно превышающими значения **ВОЗ** и для СВЧ-спектра безопасным принято значение до 10 мкВт/см^2 (100 мВт/м^2), т.е. в 100 раз больше, чем норма ВОЗ!

Вот почему нельзя полностью ориентироваться на показатели СанПиН, как на безопасные значения для здоровья человека.

Нормативы переменных электрических и магнитных полей от электроприборов

Значение СанПиН для жилых помещений

Доказанное ВОЗ безопасное значение

Идеальные условия для здоровья человека

Частоты	*Прибор*	*Влияние на человека →*	*Нет*	*Легкое*	*Среднее*	*Сильное*	*Критич.*
50 Гц Бытовые электро-приборы <3000 Гц		Напряженность переменного электрич. поля. *(Это любые включенные в сеть приборы. Существенно увеличена в домах без заземления)*	0	<40 V/m	<500 V/m	5000 V/m	>5000 Вольт на метр
		Напряженность переменного магнитного поля. *(Это генераторы, трансформаторы, а также приборы нагревательные и работающие двигатели)*		<0,2 μT* <0,4 μT	<10 μT	100 μT	>100 микроТесла
Средние частоты >3000 Гц		Напряженность переменного магнитного поля. *(Это приборы с работающими генераторами, трансформаторами на частотах > 3000 Гц)*	0	<0,02 μT			микроТесла
Высокие частоты >300 МГц		Плотность потока электромагнитной энергии. *(Это радиотелефоны, спутниковая, сотовая связь и микроволновые печи.)*	0	<1 μW/cm²	<10 μW/cm²	100 μW/cm²	>100 микроВатт на кв. сантиметр
f = 0 Гц		Напряжённость электростатического поля	0		<15 kV/m	60 kV/m	>60 киловольт на метр

* <0,2 μT – значение для растущего организма = до 18 лет, **<0,4 μT** – для взрослого человека

Рисунок 1. Нормативы перманентных и магнитных полей от электроприборов по СанПиН и ВОЗ.

Сочетание факторов риска, которое нельзя оставить без внимания.

Почему же маломощное воздействие именно от блютуз-наушников можно и нужно считать неблагоприятным? Всё дело в анатомии уха, располагающегося лишь в нескольких сантиметрах от головного мозга и не имеющего достаточно убедительных механизмов защиты от электромагнитных волн, а, значит, излучатель электромагнитных волн воздействует непосредственно на головной мозг!

Проанализируем строение уха и его тесную связь с головным мозгом.

Строение органа слуха

Ухо человека состоит из трех отделов: наружного, среднего и внутреннего. Наружное ухо — видимая часть органа. Оно представлено ушной раковиной и наружным слуховым проходом.

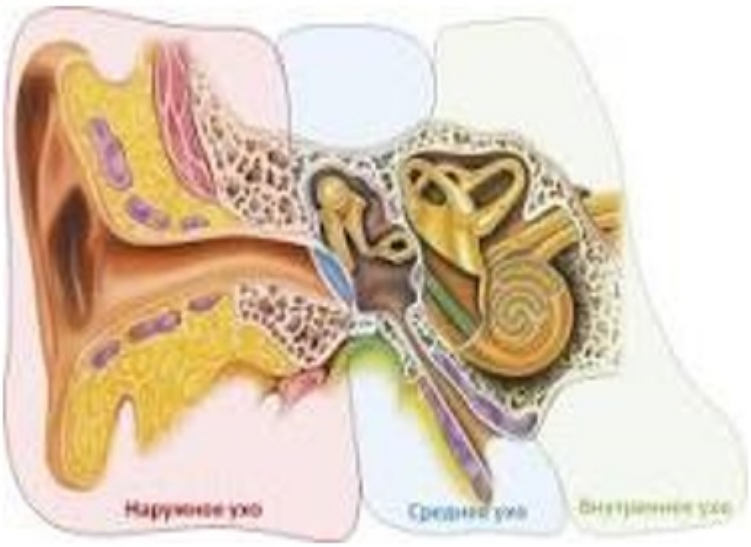


Рисунок 2. Строение уха.

Наружный слуховой проход — извилистый канал, длина которого составляет чуть от 2 до 3,5 см, а диаметр — до 0,7 см. В нем звуковой сигнал продолжает усиливаться и передается в среднее ухо. Описывая строение органа слуха, анатомы указывают, что наружная часть канала имеет хрящевые стенки, а контактирующая со средним ухом — костные.

Барабанная перепонка — это тонкая мембрана, покрытая снаружи кожей, изнутри — слизистой. У маленьких детей она имеет отверстие, из-за которого среднее ухо контактирует с внешней средой и более уязвимо для инфекции. Оно закрывается к 3 годам.

Толщина барабанной перепонки, как тонкого листа бумаги, составляет 0,1 мм. Научно доказано, что барабанная перепонка пропускает через себя электромагнитные волны, не являясь убедительной защитой.

Структуры среднего и внутреннего уха располагаются в теле височной кости.

Среднее ухо представлено полостью, объем которой составляет чуть более 1 кубического сантиметра. В ней расположены три маленькие слуховые косточки, которые соединены между собой в цепочку:

— молоточек;

— наковаленка;

— стремечко.

Они названы так по своему сходству с предметами обихода. Стремечко соединяется с окном преддверия. Среднее ухо также связано с носоглоткой посредством евстахиевой трубы, позволяющей выравнивать давление с окружающей средой при перелётах в самолёте, нырянии, простудных заболеваниях, когда нос не может функционировать в полноценном режиме из-за обилия слизистого секрета.

Внутреннее ухо — самое причудливое образование органа слуха человека. Оно состоит из улитки в которой совмещены:

— Полукружные каналы (орган равновесия).

— Кортиев орган (орган слуха).

Улитка это полое костное образование. Она действительно похожа внешне на раковину садовой улитки: широкий костный канал, ход которого, сужаясь, закручивается, сделав чуть меньше двух с половиной оборотов вокруг костной оси— стержня, в котором проходят нервные волокна и есть лимфатическая жидкость. Каждое из волокон похоже на маленькую струну и «откликается» (резонирует) на звук определенной частоты. Внутреннее ухо— один из самых энергоёмких органов, чрезвычайно чувствительный к качетсву кровоснабжения!

Среднее значение длины улитки 34 мм, внутреннего слухового прохода (канала, через который проходят слуховой и вестибулярный нервы и сосуды) 7-10 мм. Далее в непосредственной близости головной мозг. Анализатор слуховых импульсов— височная часть коры головного мозга, стоит на передовой линии потока электромагнитных волн!

Исходя из данных топографической анатомии общая длина от наружнего слухового прохода до височной доли коры головного мозга от 7,1 см до 8,9 см. С учётом зонирования СВЧ спектра волн это означает, что к головному мозгу реализуется дальняя зона, где полноценно сформирована электромагнитная волна, несущая в себе все биологические действия на организм. Напомним, волны санти- и дециметрового интервала ЭМИ доказано проходят эпителиальные барьеры и барабанную перепонку и реализуют своё действие непосредственно в тканях на глубине до 17 мм, то есть в тканях головного мозга! Больше всего эффектов достаётся коре височных областей, где

располагаются центры памяти, эмоций, слуха, вестибулярного аппарата.

Исходя из статьи «Психическое здоровье детей и подростков Беларуси: подходы к оценке и общее состояния» от 2024 года имеются следующие выводы:

Уровень общей заболеваемости психическими расстройствами детей и подростков на 100000 населения остаётся стабильно высокий 3460-4517 на 100000 населения и по нозологической рубрике преобладают именно психологические расстройства , эмоциональные расстройства и расстройства поведения, что составляет 68,3% удельного веса всех психиатрических расстройств детства и подростковости к 2022 году...

Чаще всего подростки жалуются на головные боли (45,1%), слабость, сонливость (35%), подавленное настроение и раздражимость (35%), бессонницу (17,5%), головокружение (16,8%), внутреннюю дрожь (12,6%) из выборки 3600 подростков 14-19 лет (Единственное исследование Белорусского Детского Фонда Юнисеф ООН в 2018-2019 годах в Беларуси).

Очень чётко прослеживается связь именно с височными корковыми функциями головного мозга, а анатомия уха в свете современных технологий представляется своеобразной «ахиллесовой пятой» для непосредственного воздействия электромагнитных волн на головной мозг без убедительных эволюционных средств защиты, ведь природа изначально не предполагала источник электромагнитного излучения буквально прямиком в ухе человека...

Практическая часть.

Точно измерить уровень электрического и магнитного поля в квартире, зоне жилой застройки и на рабочем месте от приборов может измеритель электромагнитного поля.

Измерители электрического и магнитного поля является для нас глазами в мире невидимых и опасных переменных электрических и магнитных полей.

Цель работы — на практике зафиксировать пиковый (в моменте) уровень электромагнитного излучения для головного мозга в различных бытовых ситуациях при сохранении анатомических особенностей взаимодействия между конфигурацией человеческого уха и гаджетов, создающих электромагнитный фон.

Нами взята полная анатомическая модель уха (1:1, для воссоздания целостности конструкции использовался пластилин за хорошие моделирующие и герметизирующие свойства, сотовый телефон, блютуз наушники, проводные наушники, современный высокочувствительный прибор для измерения электромагнитного фона Milerd в lab-режиме, способный отражать не только общую усреднённую константу, а пиковое значение электромагнитного уровня в секунду измерения.

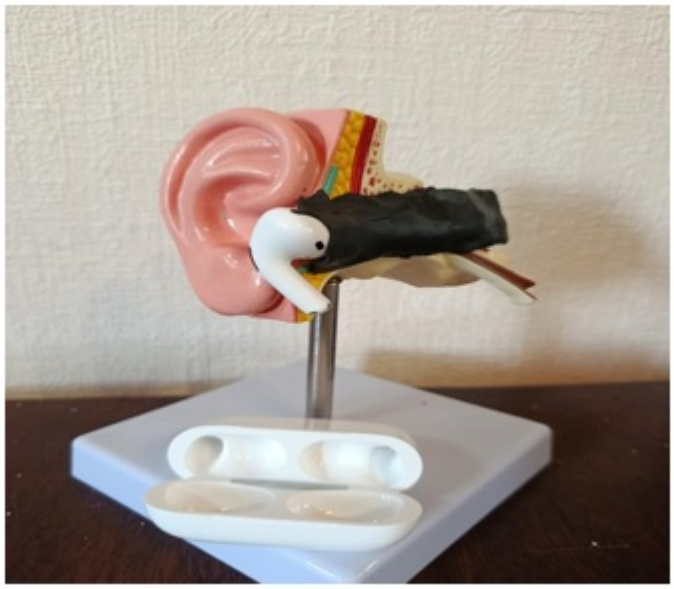


Фото 1. Анатомическая модель уха человека в эксперименте.

Ситуации использования:

1. прослушивание музыки на субмаксимальной для слуха громкости по блютуз наушнику

2. прослушивание музыки на субмаксимальной для слуха громкости по проводному наушнику

3. телефонный разговор непосредственно по телефону

4. телефонный разговор по блютуз наушнику

5. телефонный разговор по проводному наушнику.

Фото производились с частотой каждые 10 секунд исследования. Для минимизации электромагнитного смога вокруг, практическая часть эксперимента производилась в сельской местности при временно полностью отключенном энергообеспечении, а фотографии сделаны с помощью мобильного телефона, находящегося в режиме полёта, то есть без подключения к вышке, обеспечивающей связь.





Фото 2-4. Различные ситуации измерения электромагнитного излучения.

Полученные результаты:

Ситуации использования	Результаты пикового значения электромагнитного излучения , ППЭ мВт/м^2										Среднее значение ППЭ, мВт/м^2
Прослушивание музыки по блютуз-наушнику	0,738	0,986	1,00	1,03	1,34	1,73	0,945	0,821	0,752	0,666	1,001
Прослушивание музыки по проводному наушнику	0,003	0,017	0,403	0,55	0,006	0,005	0,010	0,32	0,005	0,003	0,132
Разговор телефон-телефон	91,7	117	104	117	71,2	64,4	223	343	156	177	146,430
Телефонный разговор по блютуз наушнику	1,34	1,21	1,25	0,953	0,876	0,903	1,12	1,12	1,50	1,73	1,200
Телефонный разговор по проводному наушнику	0,011	0,093	0,043	0,013	0,005	0,023	0,022	0,026	0,033	0,013	0,028

Сравним значения:

Уровень естественных электромагнитных полей в природе 0,03 мВт/м^2.

Минимальный порог чувствительности для многих биологических объектов установлен

на уровне 10^{-9}мВт/м^2.

Часть вторая. Способы экранировки.

В промышленности, в военном деле, а так же для бытовых нужд для экранировки электромагнитного излучения применяется ткань Фарадея— ткань с вшитыми нитями в виде переплетающейся сети меди и никеля (около 60% полиэстер, около 30% меди, около 10% никеля). Благодаря такой комбинации материал получается гибкий, износостойкий, с хорошим уровнем защиты от электромагнитных волн. Принцип действия: электромагнитные волны, ударяясь о поверхность данной ткани, гасятся за счёт наведенных токов, не проникая внутрь. Так же данная ткань пропускает свет и звук, что важно для нас, чтобы попробовать интегрировать её в блютуз гарнитуру, не мешая самому принципу соединения телефона с гарнитурой, но экранируя электромагнитные волны, проникающие внутрь уха, оставляя звук.

На силиконовый клей нами приклеен элемент ткани Фарадея на конечный отдел силиконовой подушечки.

Устанавливать блютуз-соединение гарнитуре данный элемент не помешал! И так же как и раньше, блютуз-наушник по-прежнему качественно проводит звук!



Фото 5. Блютуз наушник с тканью Фарадея. Соединение с гарнитурой установлено.

А что же с результатами электромагнитного излучения?

Проводим прежний опыт с усовершенствованной моделью наушника и динамика мобильного телефона.

Результаты с тканью Фарадея

Ситуации использования	Результаты пикового значения электромагнитного излучения , ППЭ мВт/м^2										Среднее значение ППЭ, мВт/м^2
Прослушивание музыки по блютуз-наушнику	0,19	0,18	1,00	0,017	0,016	0,015	0,015	0,015	0,016	0,018	0,1482
Прослушивание музыки по проводному наушнику	0,003	0,011	0,006	0,007	0,005	0,02	0,013	0,005	0,003	0,006	0,0079
Разговор телефон-телефон	9,04	19,5	10,4	9,31	16,0	9,66	10,4	13,4	6,75	5,62	11,008
Телефонный разговор по блютуз наушнику	0,153	0,114	0,166	0,179	0,205	0,132	0,205	0,217	0,230	0,137	0,1738
Телефонный разговор по проводному наушнику	0,031	0,025	0,019	0,011	0,041	0,022	0,011	0,027	0,013	0,011	0,0211

Сравним электромагнитные излучения по степени нарастания значений, согласно практической части работы:

1. Безопасное значение СВЧ-диапазона по ВОЗ 0 мВт/м^2.

2. Минимальный порог чувствительности для многих биологических организмов 10^{-9} мВт/м^2.

3. Уровень естественных электромагнитных полей в природе

0,03 мВт/м^2.

4. Атермический (специфический) эффект СВЧ-диапазона электромагнитных волн более 0 до 10^5 мВт/м^2.

5. Использование проводных наушников при разговоре/прослушивании музыки (среднее значение) с экранировкой защитной тканью Фарадея 0,0145 мВт/м^2.

6. Использование проводных наушников при разговоре/прослушивании музыки (среднее

значение) 0,08 мВт/м^2.

7. Использование блютуз наушников при разговоре/прослушивании музыки (среднее значение) с экранировкой тканью Фарадея 0,15 мВт/м^2.

8. Использование блютуз наушников при разговоре/прослушивании музыки (среднее значение) без экранировки защитной тканью Фарадея 1,1 мВт/м^2

9. Разговор телефон-телефон с экранировкой динамика защитной тканью Фарадея 11,008 мВт/м^2.

10. Разговор телефон-телефон без экранировки защитной тканью Фарадея 146 мВт/м^2.

11. Термический (неспецифический) эффект СВЧ-диапазона электромагнитных волн 10^5 мВт/м^2

Выводы и предложения:

1. Анатомия человеческого уха такова, что для электромагнитных волн возникает практически беспрепятственная среда между органом слуха и головным мозгом. Данную особенность просто невозможно не брать в расчёт, оценивая влияние на здоровье человека и возросшие жалобы у современного человека со стороны нервной системы, в т.ч. среди подростков за последнее время.

2. Длина электромагнитных волн СВЧ-диапазона (мобильная связь, наушники и гарнитура с технологией блютуз) такова, что в тканях головного мозга реализуется дальняя зона, где электромагнитная волна полностью сформирована, а, значит, несёт в себе все биологические действия на организм, до настоящего момента норм в быту для электромагнитного излучения нет, ВОЗ определяет абсолютно безопасным значение СВЧ-диапазона электромагнитного излучения 0 мВт/м^2!

3. Уровень электромагнитного поля свч-диапазона для блютуз наушников, нефизиологично генерирующих электромагнитные волны непосредственно в ухе человека, в 2,7 раза превышает уровень естественных электромагнитных полей в окружающей природе и оказывает специфические эффекты на ткани головного мозга и в 4867 раз превышает уровень естественных электромагнитных полей для мобильной связи телефон-телефон. Вред мобильной связи уже объективно доказан! Специалисты рекомендуют разговаривать по мобильному телефону не более 15 минут в день.

4. Использование минимального объёма экранирующей ткани Фарадея на финальном конце силиконовых подушечек наушников или в области динамика мобильного телефона при разговоре не мешает устанавливать полноценное качественное соединение между мобильными телефонами при разговоре или между парой телефон-блютуз наушники, однако, существенно снижает электромагнитную нагрузку на чувствительную ткань головного мозга.

5. Использование минимального объёма ткани Фарадея сразу при производстве наушников или в области динамика мобильного телефона экономически не обременительно, но несёт в себе отличные защитные свойства для сохранения здоровья (для экранировки одного наушника нам потребовался фрагмент ткани Фарадея 0,7*0,7 см, а для экранировки в области динамика мобильного телефона полоска защитной ткани 7,5 см*1 см при средней себестоимости ткани 100 белорусских рублей (33 $) за 1м^2.

6. Исходя из выводов работы, мы предлагаем использовать ткань Фарадея нестандартно, то есть не для полного блокирования электромагнитных волн, для чего она изобреталась изначально, а с полной серьёзностью рассмотреть её уникальные бинарные свойства, которые были доказаны в данной работе— минимальный объём ткани Фарадея, располагающейся

в критических для защиты головного мозга местах гаджетов и гарнитур, не препятствует устанавливать качественное соединение, не искажает качество звучания, однако, выступает весомым защитником нашего здоровья, уменьшая в 13,2 раз электромагнитную нагрузку при разговоре телефон-телефон, и в 7,3 раза снижает электромагнитную нагрузку от блютуз технологии наушников, что существенно влияет на здоровье, зная, что современный человек проводит в наушниках часы своей жизни, использование же проводных наушников с экранировкой тканью Фарадея и вовсе становится приближено к естественному электромагнитному фону, встречаемому в природе.

Пусть современные технологии будут действительно современными, в том числе в контексте аспектов безопасности, тем более, если для этого есть простое физическое решение!

Список использованной литературы:

1. Санитарные нормы и правила «Требования к электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона при их воздействии на человека»

2. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые уровни электромагнитных излучений радиочастотного диапазона при их воздействии на человека» Постановление Министерства Здравоохранения РБ от 05.03.2015 № 23 с изменениями и дополнениями.

3. Гигиеническая оценка электромагнитных полей. Учебно-методическое пособие БГМУ. Кафедра гигиены труда. И.В. Скоробогатая, Э.И. Леонович, Минск, 2018.

4. Военно-полевая терапия. Учебно-методическое пособие. Бова Александр Андреевич. www.e-libra.ru

5. Конспект лекций НГУЭУ «Беспроводные каналы связи. Сети беспроводного доступа» www.sdo.nsuem.ru

6. Нормативы электромагнитного излучения. Влияние электромагнитного излучения на организм человека. www.svetmed.kz, 31.12.2023

7. Невидимая опасность электромагнитного загрязнения. www.quarta-rad.ru

8. Электромагнитные волны: невидимая опасность. Испытательная лаборатория vestalab. www.testlab.ru

9. Строение, функции и особенности органа слуха человека. www.audionika.ru

10. Функции корковых анализаторов головного мозга. Справочник MSD. Профессиональная версия. www.msdmanuals.com.