

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Тимошенко К.М., магистрант; Паслён В.В., зав. каф., к.т.н., доц.
(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Применение СВЧ волн в медицине чаще всего связано с положительным эффектом, который даёт локальный нагрев определённых частей человеческого тела. Это наиболее изученная сторона электромагнитного излучения, применяемая в медицинской практике. В то же время электромагнитное излучение носит и отрицательный характер, связанный с влиянием СВЧ поля на нейронные связи межклеточной структуры, а также ДНК. Указанный эффект, а также и другие аспекты медицинского и психологического воздействия СВЧ волн на человека находятся сейчас в поле экспериментальных исследований.

Широкое использование сотовой связи вызвало беспокойство о возможной вредности электромагнитного поля, излучаемого телефоном. Анализ данной проблемы выявил, что влияние излучения сотового телефона негативно сказывается на здоровье человека, которое вызывает различные функциональные отклонения, приводящее к развитию патологических изменений.

В конце 2017 года аналитики Gartner (исследовательская и консалтинговая компания, специализирующаяся на рынках информационных технологий) сообщили о статистике уходящего года по продажам мобильных телефонов. По итогам всего 2017 года объем рынка возрос на 2,7%, превысив 1,5 млрд устройств. Фактическое количество абонентов мобильной связи по миру около 8 млрд. Это означает, что один человек использует несколько устройств или одно устройство на несколько SIM-карт. По данным недавнего исследования Eurobarometer (организация, проводящая опрос населения для определения общественного мнения в Европе), у 70% европейских детей имеются собственные мобильные телефоны, а в некоторых странах эти цифры значительно выше [1].

В Донецкой Народной Республике ситуация состоит иным образом. На начало февраля 2018 года количество абонентов «Феникс» составляет 930 тыс. человек. Это число растёт, но всё равно ещё не у каждого жителя ДНР имеется активная SIM-карта.

Мобильными телефонами на сегодняшний день пользуются практически все слои населения: дети и подростки, беременные и кормящие женщины, люди с ослабленным здоровьем, не осознавая, что не существует однозначного мнения о влиянии ЭМИ от мобильных телефонов на организм и здоровье человека.

Согласно статистике операторов сотовой связи около 70 % пользователей разговаривают по телефону более 30 минут в день; 30 % людей имеют по 2 сотовых телефона и регулярно их используют; 40 % наших сограждан на ночь кладут телефон на расстояние менее 0,7 м от головы, а ведь даже в состоянии покоя сотовый телефон излучает электромагнитное излучение для связи с базовой станцией; более 25 % пользователей имеют возраст до 18 лет и дольше других категорий разговаривают по мобильному телефону; только 20 % пользователей знают, что влияние мобильного телефона на человека может быть чрезвычайно вредным [2].

Если взрослое поколение подвергается облучению на уже сформировавшийся мозг, то у детей ситуация состоит худшим образом. Редко на сегодняшний день встретишь ребёнка, который не имеет мобильного телефона [3]. По результатам некоторых исследований 39% школьников 5-11 классов, пользуются телефоном более 30 минут в день. В 72% случаях телефон хранится в непосредственной близости к жизненно важным органам. У 53% школьников мобильный телефон во время сна находится рядом с кроватью. 79% говорят по телефону, приложив его непосредственно к уху [4]. Головной мозг ребёнка находится в стадии развития и более уязвим к воздействию вредных факторов внешней среды по

сравнению с мозгом взрослого. Доказано, что мозг ребёнка поглощает электромагнитной энергии больше, воздействию подвергается большее количество отделов мозга, в том числе ответственных за умственное развитие. Это связано с меньшими размерами головы и более тонкими костями черепа ребенка, по сравнению с взрослым человеком. При этом ЭМИ проникает в те области мозга, которые у взрослого человека, как правило, не облучаются.

Исследованиями влияния излучения мобильного телефона в большинстве случаев занимаются зарубежные учёные. Это объясняется лучшим финансированием. Кроме того, в странах СНГ используется своя система, в которой предельно допустимый уровень высокочастотного излучения для частей тела, кроме кистей рук, составляет 10 мкВт/см^2 , хотя все телефоны указывают уровень SAR в характеристиках. Расчёты уровня SAR и теплового воздействия должны выполняться по утверждённым методикам. Максимальные рекомендуемые уровни SAR в Европе составляют 2 Вт/кг при усреднении на 10 г тканей, в США – $1,6 \text{ Вт/кг}$ при усреднении на 1 г тканей.

На сегодняшний день не существует единой научно обоснованной теории о степени влияния излучения мобильных телефонов на здоровье человека. Ввиду того, что данная проблематика не до конца изучена, соответственно нет однозначных обоснований мер предосторожности и безопасности использования мобильных телефонов для взрослых людей, ситуация с детьми состоит несколько хуже. Научные исследования ещё ведутся и не закончены, но в ряде стран существуют ограничения и рекомендации по уровню излучения мобильных устройств.

Для моделирования действия ЭМП на биологические системы, задается падающее поле, часть которого поглощается в БО и накапливается, таким образом, энергия, преобразуемая в тепло. Характеристики скорости удельного поглощения (SAR - Specific Absorption Ratio) и удельного поглощения (SA) в биологических системах или моделях ткани были приняты как тестовые величины на радиочастотах [5].

Как только найдено возбужденное поле E [В/м], величина SAR [Вт/кг] определяется по формуле:

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho} \quad (1)$$

где σ – проводимость материала в данном объеме, См/м;

E – напряженность поля, В/м;

ρ – удельная плотность вещества, кг/м³.

Для исследования воздействия излучения мобильного телефона на организм человека, а именно на головы детей различных возрастов, необходимо построить трёхслойную модель головы. Каждый из слоёв задаётся следующими параметрами: плотность, диэлектрическая проницаемость, проводимость и теплопроводность кожи, черепа, мозга соответственно (табл.1). Для оценки степени влияния электромагнитного и теплового воздействия на модели головы используется простейшая модель мобильного телефона со спиральной антенной.

Моделирование проводилось в ПП CST STUDIO SUITE 2017. В более новых версиях программы имеется возможность выбрать, что именно будет моделироваться. Так, моделирование и расчёт биологических объектов явно будет отличаться от моделирования и расчёта оптических объектов. Все эти параметры в программе уже учтены.

Расчёты SAR были выполнены для моделей головы детей 3-х летнего, 7-летнего и 10-летнего возрастов на частотах 900 МГц и 1800 МГц . Результаты расчётов представлены в таблицах 2 и 3. Также были выполнены расчёты SAR в зависимости от расстояния моделей головы детей от модели головы взрослого человека, использующего мобильный телефон. На рисунке 1 представлены модели головы взрослого человека, мобильного телефона, находящегося вплотную к модели головы взрослого человека, и 10-летнего ребёнка, на некотором расстоянии от модели головы взрослого человека.

Таблица 1 – Основные параметры трёхслойной модели головы ребёнка в зависимости от возраста

Возраст	Вещество	Толщина, мм	Радиус границы сферы, мм	Относительная диэлектрическая проницаемость ϵ	Проводимость, σ , См/м	Теплопроводность, Вт/град/м	Плотность, ρ , кг/м ³
3 года	кожа	1	78,9	43,48 (для 0,9 ГГц) 46,1 (для 1,8 ГГц)	0,91 (1,4)	0,44	850
	кость	2	77,9	23,12 (21,32)	0,38 (0,87)	0,42	1000
	мозг	Заполнение	75,9	47,65 (55,65)	0,795 (1,55)	0,59	1100
7 лет	кожа	1,2	81,6	47,11 (44,85)	0,99 (1,37)	0,43	1022
	кость	2,5	80,4	21,97 (22,97)	0,36 (1,00)	0,41	1070
	мозг	Заполнение	77,9	56,88 (54,64)	1,01 (1,52)	0,58	1083
10 лет	кожа	1,5	83,9	45,89 (43,56)	0,96 (1,33)	0,42	1600
	кость	3	82,4	18,48 (17,48)	0,54 (1,14)	0,4	1750
	мозг	Заполнение	79,4	56,01 (53,67)	1,00 (1,49)	0,57	1800

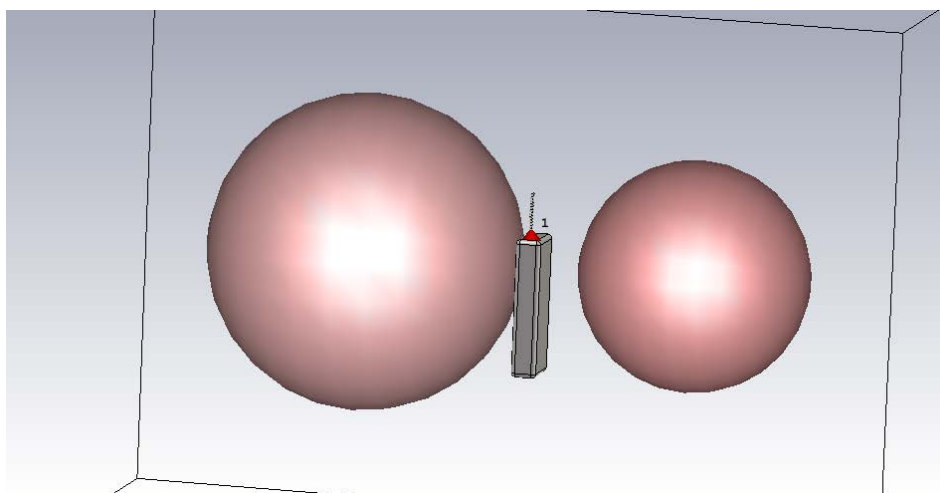


Рисунок 1 – Модели голов взрослого человека, разговаривающего по мобильному телефону, и ребёнка

Полученные данные максимального значения SAR моделей детской головы не являются точными и для полной картины их следует увеличить как минимум в 3 раза.

На основании анализа данных, представленных в таблицах 2 и 3, можно сделать вывод, что максимальное значение SAR уменьшается с увеличением возраста ребёнка, но эти значения превышают максимальные значения SAR модели головы взрослого человека и в несколько раз превышают допустимые значения, принятые в мировых стандартах.

Таблица 2 – Максимальные значения SAR, усреднённые по весу 1 г (SAR_{1g}) и по весу 10 г (SAR_{10g}) массы биологической ткани для трёх возрастов моделей головы ребёнка на частоте 900 МГц

Возраст ребёнка	Удельная мощность поглощения, Вт/кг	
	SAR_{1g}	SAR_{10g}
3 года	1,98	0,866
7 лет	1,81	0,919
10 лет	1,12	0,564

Таблица 3 – Максимальные значения SAR, усреднённые по весу 1 г ($SAR_{1г}$) и по весу 10 г ($SAR_{10г}$) массы биологической ткани для трёх возрастов моделей головы ребёнка на частоте 1800 МГц

Возраст ребёнка	Удельная мощность поглощения, Вт/кг	
	$SAR_{1г}$	$SAR_{10г}$
3 года	1,35	0,783
7 лет	0,914	0,586
10 лет	0,891	0,551

Влияние электромагнитных полей на человека и окружающую среду является научно обоснованным. Степень такого воздействия зависит от многих факторов, таких как сами характеристики электромагнитных полей, длительность воздействия на организм и степень подверженности воздействию конкретного человека. В настоящее время исключить влияние электромагнитных полей на человека в повседневной жизни практически невозможно, но уменьшить их вредоносное воздействие можно и к этой цели необходимо стремиться. Таким образом, санитарные зоны передающих радиотехнических объектов необходимы и должны строго контролироваться соответствующими органами.

Расчёты уровня SAR и теплового воздействия должны выполняться по утверждённым методикам. Максимальные рекомендуемые уровни SAR в Европе составляют 2 Вт/кг при усреднении на 10 г ткани, в США 1,6 Вт/кг при усреднении на 1 г ткани. В России используется своя система, в которой предельно допустимый уровень высокочастотного излучения для частей тела, кроме кистей рук, составляет 10 мкВт/см². Следует отметить, что данные нормы установлены для взрослого человека.

Родители пытаются контролировать своих детей, пытаясь на расстоянии уберечь их от каких-либо неприятностей. Покупая мобильный телефон ребёнку, взрослые не осведомлены, что влияние высокочастотного излучения телефона на детский организм значительно превышает установленные нормы для взрослого человека.

В работе произведено моделирование воздействия СВЧ-излучения мобильного телефона на три модели детской головы различных возрастов. На основании моделирования, сделан вывод, что уровень SAR и тепловое воздействие превышает установленные нормы для взрослого человека, причём чем меньше возраст ребёнка, тем больше уровень излучения. Так же была смоделирована ситуация, когда ребёнок находится в непосредственной близости с разговаривающим по телефону взрослым человеком. По результату моделирования был сделан вывод, что значительного влияния высокочастотного излучения ребёнок не получает.

При нынешнем росте использования различных радиотехнических объектов, необходимо доработать и усовершенствовать технические, нормативно-правовые и экономические регуляторы электромагнитного загрязнения как для взрослых, так и для детей.

Перечень ссылок

1. Баркан, А. И. Ультра-современный ребёнок / А. И. Баркан. – 2017. – 717 с.
2. Бецкий, О. В. Миллиметровые волны и живые системы / О. В. Бецкий и др. - Москва : САЙНС-ПРЕСС. - 2004. - 272 с.
3. Семенова, Н. В. Влияние электромагнитного излучения от сотовых телефонов на здоровье детей и подростков (обзор литературы) / Н. В. Семенова и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - № 6. – 2016. – С. 701-705.
4. Курушин, А. А. Расчет теплового поля в биологических объектах под воздействием СВЧ излучения / А. А. Курушин ; под ред. В. А. Пермякова. – Москва : One-Book. – 2015. - 403 с.