

## ВЛИЯНИЕ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Бурштын М.В., Авельчук Ю.А.

Ташлыкова-Бушкевич И.И. – к. ф.-м. н., доцент

Данное исследование представляет результаты экспериментов, выполненных при изучении влияния СВЧ-излучения на живые организмы на примере растений. Собранный на основе диода Д604 прибор позволяет оценивать мощность СВЧ-излучения, испускаемое мобильными телефонами при исходящих/входящих звонках в зависимости от поколения беспроводной связи.

В современном мире человека окружает огромное множество различных электронных приборов, каждый из которых излучает электромагнитные волны определённой частоты. Среди данного многообразия излучений, наибольший интерес представляет СВЧ-излучение. Под сверхвысокими частотами (СВЧ) принято понимать участок электромагнитного спектра с частотами колебаний, лежащими приблизительно между 30 МГц и 3000 Гц, и с длинами волн соответственно между 10 м и 0,1 мм [1]. Несмотря на то, что его влияние на живые организмы до сих пор не изучено до конца, свойства микроволнового излучения [2] используются повсеместно: для бесконтактного нагрева тел и для радиолокации (большая интенсивность излучения), в средствах связи (малая интенсивность излучения).

Чтобы оценить, какой уровень СВЧ-излучения каждый человек в среднем получает от некоторых электронных приборов, был произведён ряд экспериментов. В первом эксперименте, выполненном нами, оценивался уровень экранизации электромагнитных волн СВЧ-печи: для этого необходимо поместить мобильный телефон внутрь микроволновой печи, закрыть печь и позвонить на телефон. Если абонент телефона, размещённого внутри микроволновой печи недоступен, это свидетельствует о том, что данная модель СВЧ-печи хорошо экранирует электромагнитные волны, излучаемые внутри неё, и является безопасной для живых организмов.

Наиболее распространённым средством связи в наше время является мобильный телефон. Для того, чтобы определить, какой уровень СВЧ-излучения получает человек при использовании телефонов, было собрано небольшое устройство, схема которого представлена на рисунке 1. Для этого устройства был использован диод Д604 - кремниевый, точечный, детекторный мощностью 1-2 Вт. В случае, если диод зафиксирует волны в диапазоне от 2,4...4 см светодиод, подключённый к нему, загорится.

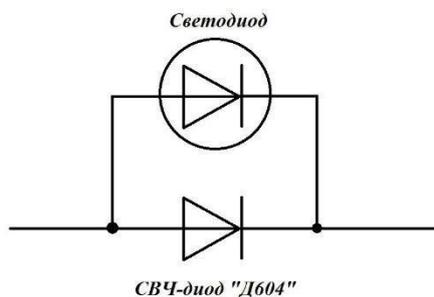


Рис. 1 – Схема прибора, реагирующего на СВЧ-излучение определённой частоты

Выполненный опыт заключался в следующем: на сотовый телефон производился звонок с другого сотового телефона, при этом диод размещали около каждого из телефонов. Опыт был произведён с 2G, 3G и 4G связями. Из полученных результатов можно сделать следующие выводы: 3G и 4G связи оказались наиболее безопасными, т.к. светодиод устройства не загорелся, а при использовании 2G связи он горел достаточно ярко. Таким образом, можно сделать вывод о том, что чем старше поколение связи, тем сильнее излучение, испускаемое телефоном.

Результаты, проведенного опыта, подтверждают то, что человек постоянно поглощает СВЧ-излучение. В данной работе рассмотрены негативные аспекты влияния СВЧ-излучения на живой организм. Из курса физики известно, что СВЧ-излучение большой интенсивности способно нагревать тела, в том числе и живые организмы [2-7]. Однако ток крови позволяет уменьшить нагрев (это относится к органам, богатым кровеносными сосудами). В свою очередь органы, не содержащие кровеносных сосудов, например, хрусталик глаза, не способны регулировать нагрев. В частности тепловой нагрев хрусталика приводит к его помутнению и в дальнейшем разрушению.

Следует учесть и влияние микроволнового излучения на пищу, приготовленную в СВЧ-печи: в результате воздействия электромагнитного излучения на вещество возможна ионизация молекул, т.е. атом может приобрести или потерять электрон, – а это меняет структуру вещества. Излучение приводит к разрушению и деформации молекул пищи. Микроволновая печь создает новые соединения, не существующие в природе, называемые радиолитическими. Радиолитические соединения создают молекулярную гниль – как прямое следствие радиации.

Также СВЧ-излучение приводит к ослаблению клеток нашего организма. В результате облучения

электромагнитными волнами клеточные мембраны ослабевают [7,8]. Следствие чего является то, что клеточные мембраны не могут предохранить клетку от проникновения вирусов, грибов и других микроорганизмов, также подавляется естественный механизм самовосстановления.

Для того, чтобы оценить влияние СВЧ-излучения, нами был поставлен следующий эксперимент: два одинаковых цветка на протяжении месяца поливали водой, разогретой в микроволновке, и обыкновенной водой. В результате наблюдения за комнатными растениями существенных различий между цветами мы не выявили. На основании чего был сделан вывод, что еда, разогретая в СВЧ-печи, не представляет опасности для живых организмов.

В настоящее время человечество неспособно полностью отказаться от использования СВЧ-волн, к тому же часть из них имеет природное происхождение. Поэтому каждому человеку необходимо самому следить за уровнем, окружающих его электромагнитных волн, уменьшая его, где это возможно (например, используя более современные модели сотовых телефонов и СВЧ-печи с высокой степенью экранизации). В настоящее время учёные всего мира ищут способ безопасного использования электромагнитных волн.

Список использованных источников:

1. Лебедев, И. В. Техника и приборы СВЧ / И. В. Лебедев – Москва: Высшая школа, 1970. – 9 с.
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Микроволновое\\_излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Микроволновое_излучение). – Дата доступа: 01.04.2018
3. Лебедев, И. В. Техника и приборы СВЧ / И. В. Лебедев – Москва: Высшая школа, 1970. – 9 с.
4. Станков, В.М. Инфаркты и страсть: смена мировоззрения / В.М. Станков – Одесса: АО Бахва, 2009. – 98 с.
5. Бударков, В.А. Краткий радиэкологический словарь / Федеральная целевая программа «Гос. поддержка интеграции высшего образования и фундамент. науки на 1997-2000 годы». – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2000. – 256 с.
6. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы / А. Х. Тамбиев [и др.]; под ред.: Ю. В. Гуляева, А. Х. Тамбиева. – М: Радиотехника, 2003. – 176 с.
7. Андреева, А.П. Влияние СВЧ-излучения малой мощности на гемоглобин / А.П. Андреева, М.Г. Дмитриева, С. А. Ильина – 1971. – 121 с. – (Серия «Электроника СВЧ»; вып. 11)
8. Харвей, А. Ф. Техника сверхвысоких частот. Т.2 / А. Ф. Харвей. М.: Советское радио, 1965. – 784 с.

## **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК, ФОРМИРУЕМЫХ МЕТОДОМ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ**

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Маргун Ю.С., Поваляева Н.И., Степанцов Е.В., Макаревич Я.С., Петрушкевич В.Р.*

*Ташлыкова-Бушкевич И.И. – к.ф.-м.н., доцент*

Исследована микроструктура поверхности тонких металлических пленок Al и его бинарных сплавов с хромом и железом, сформированных ионно-ассистированным осаждением на стеклянных подложках, методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). Проведен анализ полученных РЭМ изображений методом случайных секущих.

В настоящее время устойчивый научный интерес сохраняют технологии обработки поверхностей твердых тел, позволяющие решать прикладные практические задачи, связанные с улучшением физико-химических свойств поверхности имеющегося материала. Ионно-плазменные технологии обработки поверхности [1] широко используются для экономичной модификации и придания требуемых характеристик поверхностям твердых тел.

Для управления свойствами тонкопленочных металлических покрытий при их осаждении на подложку необходима диагностика поверхности системы покрытие / подложка. В данной работе обсуждаются экспериментальные результаты исследования с помощью РЭМ микроструктуры Al и его сплавов Al-Cr и Al-Fe, полученных методом ионно-ассистированного осаждения (ОПАСИ).

Эксперименты по ионно-ассистированному осаждению металлических пленок на стекло проводились с использованием вакуумного резонансного плазменно-дугового источника (вакуум  $10^{-2}$  Па) [2] в двух режимах: при отсутствии ускоряющего потенциала и при  $U=3$  кВ. В качестве электродов установки использовался чистый алюминий и сплавы Al-1.0 ат. % Cr, Al-1.5 ат. % Fe. Время осаждения покрытий составляло 3, 6, 9 ч (при  $U=0$ ) и 10 ч (при  $U=3$  кВ) при скорости осаждения покрытия  $\sim 0.1$  нм/мин. В соответствии с методикой, предложенной Р. Sigmund [3], скорость «кристаллизации» (охлаждения каскадов) имела значение  $10^{12}$ - $10^{13}$  К/с. Изучение микроструктуры поверхности образцов было выполнено с применением растрового электронного микроскопа марки LEO-1455 VP.

Данные исследования поверхности образцов методом РЭМ показали, что на поверхности тонких пленок присутствует микрокапельная фракция из наносимого покрытия. Для количественного анализа геометрии обнаруженных структурных элементов на поверхности рассматриваемых металлических пленок алюминия и его сплавов использовался один из стандартных методов стереометрической металлографии – метод случайных секущих [4].

По результатам статистической обработки РЭМ изображений были получены таблицы следующих