

УДК 577.323; 537.876.4; 615.849

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И  
ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ РЯДА ТЕХНИЧЕСКИХ ЧАСТОТ

*Ихлов Борис Лазаревич*, - канд. физ-мат. наук

*Раткин Леонид Сергеевич*, - канд. техн. наук

*Трегубова Ирина Евгеньевна*, - уч. секретарь НТС РУСО,

помощник депутата Мос. обл. Думы

ЦС РУСО, Москва, iz-tm@mail.ru

**Аннотация**

Цель данного материала - изучение воздействия на человека электромагнитного поля трех основных диапазонов рабочих частот Radio Frequency Identification: LF (125 -134 кГц), HF (13,56 МГц), UHF (433 МГц, 860 - 960 МГц, 2,4 ГГц и 5,78 ГГц.), а также изучение воздействия электромагнитного поля некоторых иных технических частот. Обнаружено, что ряд частот бытовых приборов совпадает с собственными частотами крутильных колебаний спиралей ДНК хромосом человека. Обнаружено, что одна из идентификационных частот совпадает с собственной частотой продольных колебаний ДНК лимфоцитов крови человека.

**Ключевые слова:** гипертермия, идентификация, онкология, резонанс, ДНК.

ANALYSIS OF THE INTRODUCTION OF RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION AND THE IMPACT ON THE BODY OF A NUMBER OF TECHNICAL FREQUENCIES

**Abstract**

The purpose of this material is to study the human impact of the electromagnetic field of the three main operating frequency ranges Radio Frequency Identification: LF (125 -134 kHz), HF (13.56 MHz), UHF (433MHz, 860 - 960 MHz, 2.45 GHz and 5.78 GHz.) as well as studying the effects of the electromagnetic field of some other technical frequencies. It was found that a number of frequencies

of household appliances coincide with the natural frequencies of torsional vibrations of the DNA helices of human chromosomes. It was found that one of the identification frequencies coincides with the natural frequency of longitudinal oscillations of the DNA of human blood lymphocytes.

**Keywords:** hyperthermia, identification, oncology, resonance, DNA.

### **Введение**

Технологии Radio Frequency IDentification (RFID) [1] - это метод автоматической идентификации объектов, с помощью радиосигналов. RFID-система состоит из считывающего устройства-сканера и RFID-меток, между которыми реализуется бесконтактная связь.

В настоящее время сферы применения радиочастотной идентификации: промышленность, ритейл, логистика, платежные системы, системы контроля и управления доступом (СКУД), валидаторы в автобусах, метро, трамваях и других видах общественного транспорта, дисконтные системы, программы лояльности системы. Это также современная система позиционирования, предназначенная для отслеживания мобильности животных и людей.

животные (за исключением диких животных, находящихся в состоянии естественной свободы, в т.ч. животных, относящихся к природным ресурсам континентального шельфа и исключительной экономической зоны РФ) подлежат индивидуальной или групповой идентификации и учету в целях предотвращения распространения заразных болезней животных», а также, что для работы в сфере животноводства RFID-метка может быть упакована как ушная бирка, подкожный микрочип или боллос, т.е. капсула, помещаемая в желудок. При этом может применяться тип микросхемы: Mifare S50, стандарт ISO14443A., рабочая частота: 13,56 МГц [2].

Разъясняется, что когда животное оказывается в радиусе действия считывателя (например, перемещается из загона к месту кормления RFID-ворот), сигнал от метки переносится на ридер, а оттуда поступает в

систему. Подкожный микрочип - это RFID-чип, помещенный в капсулу из биосовместимого стекла, которое имеет специальное покрытие, исключающее риск аллергии, отторжения или перемещения капсулы под кожей, гарантируется безболезненная инъекция. Боллос представляет собой керамическую капсулу с чипом, которая попадает в организм животного с пищей и оседает в самом крупном отделе желудка — рубце.

RFID браслеты (протокол ISO / IEC 14443 (13.56 MHz)) используют для отождествления младенца с матерью, для быстрого поиска ушедшего из своей палаты пациента, требующего постоянного присмотра.

Существуют пассивные, активные и полупассивные чипы, с встроенными батареями и без.

Пассивные чипы вне зоны облучения сканера не излучают, но излучает в момент связи со сканером, ответный сигнал чипа (целевая функция) считывается на резонансе.

### **Анализ действия высокочастотного электромагнитного поля на человека**

Частота применяемая в RFID HF, 13,56 МГц, точно совпадает с частотой, применяемой в гипертермии в онкологии для локального кратковременного нагрева опухоли до температур 41-45°C в течение 40-50 мин.

Применение частоты 13.56 МГц в гипертермии в онкологии опирается на различия между нормальными и канцерогенными клетками. Здоровые клетки имеют положительный заряд внутри и отрицательно заряжены снаружи. Напряжение в здоровой клетке может быть до +70 mV, а в модифицированной (нездоровой) клетке оно может быть до 30 mV (Норденстром). Эта разница в напряжении приводит к различию в концентрации ионов Na, H, K, Ca и Cl внутри и вне клетки, Na, таким образом, состав внеклеточной жидкости меняется. Внеклеточная жидкость, окружающая здоровые клетки, поглощает, в основном, частоты около 100 МГц и резонирует на этой частоте. Внеклеточная жидкость нездоровой клетки поглощает частоты (резонирует на частотах)

около 10 МГц. Если частота около 10 МГц (13.56 МГц в Celsius TCS) передается на тело между применяемыми электродами, то это имеет избирательное действие на внеклеточные жидкости опухолевых клеток, что вызывает селективный нагрев межклеточного пространства опухоли и, соответственно, внутриклеточного пространства. После превышения компенсационного потенциала клетки, температурный градиент непрерывно увеличивается, обменные процессы блокируются, возникает денатурация белков клеток опухоли [3, 4].

Для объяснения механизма воздействия привлекают так же зависимость диэлектрической проницаемости тканей от частоты электромагнитного поля.

Однако обе версии некорректны. Во-первых, разность потенциалов на клеточной мембране иная, не меняется у нездоровых клеток и не зависит от концентрации ионов Na, H, Ca и Cl, а только от ионов калия:

$$U = (RT/eA)\ln(K_i^+/K_e^+) \approx 86 \text{ мВ}$$

где А – число Авогадро. Во-вторых, тканевая жидкость не является локальной для какого-либо органа, она перемешивается внутри организма. В-третьих, механизм поглощения именно на частоте 13,56 ГГц так и не определен. В-четвертых, по технологии гипертермии локальность нагрева, сосредоточение электромагнитного излучения опухоли достигается исключительно за счет фокусирования. В-пятых, в рамках данной версии неверно представлен состав межклеточной жидкости, она, помимо указанных ионов, состоит из воды, аминокислот, сахаров, жирных кислот, коферментов, гормонов, нейромедиаторов, солей, а также отходов жизнедеятельности клеток.

Наконец, если бы действительно поглощение происходило именно на 10 МГц, то это не означает, что оно должно было бы происходить на частоте 13,56 МГц.

Нужно отметить, во-первых, следующее: очевидно, что повышение температуры выше некоего предела губит и бактерии, и клетки

многоклеточных организмов. Краткое повышение температуры, соответственно, снижает скорость размножения тех клеток, которые делятся. В обоих случаях деление клеток связано с репликацией ДНК. Этот процесс существенно неравновесный, потому что число участвующих молекул на единицу длины ДНК крайне мало, они не находятся в термодинамической связи, нельзя ввести статистический ансамбль, нет термодинамического усреднения их скоростей, поэтому нельзя ввести такой интенсивный параметр, как температура. Поэтому этот процесс - нанотехнологичный. Следовательно, повышение температуры нарушает нанотехнологичность, что делает невозможным репликацию ДНК. То есть, если нагревать постоянно, то опухоль погибнет. Но погибнет и окружение, т.к. невозможно точно сфокусировать ЭМИ. Именно поэтому нагрев всегда кратковременный. Но если нагрев - в перерывах между делениями, то не будет никакого эффекта. Нужно, чтобы нагрев начинался в момент репликации. Кроме того, т.к. нагрев, как уже сказано, уменьшает коэффициент пролиферации, то система нагрева должна быть оснащена компьютером и соответствующим математическим обеспечением.

Во-вторых, несмотря на то, что гипертермия в онкологии не имела успеха, был накоплен обильный материал, выделена частота 13,56 МГц, сама точность которой указывает на то, что имеет место резонанс. Что же резонирует?

Модель двухнитевой ДНК при растяжении за концы 5' с суммарной силой в 10 пН растянулась в пределах 20% [5]. Частота продольных колебаний обеих цепей ДНК (одновременное сжатие-растяжение обеих цепей) пропорциональна  $(2k/M)^{1/2}$ , где  $k$  - коэффициент жесткости,  $M$  - масса ДНК. Оценки показывают, что частоты продольных колебаний на два порядка ниже. Нетрудно получить приблизительный коэффициент жесткости -  $3 \cdot 10^{-4}$  Н/м и приблизительную резонансную частоту для модели [5] с 35 парами нуклеотидов - 4 ГГц. Можно

рассчитать жесткость для ДНК любой длины по формуле  $k_i = kl/l_i$ . Обозначим количество пар нуклеотидов в модели  $N_0$ , жесткость –  $k_0$ . Общая формула

$$f_i = (k_0 N_0 / 2m_0)^{1/2} / \pi N_i \quad (1)$$

где  $m_0$  - средняя масса пары оснований ДНК,  $N_i$  - количество пар оснований для  $i$ -го типа ДНК.

Если для *E. coli* с длиной цепи порядка 5 млн пар оснований резонансная частота согласно (1) будет составлять около  $10^4$  Гц, то для ДНК лимфоцитов крови человека длиной 5330 пар нуклеотидов она соответствует 13,6 МГц.

Таким образом можно предположить, что выбор частоты 13,56 МГц в гипертермии был связан с собственной частотой продольных колебаний ДНК лимфоцитов крови человека.

Для человеческих ДНК частота продольных колебаний – порядка  $10^2$  Гц. Для прикрепленных к ядерному матриксу кольцах фибрилл с 50 – 200 тыс. парами оснований, с учетом гистоновых вкраплений - частота окажется в длинноволновом диапазоне – порядка сотен килогерц. Таким образом, радиоволны могут возбуждать в ДНК человека продольные колебания. Пресман высказал предположение, что именно развитие радио обусловило такой феномен, как акселерация [6].

Можно также предположить, что радиоволны могут экспрессировать гены, связанные с ростом, CDH13, NRXN1, HMGA2 и др. Однако возможно и негативное воздействие тех частот, которые используются в системе радиочастотной идентификации LF (125 -134 кГц).

Помимо диапазона в десятки метров, на организм человека воздействуют бытовые частоты сантиметрового спектра. Технология Bluetooth работает на частоте 2.4 ГГц (12,43 – 12,13 см), частота домашней сети Wi-Fi - от 2.4 ГГц до 5 ГГц. Большинство бытовых микроволновых печей работает на частоте 2,45 ГГц, т.к. это частота является резонансной для кластеров воды. Частота 2,4 ГГц не является резонансной, но близка к ней. Достаточно

взглянуть на кривую поглощения вблизи резонанса, чтобы оценить возможность слабого нагрева при длительной экспозиции и на частоте 2,4 ГГц.

С другой стороны, сантиметровый спектр характерен для собственных частот крутильных колебаний спиралей ДНК бактерий и ДНК человеческих хромосом, частоты которых приведены в Таблице 1 [7]. Собственная частота крутильных колебаний ДНК вычисляется по формуле:

$$\omega = 21,75 / \sqrt{BP} \text{ ГГц} \quad (2)$$

BP – число пар нуклеотидов. Элементарный расчет собственных частот крутильных колебаний ДНК сведен в Таблице 1.

*Таблица 1*

<b>Тип хромосомы</b>	<b><math>2 N_h</math></b>	<b>Резонансная частота ДНК, ГГц</b>
<b>Y-хромосома</b>	59 373 566	4,00
<b>X-хромосома</b>	155 270 560	2,46
<b>1-я хромосома</b>	249 250 621	1,91
<b>6-я хромосома</b>	171 115 246	2,37
2-я	243199373	1,97
3-я	198022430	2,19
4-я	191154276	2,22
5-я	180915260	2,29
7-я	159138663	2,44
8-я	146364022	2,54

9-я	141213431	2,59
10-я	135534747	2,64
11-я	135006516	2,65
12-я	133851895	2,66
13-я	115169878	2,87
14-я	107349540	2,97
15-я	102531392	3,04
16-я	90354753	3,34
17-я	81195210	3,41
18-я	78077248	3,48
19-я	59128983	4,00
20-я	63025520	3,87
21-я	48129895	4,43
22-я	51304566	4,29

Как правило, бытовые частоты не совпадают с частотами, указанными в таблице, тем более, что в данном случае совпадение должно быть весьма точным: достаточно отклонения на 0,01 ГГц, чтобы амплитуда поглощения снизилась в  $e$  (2,72...) раз. Из Таблицы 1 видно, что в полученный диапазон почти не попадают системы сотовой связи, кроме стандарта GSM-1900, который одной из верхних границ (1.91 ГГц) точно совпадает с резонансом 1-й хромосомы. Стандарт не принят в России, однако многие перенимают его и внедряют. Частоты внедряемой 5G еще не установлены.

Зато в диапазон укладываются полностью системы спутниковой связи, радары, компьютерные процессоры. Например, Woodcrest - 1.6-3.0 ГГц; Clovertown - 1.6-2 ГГц, Pentium IV – 1.9, 2.6 ГГц, Intel Core 2 Conroe (1.86–3.0 ГГц), Intel Core 2 Allendale (1.6–2.6 ГГц), Intel Core i7 Extreme Edition Bloomfield (3.2–3.33 ГГц), Paxville MP (2.67-3.0 ГГц), и т.д.. Вообще все модели

имеют резонансные собственным частотам крутильных колебаний ДНК клеток тканей человека частоты.

Частоты 3G/UMTS 2100 – вблизи резонанса 3-й хромосомы, 4G «Основа Телеком» LTE TDD - вблизи резонанса 5-й хромосомы.

В диапазон резонансов ДНК попадают частоты аппаратов подавления радиообмена, сотовой связи и прочее, имеющиеся ныне у крупных фирм. Например, частота 2.1 ГГц (вне Федерального закона «О связи» №126-ФЗ от 07.07.2003 и постановления правительства РФ №539 от 12.10.2004, допускающего частоты до 1 ГГц) – вблизи резонанса 3-й хромосомы.

Наиболее чувствительной темой являются не имеющие систем защиты роутеры Wi-Fi. Отношение к ним колеблется от алармистского до равнодушного, к сожалению, доминирует желание ничего не менять. Их частоты (а также 4G/LTE2600 частоты) накрывают резонанс 7-й хромосомы, так что вполне могут действовать негативно.

Спиральные молекулы различных типов коллагена представляют собой левозакрученную спираль из трёх  $\alpha$ -цепей длиной 270-300 нм, с молекулярной массой 270-300 кДа, и образованные ими с помощью межмолекулярных сшивок фибриллы с длиной до 3200 нм. Один виток спирали  $\alpha$ -цепи содержит три аминокислотных остатка. Примем, что масса одного аминокислотного остатка – примерно 112 Да. Тогда в одной молекуле коллагена максимально 297 витков. В одном витке молекулы ДНК – 10 п.н., формула (2), выраженная через число витков  $n$ , будет иметь вид:

$$f = q / \sqrt{10n} \quad (3)$$

Данная формула является общей для всех спиральных молекул. Используя (3), получим частоту крутильных колебаний молекулы коллагена - примерно 452 ГГц. Электромагнитное поле такой частоты не может преодолеть кожные покровы организма человека. Но может иметь место субгармонический резонанс: поле при кратных частотах, т.е. в 15, 30 раз меньше свободно

проникает сквозь тело человека и при длительном облучении может вызывать крутильные колебания в молекулах коллагена.

Аналогично частота 8,054 ГГц может вызывать субгармонических резонанс спирали ДНК одного из типов лимфоцитов крови человека.

### **Заключение**

В связи с вышесказанным считаем необходимым провести работы по изучению воздействия RFID на частотах 13,56 МГц на людей, в частности детей и подростков; установить допустимые дозы облучения;

-возможно, полностью исключить применение RFID в детских лечебных и образовательных учреждениях, родильных домах; - создать защитные экраны, с целью недопущения прямого попадания радиочастотной волны на частоте 13,56 МГц на живые организмы; разработать требования по безопасности при работе со сканерами на частоте 13,56 МГц. Во-вторых, необходимо ограничить применение приборов, работающих на частотах, попадающих в диапазон частот крутильных колебаний спиралей ДНК хромосом человека.

### **Литература**

1. Маниш Бхуптани, Шахрам Морадпур. RFID-технологии на службе вашего бизнеса = RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems. Троицкий Н.. - М.: Альпина Паблишер, 2007. С. 47. 290 с. [ISBN 5-9614-0421-8](#).

2. ФЗ РФ от 14.05.1993 №4979-1 (ред. от 02.07.2021) «О ветеринарии» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022), ст. 2.5. Ветеринарные правила осуществления идентификации и учета животных (введена ФЗ от 13.07.2015 N 243-ФЗ).

3. Светицкий П. В. Использование тепла в лечении злокачественных опухолей. Ростов н/Д: Эверест, 2001. 160с.

4. Курпешев О. К., ван дер Зее Я., Кавагнато М. Гипертермия опухолей глубокой локализации:

возможности емкостного метода. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2019. Т. 64. №4. С. 64–75.

5. Руденко Е. Д., Сабанцев А. В., Швецов А. В., Илатовский А. В., Червякова Д. Б., Григорьев М. Ю., Петухов М. Г. Анализ молекулярных механизмов растяжений коротких фрагментов двухнитевых ДНК. Научно-технические ведомости СПб политехнического университета. Физико-математические науки. 2011. №4 (134). С. 147-153.

6. Пресман А. С., Электромагнитные поля и живая природа. М.: «Наука». 1968. 288 С.

7. Ихлов Б.Л., Инфразвук, микроволны и профилактика заболеваний. Современные проблемы науки и образования. 2017. №2; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=26194>