

ИНДИКАТОР СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ**Рябцев Д.Р.***г. Елец, МБУДО «Детский оздоровительно-образовательный центр»,
МБОУ СШ № 10, 7 «А» класс**Научные руководители: Овсянников П.Ю., г. Елец, педагог дополнительного образования,
МБУДО «Детский оздоровительно-образовательный центр»;**Австриевских Н.М., г. Елец, учитель физики, МБОУ Гимназия № 11*

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте III Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/0317/11/28641>

Микроволновые печи, которые еще называют СВЧ печи, давно стали обычным прибором на кухне. В основном их используют для разогрева пищи, хотя эти устройства могут выполнять и другие функции. Каждая СВЧ печь содержит магнетрон (генератор СВЧ), который преобразует электрическую энергию в сверхвысокочастотное электрическое поле частотой 2450 МГц (мегагерц). Микроволны заставляют молекулы воды в пище вращаться с частотой миллиарды раз в секунду, создавая молекулярное трение, которое и нагревает еду.

Так как организм человека примерно на 80% состоит из воды, СВЧ излучение также воздействует и на наше тело. Воздействие СВЧ волн приводит к нагреванию жидкости в организме. Органы, богатые кровеносными сосудами менее чувствительны к такому воздействию, так как за счет движения крови происходит их охлаждение. Но есть органы, например хрусталик глаза, совсем не содержащие кровеносных сосудов. Поэтому длительное воздействие мощного СВЧ излучения может привести к помутнению хрусталика и его разрушению. Еще в СССР ученые исследовали тысячи рабочих, которые работали с радарными СВЧ установками и получали микроволновое излучение. Результаты были настолько серьезны, что санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами установлены строгие лимиты получаемого человеком излучения.

Магнетрон микроволновой печи выдает электромагнитные волны мощностью 800-1000 Вт и частотой 2450 МГц. Примерно такую мощность излучения могут одновременно излучать 10000 wi-fi роутеров, 5000 мобильных телефонов (при использовании мобильного Интернета) или 30 базовых вышек мобильной связи.

Для того, чтобы эта мощь не вырвалась наружу, в СВЧ печи используется двойной защитный стальной экран. В новых прибо-

рах СВЧ излучение не должно превышать установленных норм, но со временем, могут появляться зазоры в защитном экране или происходить потеря свойств радиозащитного стекла, используемого в качестве передней стенки печи. В этом случае мощность СВЧ излучения, выходящего за пределы прибора, может значительно увеличиться. Это приведет не только к вредному воздействию СВЧ волн на окружающие живые организмы, но и вызовет потерю полезной мощности печи и повышенное энергопотребление прибора.

Приборы, рекомендуемые для измерения СВЧ излучения, сложны по своей конструкции, калибровке, а также должны проходить обязательную аттестацию и совсем недешевы, что затрудняет их массовое использование в быту.

Но в большинстве случаев нет необходимости устанавливать точное значение излучаемой энергии, а вполне достаточно простого прибора для определения наличия СВЧ полей в местах установки бытовой техники.

Цель работы: разработать и изготовить индикатор для обнаружения СВЧ излучения бытовых приборов. Используя данное устройство провести поиск СВЧ полей вблизи бытовых СВЧ приборов и составить рекомендации по уменьшению их влияния на здоровье человека.

Новизна представляемого устройства заключается в разработке принципиальной схемы и конструкции, не встречающейся в литературе. Для проведения контроля не требуется специальных знаний и навыков, поэтому он может быть использован как быту, так и на производстве любым человеком.

Преимущества:

- не требует специальных знаний и обучения для использования;
- малогабаритен, питается от одной батарейки напряжением 9 вольт;

- в качестве индикации используется светодиод, что упрощает процесс работы с прибором;
- достаточно узкая полоса фиксируемых частот позволяет исключить воздействие возможных низкочастотных излучений;
- легкая повторяемость и низкая стоимость: не используются дорогостоящие

радиодетали и процесс сборки достаточно прост.

Принципиальная схема прибора представлена на рисунке 1. Основой прибора является микросхема IC1, представляющая собой два интегральных низковольтных операционных усилителя (ОУ) в одном корпусе.

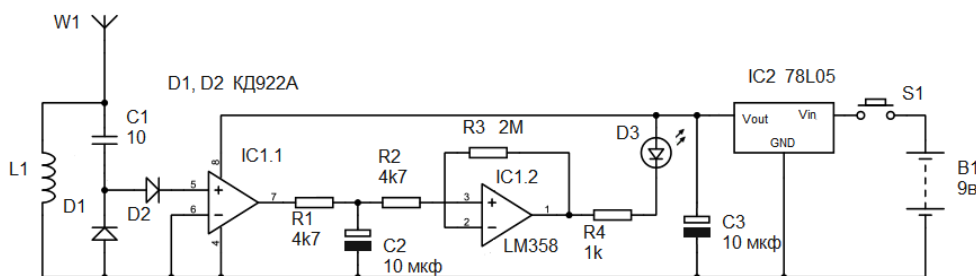


Рис. 1. Принципиальная схема индикатора СВЧ излучения

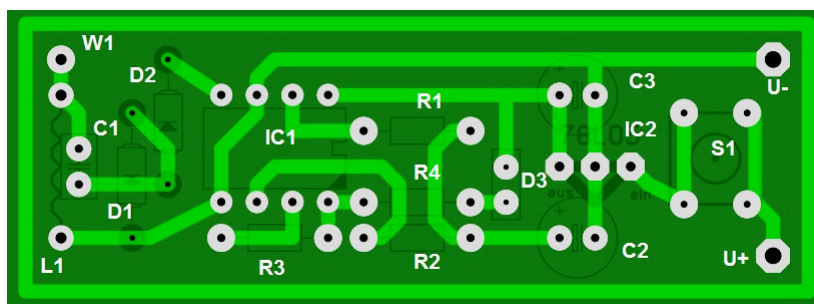


Рис. 2. Печатная плата устройства



Фото 1. Печатная плата устройства в сборе

Принятый сигнал с антенны W1 поступает на фильтр из дросселя L1 и конденсатора C1, который снижает уровень низкочастотного сигнала на входе прибора. Далее полезный высокочастотный сигнал подается на детектор, собранный на высокочастотных диодах D1 и D2. Выпрямленное напряжение подается на вход (вывод 5) ОУ IC1.1, включенного по схеме с максимальным коэффициентом усиления. Усиленный сигнал с выхода ОУ (вывод 7) подается на фильтр низкой частоты, собранный на резисторах R1, R2 и конденсаторе C2. Такая схема включения позволяет

получить на входе ОУ IC1.2 (вывод 3) напряжение, пропорциональное длительности входного сигнала. Резистор R3 включенный между инвертирующим входом (вывод 2) и выходом (вывод 1) ОУ создает отрицательную обратную связь. Индикаторный светодиод D3 подключен к выходу IC1.2 через токоограничивающий резистор R4. Для предотвращения зависимости результатов испытаний от напряжения питания, схема питается стабилизированным напряжением 5 вольт, формируемым мало-мощным интегральным стабилизатором IC2 и конденсатором C3.

Конструкция

Все элементы схемы индикатора, кроме антенны и батарейки собраны на односторонней печатной плате, показанной на рисунке 2 и фото 1.

Дроссель L1 бескаркасный, намотан на сверло диаметром 4 мм и содержит 12 витков провода ПЭЛ диаметром 0,4 мм, намотанных виток к витку. После сборки устройства изменением расстояния между витками настраивается максимальная чувствительность к СВЧ сигналу частотой 2400 МГц от wi-fi роутера.

Устройство собрано в корпусе, склеенном из пластика, в верхней панели сделаны отверстия под светодиод D3 и кнопку S1, а спереди расположена антенна W1, сделанная из куска медного провода диаметром 2,5 мм. Длина антенны составляет 3 см, она рассчитана как четверть длины волны измеряемого сигнала по формулам:

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}; \quad L = \frac{\lambda}{4};$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ (м/с)}}{2,5 \cdot 10^9 \text{ (Гц)}} = 0,12 \text{ (м)};$$

$$L = \frac{0,12 \text{ (м)}}{4} = 0,03 \text{ (м)} = 3 \text{ (см)}.$$



Фото 2. Индикатор для обнаружения СВЧ в сборе

Порядок работы

1. Нажать и удерживать кнопку включения устройства.
2. Поднести антенну прибора к месту, где требуется контролировать СВЧ излучение.
3. Наличие излучения будет сопровождаться свечением светодиода, яркость и длительность свечения будут пропорциональны излучаемой мощности.
4. После окончания работы отпустить кнопку включения.

Исследования

С помощью описанного выше прибора нами были проведены сравнительные обследования бытовых приборов – источников СВЧ сигнала частотой 2,4–3,0 ГГц:

- 1) СВЧ печь;
- 2) Wi-Fi-роутер;
- 3) смартфон.

Результаты исследования отражены в таблице.

Вывод. СВЧ волны все больше используются в бытовых приборах и с учетом негативного влияния на организм человека при длительном воздействии на близком расстоянии, необходимо придерживаться простых правил, которые позволят сохранить здоровье:

1) СВЧ излучение ослабевает по мере удаленности от источника, поэтому по возможности нужно как можно меньше находиться вблизи работающих СВЧ приборов в течение длительного времени;

2) при пользовании СВЧ печью в течение 5 секунд после включения отойти на расстояние не ближе 50 см от передней стенки и не приближаться до полного отключения печи;

3) проверить домашнюю СВЧ печь индикатором СВЧ излучения, нет ли повышенной утечки СВЧ энергии, что позволит не только сохранить здоровье, но и экономить электричество;

4) располагать домашний Wi-Fi роутер вдали от места постоянного нахождения людей и животных на максимально возможной высоте; в настройках роутера опытным путем подобрать минимальную мощность, достаточную для уверенного приема сигнала во всем помещении;

5) так как для разговора по мобильному телефону используется другой диапазон частот, СВЧ сигнал исследуемой частоты передается только при обмене данными между устройствами и выходе в сеть Интернет; рекомендуется при длительной работе с мобильными данными располагать смартфон на столе не ближе 30 см и использовать проводную аудиогарнитуру, поставляемую в комплекте с большинством телефонов;

6) рекомендуется отключать режимы передачи данных смартфона во всех случаях, когда они не используются – это не только уменьшит СВЧ излучение в дежурном режиме, но и позволит экономить энергию аккумулятора телефона;

7) не использовать беспроводные Bluetooth гарнитуры при длительном общении по телефону, так как для передачи данных в них используется частота 2,4 ГГц, а расположение за ухом переносит источник СВЧ излучения в непосредственную близость к головному мозгу.

Результаты исследования

Исследуемый параметр	СВЧ-печь	Wi-Fi роутер	Смартфон
Расстояние, на котором обнаруживается СВЧ сигнал	5-7 см вблизи петель и замка передней стенки, 2-3 см вблизи стекла	3-5 см вблизи антенны роутера при максимальной нагрузке	1-2 см вблизи антенн Wi-Fi и мобильного интернета, 1 см от антенны Bluetooth
Интенсивность сигнала	СВЧ излучение появляется через 5 секунд после включения печи и продолжается все время работы	СВЧ излучение импульсное, сильно зависит от количества передаваемых данных и расстояния до подключенных устройств	СВЧ излучение зафиксировано только при использовании мобильного Интернета в сетях 3 и 4 поколений, Wi-Fi и Bluetooth



Фото 3. Автор со своим прибором

Список литературы

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)».
2. Саулов А.Ю. Современные микроволновые печи, Солон-Пресс, 2009.
3. Абрамов К.Д. Схемотехника устройств на операционных усилителях, «Харьковский авиационный институт», 2008
4. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых устройств, Издательский дом «Додэка-XXI», 2005 г.
5. Интегральные микросхемы. Микросхемы для линейных источников питания и их применение. – ДОДЭКА 1998 (изд. второе), 1998
6. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М.: высш. шк., 1988.