

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра БЖД**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №19**  
**по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»**  
**Тема: Исследование защиты человека от воздействия СВЧ-излучения**

Студентка гр. 8383	_____	Ишанина Л.Н.
Студент гр. 8383	_____	Ларин А.
Студентка гр. 8383	_____	Сырцова Е.А.
Преподаватель	_____	Овдиенко Е.Н.

Санкт-Петербург  
2021

## Цель работы

Ознакомится с санитарно-гигиеническим нормированием излучения радиочастот и изучить методы защиты персонала от облучения при работе с маломощным СВЧ-генератором.

## Общие сведения

В качестве средств защиты используются звукоизолирующий кожух; звукоизолирующий кожух, облицованный звукопоглощающим материалом; набор акустических экранов и перегородок.

Частоты:

СВЧ печи — 2.45 ГГц

Мобильный телефон — 0.9 ГГц

Длины волн:

СВЧ печь -  $\lambda = 12 \text{ см}$

Телефон 900 МГц -  $\lambda = 33 \text{ см}$

Плотность потока энергии (ППЭ) [Вт/м<sup>2</sup>] :

Тепловой порог — 100 Вт/м<sup>2</sup>

ПДУ (предельно допустимый уровень) — 10 Вт/м<sup>2</sup>

ВДУ телефона — 1 Вт/м<sup>2</sup>

ПДУ СВЧ печи — 0.1 Вт/м<sup>2</sup>

ППЭ — плотность потока энергии [Вт/м<sup>2</sup>]

ППМ — плотность потока мощности [Вт/м<sup>2</sup>]

Энергетическая экспозиция (нагрузка)

Напряженность электрического (Е), магнитного (Н) поля.

Допустимые значения энергетической экспозиции в течение рабочего дня:

$$E_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}_{E_{\text{пд}}}}{\tau}}, \quad H_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}_{H_{\text{пд}}}}{\tau}}, \quad \text{ППЭ}_{\text{пд}} = \text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}} / \tau.$$

$\tau$  [ч] - время воздействия.

Нормативное значение  $\mathcal{E}\mathcal{E}_{пп\mathcal{E}_{па}}$  -  $2 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$

Максимальное значение -  $10 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$

## Обработка результатов

### 1. Анализ графика $P(x)$ , $P(y)$ .

Графики  $P(x)$  при  $y=-10, 0, 10$  приведены на рис.3.1-3.3 соответственно

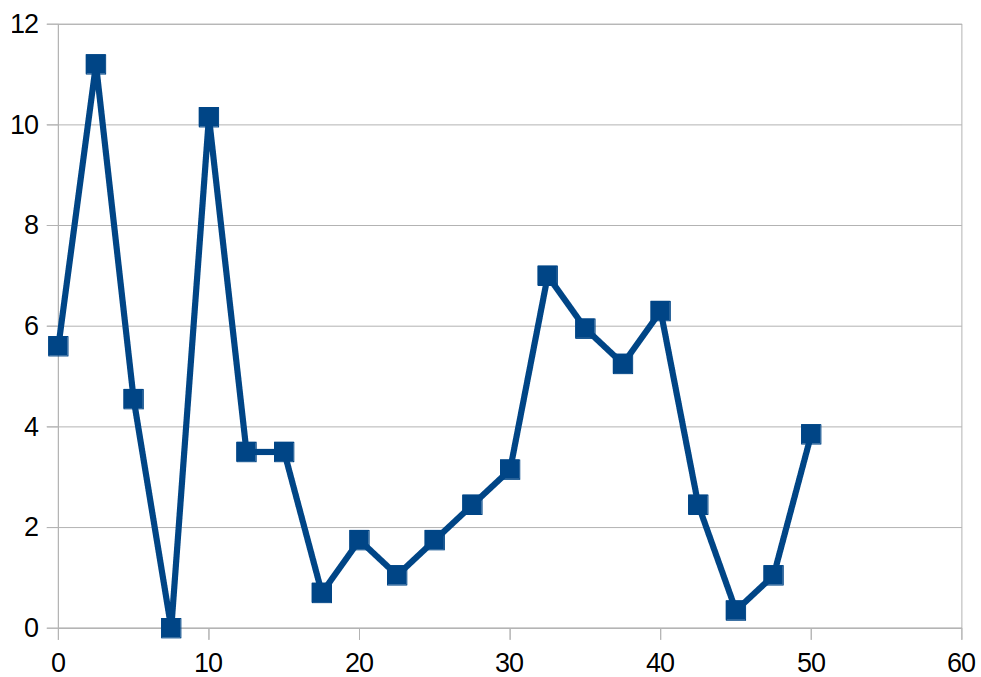


Рисунок 1.1 —  $P(x)$  при  $y=-10$

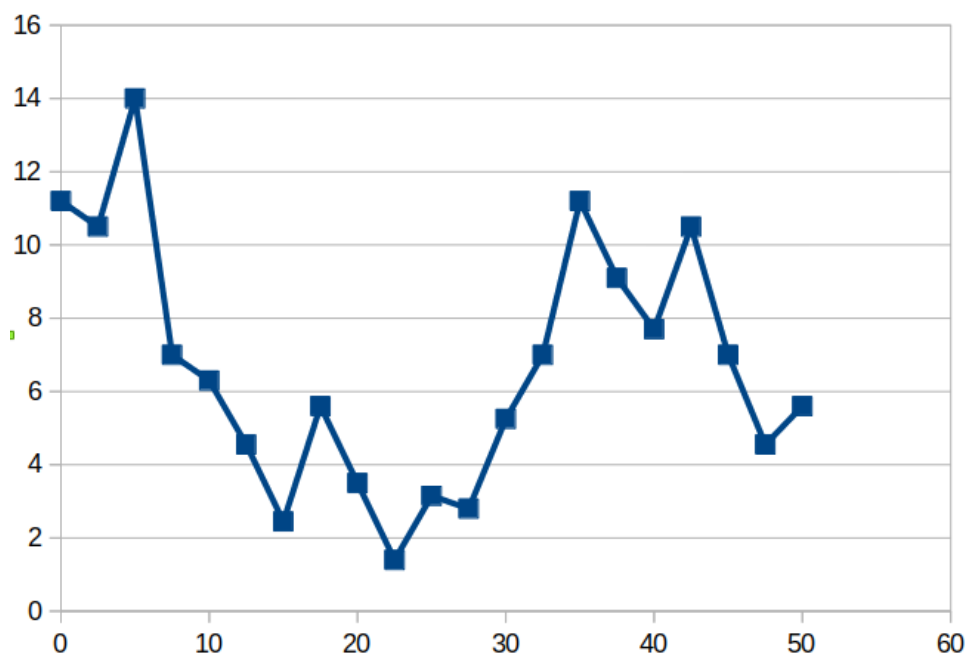


Рисунок 1.2 —  $P(x)$  при  $y=0$

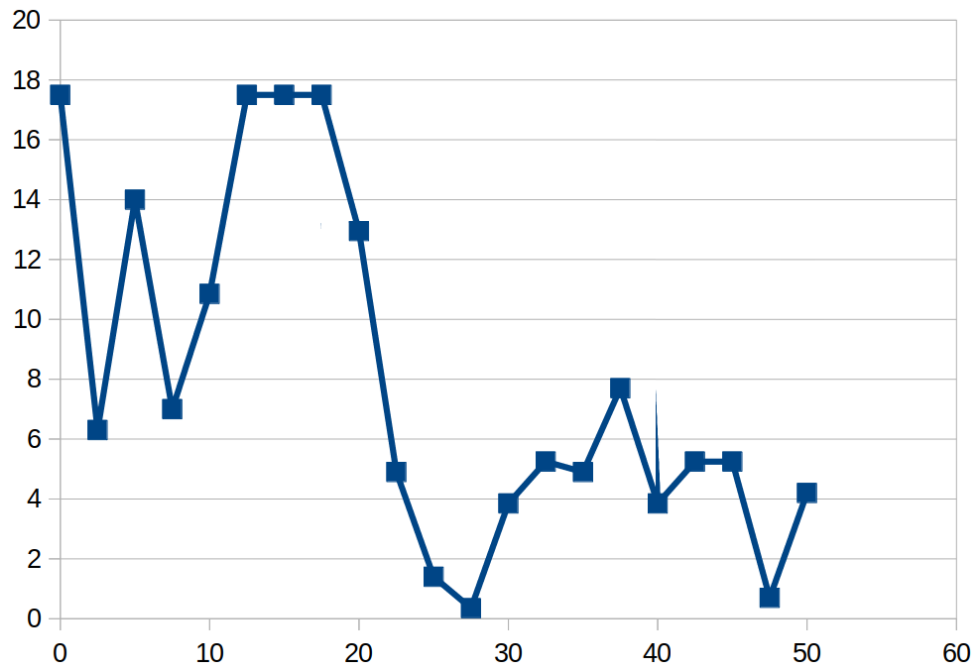


Рисунок 1.3 —  $P(x)$  при  $y=10$

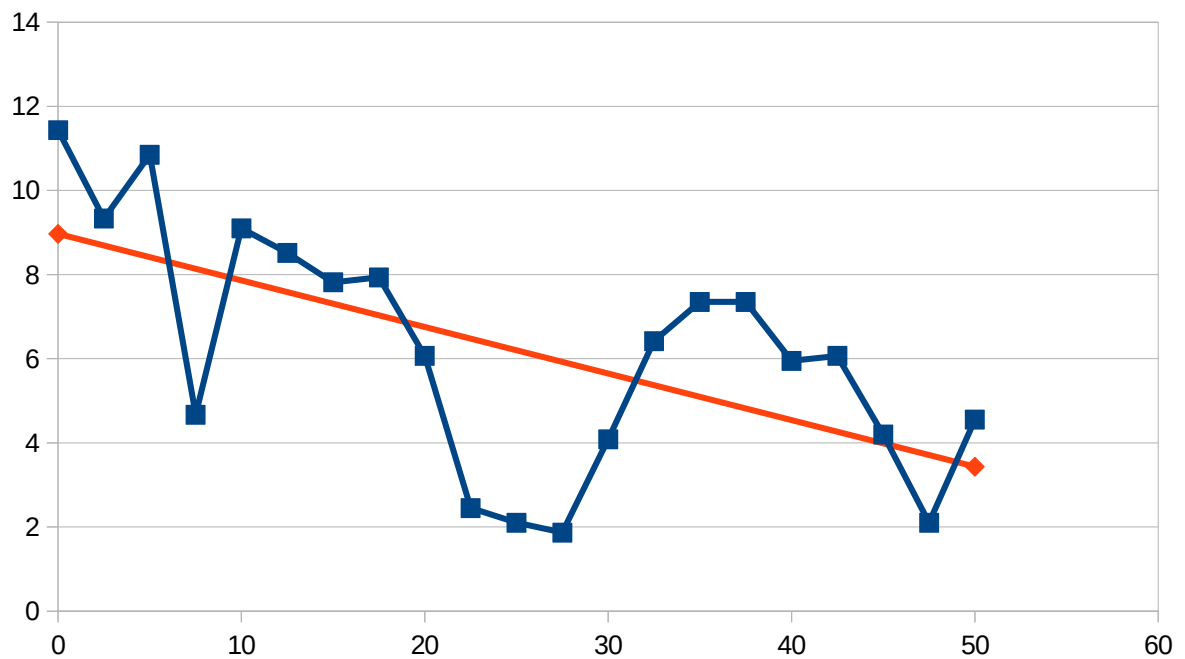


Рисунок 1.4 —  $P(x)$  среднее и линейная аппроксимация

Видно, что в среднем с увеличением расстояния мощность сигнала затухает.

На всех графиках можно видеть падение мощности в районе 20-25 см. Сложный вид сигнала может быть связан в т.ч. с самоинтерференцией сигнала при многократном отражении от внутренних стенок микроволновки. График зависимости  $P$  от  $y$  представлен на рис.1.5

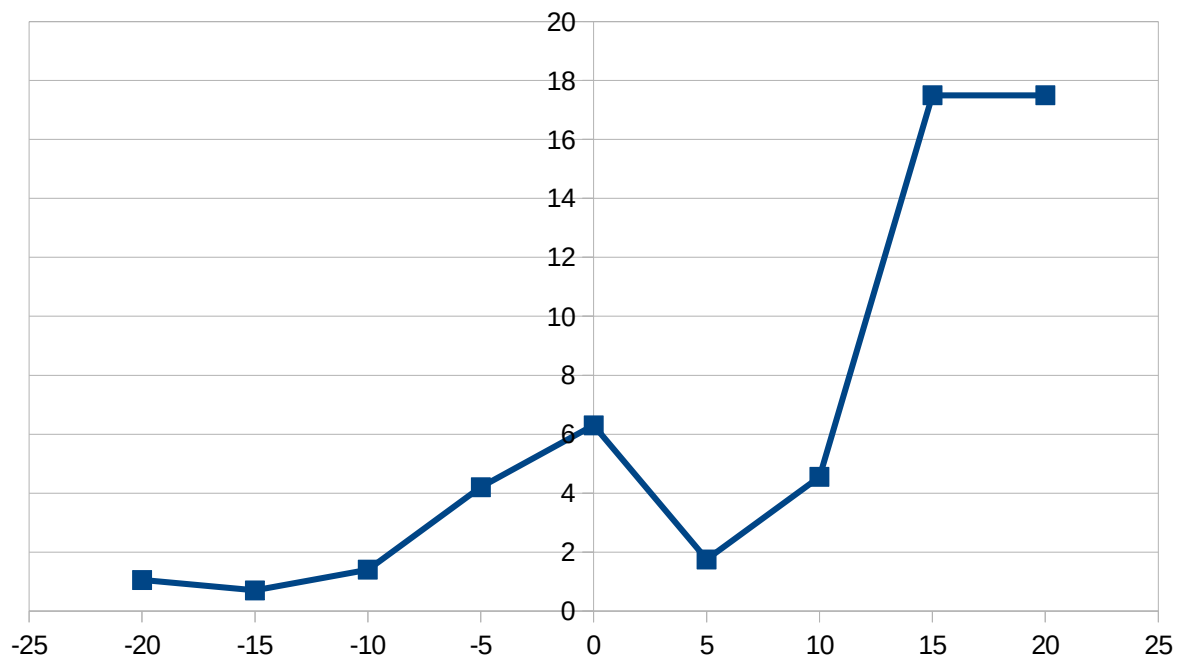


Рисунок 1.5 —  $P(y)$

По графику видно, что излучение направлено не строго из микроволновки. Это может быть связано с несимметричной установкой излучателя.

## 2. Анализ принципов работы защитных экранов.

В работе представлены экраны двух типов — отражающие и поглощающие. К поглощающим относятся экран из резины и пластика, к отражающим — металлический лист и две металлические решетки с разными ячейками.

Отражающие экраны основаны на возникновении вторичного поля из-за движения свободных электронов под действием внешнего поля.

Амплитуда наведенного поля приблизительно равна амплитуде экранируемого поля, а фазы этих полей противоположны. По этому при сложении поле почти не проходит за экран.

Поглощение ЭМ излучения вызвано поляризацией диэлектрика. Молекулы вещества ориентируются по полю, при этом расходуя энергию на преодоление вязкости среды. В результате часть энергии преобразуется в тепловую.

На рис.2 представлены коэффициенты ослабления для разных экранов

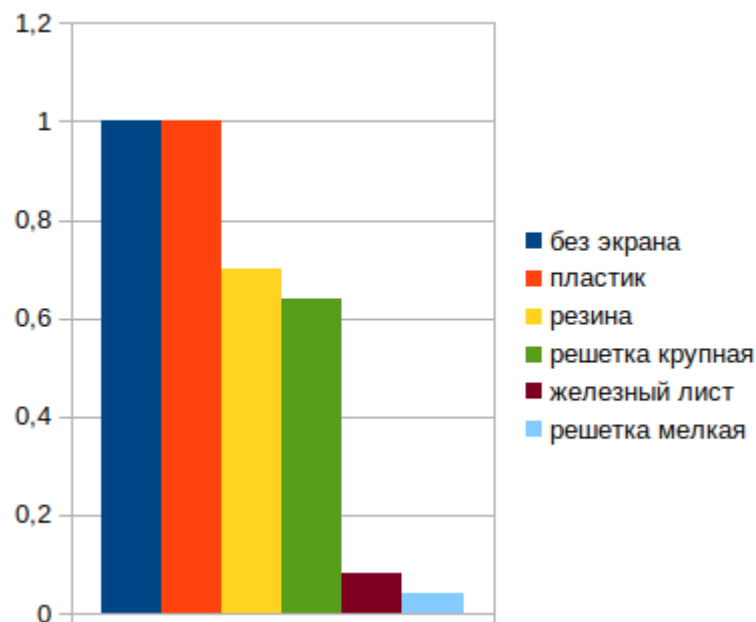


Рисунок 2 — Коэффициенты ослабления мощности поля

Видно, что лучшие результаты показал железный лист и мелкая решетка, в то время как крупная решетка отразила заметно меньше мощности. Это связано с тем, что подобно клетке Фарадея размер ячейки должен быть сильно меньше длины волны для эффективного экранирования. Экран из резины сравним с крупной решеткой, пластик оказался совершенно не эффективен.

### 3. Анализ излучения телефонов

Было исследовано три телефона: Asus, Honor, iPhone.

Результаты представлены в таб. 3. [ $\text{мкВт/см}^3$ ]

	0°	90°	180°	270°
Asus	7.7	9.45	7.7	4.2

Honor	0.7	0	1.7	0
iphone	0	0	0	0

При нормативном значении  $3 \text{ мкВт/см}^2$  только телефон Asus превышает норму. Honor не выходит за ограничение, а iphone излучает с силой, меньшей чем чувствительность измерительного прибора.

Вид излучения у телефона Honor можно объяснить конфигурацией антенны, в связи с чем она излучает только в двух направлениях.

## **Выводы**

Были исследован эффект СВЧ излучения. Проанализирована диаграмма зависимости излучения от положения приёмника. Сделан вывод, что поле несимметрично относительно центра рабочей зоны микроволновки, а так же что зависимость от расстояния имеет сложную природу, однако интенсивность определённо падает.

Исследована эффективность различных экранов . Лучшие показатели оказались у экранов, основанных на отражении (лист металла и сетки). Эффективность крупной сетки значительно хуже мелкой, т. к. длина волны не достаточно превосходит размер ячейки. Экран из пластика оказался совершенно не эффективен.

Исследовано излучение телефона в режиме разговора. Получены сильно различающиеся результаты для разных моделей т. е. возможность излучения сильно зависит от модели. При этом у телефона с низким излучением оно наблюдалось с передней и задней стороны, по бокам излучение не фиксировалось. Самый лучший результат показал iphone, излучение от которого не фиксировалось.