

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
им. Н.Э. БАУМАНА**

Факультет: Информатика и системы управления
Кафедра: Информационная безопасность (ИУ8)

ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИБ ОБЪЕКТОВ

Задание на тему:
**«Контроль защищенности речевой информации от
утечки по акустическим (виброакустическим)
техническим каналам»**

Вариант 5

Преподаватель:
Медведев Н. В.

Студент:
Куликова А.В.

Группа:
ИУ8-31М

Цель работы

1. Произвести расчет значений октавного уровня соотношения «сигнал/шум» на основе исходных данных.
2. Произвести расчет словесной разборчивости речи на основе исходных данных.
3. Оформить результаты в виде расчетно-пояснительной записки. В расчетно-пояснительной записке по результатам расчетов сделать вывод о выполнении норм защищенности помещения от утечки речевой информации по акустическому каналу. В случае невыполнения норм сформулировать предложения по обеспечению требуемого уровня защищенности речевой информации от утечки по техническому каналу.
4. К расчетно-пояснительной записке приложить протокол инструментального контроля выполнения норм противодействия акустической речевой разведки, образец которого указан в приложении А.

Постановка задачи

Вариант	Уровни речевого сигнала (дБ)	Уровни шумов (дБ)	Канал утечки информации (на рис. 3)	Категория помещения	Язык речевого сигнала
5	41, 38, 37, 34, 33	63, 58, 55, 52, 50	а	ОН	русский

Примечание: ОН – объект общего назначения.

Акустические каналы

а) Наибольшую опасность представляют технологические окна и каналы с большой площадью поперечного сечения, такие как короба коммуникаций и воздуховоды вентиляции. Эти объекты являются, по сути, акустическими волноводами и звуковые колебания могут распространяться по ним на значительные расстояния. Так, если поперечные размеры короба сравнимы с длиной звуковых волн, затухание, при распространении по нему

звука, составляет $\delta = 0,01 \dots 1$ дБ/м и зависит от размеров короба, материала стенок и пр.

Ход работы

Программная реализация на языке программирования Python.

```

        return 1.54 * R * (0.25) * (1 - exp(-11 * R))
# Формула для W(R), если R больше или равен 0.15
tmp = -11 * R / (1 + 0.7 * R)
return 1 - exp(tmp)

# Функция для расчета суммы произведений ps и ks
def fR(ps, ks):
    return np.sum(ps * ks) # Возвращает сумму произведений элементов массивов ps
и ks

# Функция для расчета ΔA(f) в зависимости от частоты f
def ΔA(f):
    if f > 1000:
        # Формула для ΔA(f), если f больше 1000 Гц
        return 1.37 + 1000 / (f * 0.69)
    # Формула для ΔA(f), если f меньше или равен 1000 Гц
    return 200 / (f * 0.43) - 0.37

# Функция для расчета p_f(Qs)
def p_f(Qs):
    Qs = list(Qs) # Преобразуем Qs в список
    res = [] # Список для хранения результатов
    for qi in Qs:
        # Расчет временной переменной tmp на основе формулы p_f
        tmp = (0.78 + 5.46 * exp(-4.3 * (10 ** (-3)) * (27.3 - abs(qi) ** 2))) /
\
            (1 + 10 ** (0.1 * abs(qi)))
        if qi < 0:
            res.append(tmp) # Если qi < 0, добавляем tmp в результаты
        else:
            res.append(1 - tmp) # В противном случае добавляем 1 - tmp
    return res

# Функция для расчета k_f(fs)
def k_f(fs):
    return np.array(
        [
            2.57 * (10 ** (-8)) * fi ** (2.4)
            for fi in filter(lambda x: x <= 400, fs) # Для частот <= 400 Гц
        ] + [
            1 - 1.074 * exp(-10 ** (-4) * fi ** 1.18)
            for fi in filter(lambda x: x > 400 and x < 10000, fs) # Для частот
между 400 и 10000 Гц
        ]
    )

def main():
    # Вывод формул для понимания расчетов
    print("\nФормулы:")
    print(r"""
        Формула для затухания:
    """

```

$$\Delta = (0.01 + (0.99 * \text{size} / 100)) * \text{length} * \text{material_factor}$$

Формула для $W(R)$:

$$W(R) = \begin{cases} 1.54 * R * (0.25) * (1 - e^{(-11R)}), & \text{если } R < 0.15 \\ 1 - e^{(-11R / (1 + 0.7R))}, & \text{иначе} \end{cases}$$

Формула для $fR(ps, ks)$:

$$R = \Sigma(ps * ks)$$

Формула для $\Delta A(f)$:

$$\Delta A(f) = \begin{cases} 1.37 + (1000 / (f * 0.69)), & \text{если } f > 1000 \\ (200 / (f * 0.43)) - 0.37, & \text{иначе} \end{cases}$$

Формула для $p_f(Qs)$:

$$p_f(Qs) = \begin{cases} (0.78 + (5.46 * e^{(-4.3 * (10^{(-3)}) * (27.3 - |qi|^2)))}) / (1 + 10^{(0.1 * |qi|)}), & \text{если } qi < 0 \\ \text{иначе:} \\ 1 - p_f(Qs) \end{cases}$$

Формула для $k_f(fs)$:

$$k_f(fs) = \begin{cases} 2.57 * (10^{(-8)}) * fi^{(2.4)}, & \text{если } fi \leq 400 \\ 1 - (1.074 * e^{(-10^{(-4)} * fi^{(1.18)})}), & \text{если } fi > 400 \text{ и } fi < 10000 \end{cases}$$

""")

Уровни речи и шума в дБ

speak_lvls = np.array([41, 38, 37, 34, 33])

noise_lvls = np.array([63, 58, 55, 52, 50])

dLt = 35

Расчет уровней Qs и Es на основе уровней речи и шума

qs = speak_lvls - noise_lvls

es = speak_lvls - noise_lvls - dLt

Создание таблицы для qi и Ei с использованием pandas DataFrame

df_qi_ei = pd.DataFrame({

 'qi': qs,

 'Ei': es

})

```

print("Таблица qi и Ei:")
print(df_qi_ei)

# Расчет ΔA для каждой частоты в списке fs
dAs = [ΔA(fsi) for fsi in fs]
# Вывод формулы ΔA(f)
for fsi, dAi in zip(fs, dAs):
    if fsi > 1000:
        formula = f"ΔA({fsi}) = 1.37 + (1000 / ({fsi} * 0.69)) = {dAi:.2f}"
    else:
        formula = f"ΔA({fsi}) = (200 / ({fsi} * 0.43)) - 0.37 = {dAi:.2f}"
    print(formula)

# Расчет разности между k_f для высоких и низких частот
ks = k_f(fs_high) - k_f(fs_low)

# Расчет Qs и ps на основе ранее вычисленных значений
Qs = qs - dAs
ps = p_f(Qs)

# Вывод формулы fR(ps, ks)
r = fR(ps, ks)
print(f"\nfR(ps, ks) = Σ(ps * ks) = {r:.2f}")

# Вывод формулы W(R)
w = W(r)
print(f"W(R) = {w:.4f}")

# Пример расчета затухания для короба с заданными параметрами
length = 10 # длина короба в метрах
size = 50 # поперечное сечение в см^2
material_factor = 1.0 # коэффициент материала

attn = attenuation(length, size, material_factor)

# Вывод формулы затухания с подставленными значениями
delta = 0.01 + (0.99 * size / 100)
print(f"Затухание: Δ = ({delta:.2f}) * {length} * {material_factor} = {attn:.2f} дБ")

# Создание таблицы результатов с использованием pandas DataFrame
df_results = pd.DataFrame({
    'Частота (Гц)': fs,
    'ΔAi': np.round(dAs, 2),
    'Qi': np.round(Qs, 2),
    'Pi': np.round(ps, 3),
    'Ki': np.round(ks, 3)
})

print("\nТаблица результатов:")
print(df_results)

```

```

# Визуализация результатов с использованием matplotlib
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(fs, dAs, marker='o', label='ΔAi')
plt.plot(fs, Qs, marker='o', label='Qi')
plt.title('ΔAi и Qi по частоте')
plt.xlabel('Частота (Гц)')
plt.ylabel('Значение')
plt.legend()

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(fs, ps, marker='o', label='Pi')
plt.plot(fs, ks, marker='o', label='Ki')
plt.title('Pi и Ki по частоте')
plt.xlabel('Частота (Гц)')
plt.ylabel('Значение')
plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()

if __name__ == '__main__':
    main()

```

Результаты программной реализации представлены на рисунках 1 и 2, а также на рисунке 3 представлены графики по частотам.

$$\Delta = (0.01 + (0.99 \cdot \text{size}/100)) \cdot \text{length} \cdot \text{material_factor}$$

$$W(R)\colon$$

$$W(R) = \begin{cases} 1.54 \cdot R \cdot (0.25) \cdot (1 - e^{-11R}), & R < 0.15 \\ 1 - e^{-11R/(1+0.7R)}, & \end{cases}$$

$$fR(ps,ks)\colon$$

$$R=\sum (ps\cdot ks)$$

$$\Delta A(f)\colon$$

$$\Delta A(f) = \begin{cases} 1.37 + \left(\frac{1000}{f \cdot 0.69}\right), & f > 1000 \\ \left(\frac{200}{f \cdot 0.43}\right) - 0.37, & \end{cases}$$

$$p_f(Qs)\colon$$

$$p_f(Qs) = \begin{cases} 0.78 + \left(\frac{5.46 \cdot e^{-4.3 \cdot (10^{-3}) \cdot (27.3 - |qi|^2)}}{1 + 10^{(0.1 \cdot |qi|)}}\right), & qi < 0 \\ 1 - p_f(Qs), & \end{cases}$$

$$k_f(fs)\colon$$

$$k_f(fs) = \begin{cases} 2.57 \cdot (10^{-8}) \cdot fi^{2.4}, & fi \leq 400 \\ 1 - (1.074 \cdot e^{-10^{-4} \cdot fi^{1.18}}), & fi > 400 \quad fi < 10000 \end{cases}$$

$$\mathbf{qi} \quad \mathbf{Ei}\colon$$

qi	Ei
-22	-57
-20	-55
-18	-53
-18	-53
-17	-52

$$\Delta A(250) = (200/(250 \cdot 0.43)) - 0.37 = 1.49$$

$$\Delta A(500) = (200/(500 \cdot 0.43)) - 0.37 = 0.56$$

Рисунок 1 - Результаты программной реализации

$$\Delta A(1000) = (200/(1000 \cdot 0.43)) - 0.37 = 0.10$$

$$\Delta A(2000) = 1.37 + (1000/(2000 \cdot 0.69)) = 2.09$$

$$\Delta A(4000) = 1.37 + (1000/(4000 \cdot 0.69)) = 1.73$$

$$fR(ps, ks) = \sum (ps \cdot ks) = 0.27$$

$$W(R) = 0.9146$$

:

$$\Delta = (0.51) \cdot 10 \cdot 1.0 = 5.05$$

:

()	ΔA_i	Q_i	P_i	K_i
250	1.49	-23.49	0.236	0.027
500	0.56	-20.56	0.267	0.114
1000	0.10	-18.10	0.315	0.211
2000	2.09	-20.09	0.275	0.307
4000	1.73	-18.73	0.300	0.258

Рисунок 2 - Результаты программной реализации

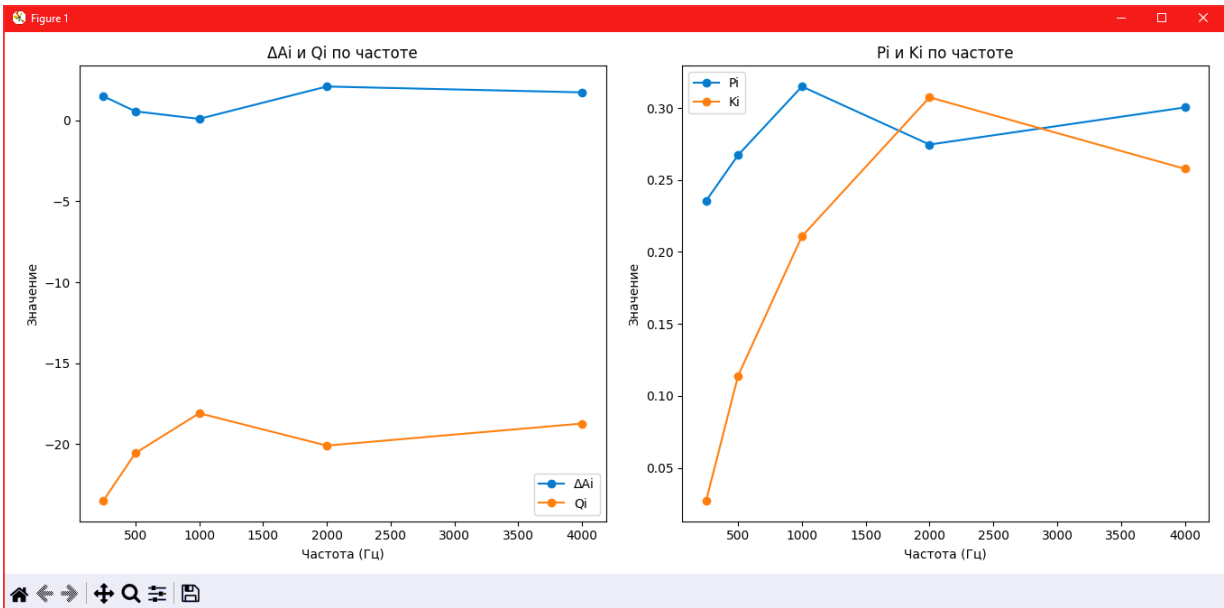


Рисунок 3 - Графики по частотам

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Результат программной реализации:

C:\Users\USER\Desktop\test\pythonProject\.venv\Scripts\python.exe
C:\Users\USER\Desktop\test\pythonProject\main.py

Формулы:

Формула для затухания:

$$\Delta = (0.01 + (0.99 * \text{size} / 100)) * \text{length} * \text{material_factor}$$

Формула для $W(R)$:

$$W(R) = \begin{cases} 1.54 * R * (0.25) * (1 - e^{(-11R)}), & \text{если } R < 0.15 \\ 1 - e^{(-11R / (1 + 0.7R))}, & \text{иначе} \end{cases}$$

Формула для $fR(p_s, k_s)$:

$$R = \Sigma(p_s * k_s)$$

Формула для $\Delta A(f)$:

$$\Delta A(f) = \begin{cases} 1.37 + (1000 / (f * 0.69)), & \text{если } f > 1000 \\ (200 / (f * 0.43)) - 0.37, & \text{иначе} \end{cases}$$

Формула для $p_f(Q_s)$:

$$p_f(Q_s) = \begin{cases}$$

$$\begin{aligned} & (0.78 + (5.46 * e^{(-4.3 * (10^{-3})) * (27.3 - |q_i|^2)})) / \\ & (1 + 10^{(0.1 * |q_i|)}), \text{ если } q_i < 0 \\ & \text{иначе:} \\ & 1 - p_f(Q_s) \\ & \} \end{aligned}$$

Формула для $k_f(f_s)$:

$$\begin{aligned} & k_f(f_s) = \\ & \{ \\ & 2.57 * (10^{-8}) * f_i^{(2.4)}, \text{ если } f_i \leq 400 \\ & 1 - (1.074 * e^{(-10^{-4}) * f_i^{(1.18)}}), \text{ если } f_i > 400 \text{ и } f_i < 10000 \\ & \} \end{aligned}$$

Таблица q_i и E_i :

q_i E_i

0 -22 -57

1 -20 -55

2 -18 -53

3 -18 -53

4 -17 -52

$$\Delta A(250) = (200 / (250 * 0.43)) - 0.37 = 1.49$$

$$\Delta A(500) = (200 / (500 * 0.43)) - 0.37 = 0.56$$

$$\Delta A(1000) = (200 / (1000 * 0.43)) - 0.37 = 0.10$$

$$\Delta A(2000) = 1.37 + (1000 / (2000 * 0.69)) = 2.09$$

$$\Delta A(4000) = 1.37 + (1000 / (4000 * 0.69)) = 1.73$$

$$fR(p_s, k_s) = \Sigma(p_s * k_s) = 0.27$$

$$W(R) = 0.9146$$

$$\text{Затухание: } \Delta = (0.51) * 10 * 1.0 = 5.05 \text{ дБ}$$

Таблица результатов:

	Частота (Гц)	ΔA_i	Q_i	P_i	K_i
0	250	1.49	-23.49	0.236	0.027
1	500	0.56	-20.56	0.267	0.114
2	1000	0.10	-18.10	0.315	0.211
3	2000	2.09	-20.09	0.275	0.307
4	4000	1.73	-18.73	0.300	0.258

Process finished with exit code 0

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Отчет был реализован на LATEX.

```
\documentclass{article}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{booktabs}

\begin{document}

\section*{Формулы}

\subsection*{Формула для затухания:}
\[
\Delta = (0.01 + (0.99 \cdot \text{size} / 100)) \cdot \text{length} \cdot \text{material\_factor}
\]

\subsection*{Формула для  $W(R)$ :}
\[
W(R) =
\begin{cases}
1.54 \cdot R \cdot (0.25) \cdot (1 - e^{-11R}), & \text{если } R < 0.15 \\
1 - e^{-11R / (1 + 0.7R)}, & \text{иначе}
\end{cases}
\]

\subsection*{Формула для  $fR(ps, ks)$ :}
\[
R = \sum (ps \cdot ks)
\]

\subsection*{Формула для  $\Delta A(f)$ :}
\[
\Delta A(f) =
\begin{cases}
1.37 + \left( \frac{1000}{f} \cdot 0.69 \right), & \text{если } f > 1000 \\
\left( \frac{200}{f} \cdot 0.43 \right) - 0.37, & \text{иначе}
\end{cases}
\]

\subsection*{Формула для  $p_f(Qs)$ :}
\[
p_f(Qs) =
\begin{cases}
0.78 + \left( \frac{5.46 \cdot e^{-4.3 \cdot (10^{-3})} \cdot (27.3 - |q_i|^2)}{1 + 10^{(0.1 \cdot |q_i|)}} \right), & \text{если } q_i < 0 \\
1 - p_f(Qs), & \text{иначе}
\end{cases}
\]
```

```

\subsection*{Формула для \(\ k_f(fs)\ \):}
\[
k_f(fs) =
\begin{cases}
2.57 \cdot (10^{-8}) \cdot fi^{2.4}, & \text{если } fi \leq 400 \\
1 - (1.074 \cdot e^{-10^{-4}} \cdot fi^{1.18}), & \text{если } fi > 400 \text{ и} \\
\end{cases}
\end{cases}
\]

```

```

\section*{Таблица qi и Ei:}

```

```

\begin{tabular}{cc}
\toprule
qi & Ei \\
\midrule
-22 & -57 \\
-20 & -55 \\
-18 & -53 \\
-18 & -53 \\
-17 & -52 \\
\bottomrule
\end{tabular}

```

```

\vspace{1em}

```

```

\[
\Delta A(250) = (200 / (250 \cdot 0.43)) - 0.37 = 1.49
\]
\[
\Delta A(500) = (200 / (500 \cdot 0.43)) - 0.37 = 0.56
\]
\[
\Delta A(1000) = (200 / (1000 \cdot 0.43)) - 0.37 = 0.10
\]
\[
\Delta A(2000) = 1.37 + (1000 / (2000 \cdot 0.69)) = 2.09
\]
\[
\Delta A(4000) = 1.37 + (1000 / (4000 \cdot 0.69)) = 1.73
\]

```

```

\vspace{1em}

```

```

\[
fR(ps, ks) = \sum(ps \cdot ks) = 0.27
\]
\[
W(R) = 0.9146
\]

```

Затухание:

```
\[
\Delta = (0.51) \cdot 10 \cdot 1.0 = 5.05 \text{ дБ}
\]
```

```
\section*{Таблица результатов:}
```

```
\begin{tabular}{ccccc}
```

```
\toprule
```

```
Частота (Гц) &  $\Delta A_i$  &  $Q_i$  &  $P_i$  &  $K_i$  \\\
```

```
\midrule
```

```
250 & 1.49 & -23.49 & 0.236 & 0.027 \\\
```

```
500 & 0.56 & -20.56 & 0.267 & 0.114 \\\
```

```
1000 & 0.10 & -18.10 & 0.315 & 0.211 \\\
```

```
2000 & 2.09 & -20.09 & 0.275 & 0.307 \\\
```

```
4000 & 1.73 & -18.73 & 0.300 & 0.258 \\\
```

```
\bottomrule
```

```
\end{tabular}
```

```
\end{document}
```