

Тема:

Проектирование подсистемы компьютерной идентификации пользователя по акустическому паролю

Цель:

Разработать подсистему идентификации на основе корреляционного анализа голосовых характеристик пользователя для управления внешними линиями связи

Задачи:

- Провести обзор биометрических средств идентификации по голосу;
- Рассмотреть аспекты эффективности решения задачи идентификации пользователя по голосу и определить основные требования к подсистеме;
- Дать характеристику современных методов и средств идентификации по голосу и выбрать базовый метод;
- Составить классификацию и выбрать математический подход для компьютерной идентификации пользователя по акустическому паролю;
- Выбрать техническое и программное обеспечение подсистемы компьютерной идентификации пользователя по акустическому паролю;
- Разработать функциональные алгоритмы для компьютерной программы;
- Составить инструкцию для пользователя и программиста и разработать рекомендации по использованию подсистемы;
- Выполнить расчет экономического эффекта от использования подсистемы для управления каналами доступа;
- Выполнить анализ и дать рекомендации по обеспечению безопасности труда на рабочем месте при эксплуатации подсистемы.

Классификация методов идентификации по акустическому паролю



По способу решения задачи идентификации:

- автоматические системы;
- субъективные (экспертные).

По характеру распознаваемых объектов:

- 1) текстозависимые;
 - а) дикторозависимые;
 - б) дикторонезависимые;
- 2) текстонезависимые (дикторозависимые).

Автоматическая текстодикторозависимая идентификация пользователя на основе корреляционного анализа спектральных характеристик голосового сигнала с использованием метода эталонов.

Выбор технического и программного обеспечения подсистемы

Критерии:

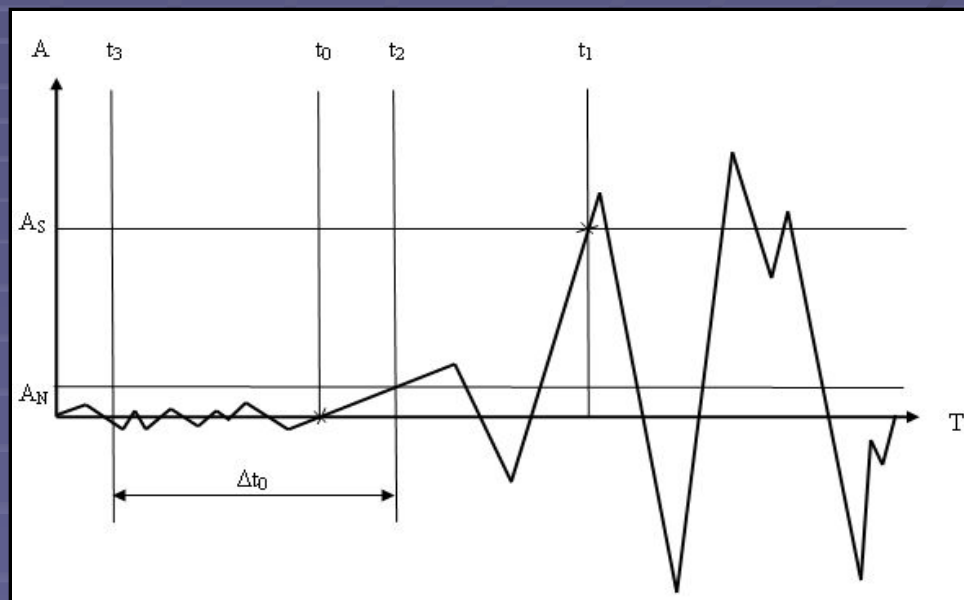
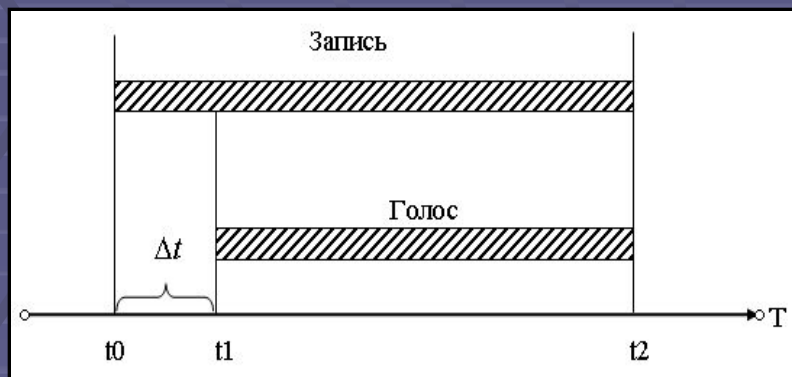
- Быстродействие;
- Бюджетность;
- Надежность;
- Достоверность;
- Простота в использовании.

№	Обеспечение подсистемы	Операционная система	Метод идентификации	Интерфейс ввода-вывода дискретных сигналов
1	Аппаратное	Mac OS	Метод линейного предсказания	Usb
2	Аппаратно-программное на базе узко специализированной МПС	Unix	Спектральный анализ	RS-232
3	Аппаратно-программное на базе многоцелевой МПС (IBM PC)	OS/2	Кепстральный анализ	Centronics
4	Аппаратно-программное на базе многоцелевой МПС (Mac)	MS Windows	Вейвлет-анализ	

Спецификация аппаратных средств в составе ноутбука Acer TravelMate 2313WLC CM1.5

№	Наименование	Кол-во	Описание
1	Intel Celeron M processor 370 1.5 ГГц	1	Микропроцессор
2	Экран 15.4" (39.1 см), 16.7 млн. цветов	1	ЖК-дисплей
3	Память 512 Мб DDR266	1	ОЗУ
4	Встроенный микрофон	1	Микрофон, встроенный в корпус ноутбука
5	встроенный динамик	2	Сtereo динамики, расположенные в корпусе ноутбука
6	Линейный выход	1	Выход для наушников или активных колонок
7	UDMA/100 80 Гб	1	Жесткий диск
8	Rs-232		Com-порт

Алгоритмы предварительной обработки акустического сигнала



■ Выравнивание по оси амплитуд:

■ $K_{O3} = \text{Ч}_д \cdot \Delta t = 8000 \cdot 50 \text{ мс} = 400$
 где $\text{Ч}_д$ – частота дискретизации сигнала.

$$\text{■ } A_c = 1/K_{O3} \cdot \sum_{l=0}^{K_{O3}-1} x(t)$$

где $x(t)$ – значение амплитуды отсчета t .

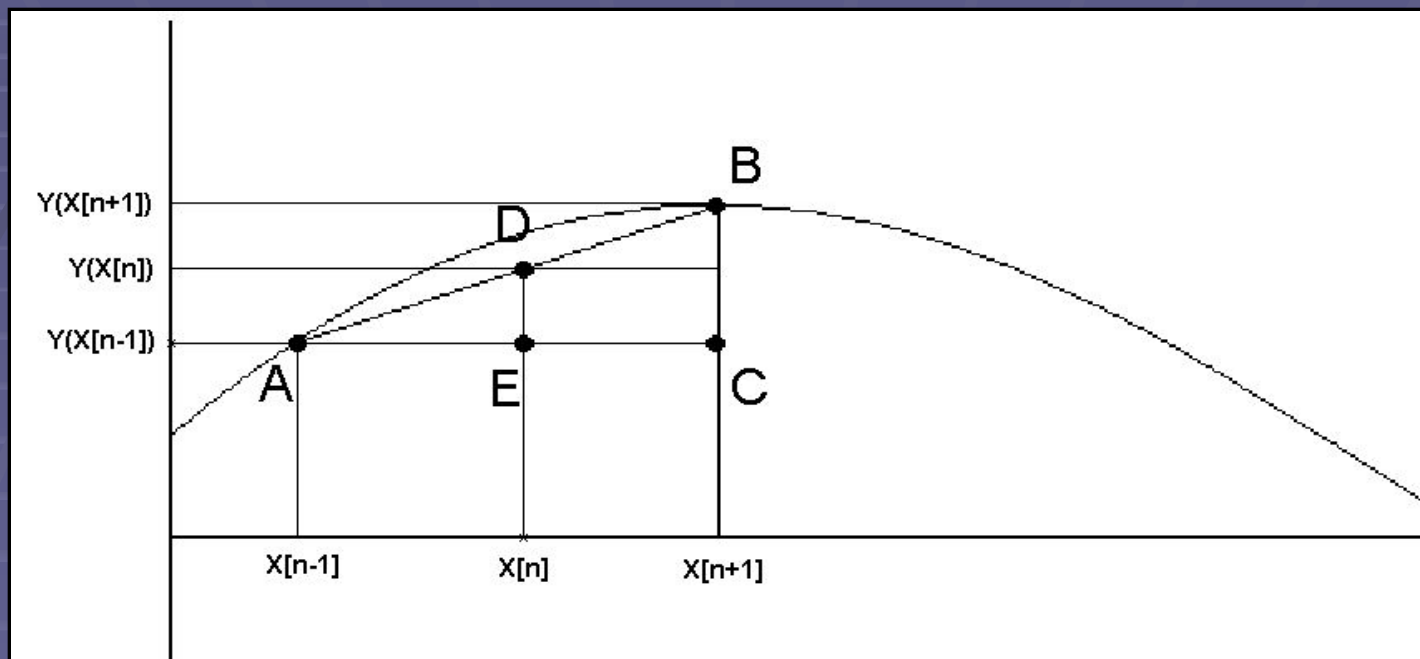
■ Выделение полезного сигнала:

■ Поиск $x(t) \geq A_s, 0..N$

■ Поиск $x(t) \leq A_N, t_1..0$

■ Поиск $x(t) = 0, t_t..0$

Алгоритм нормирования временного ряда акустического сигнала

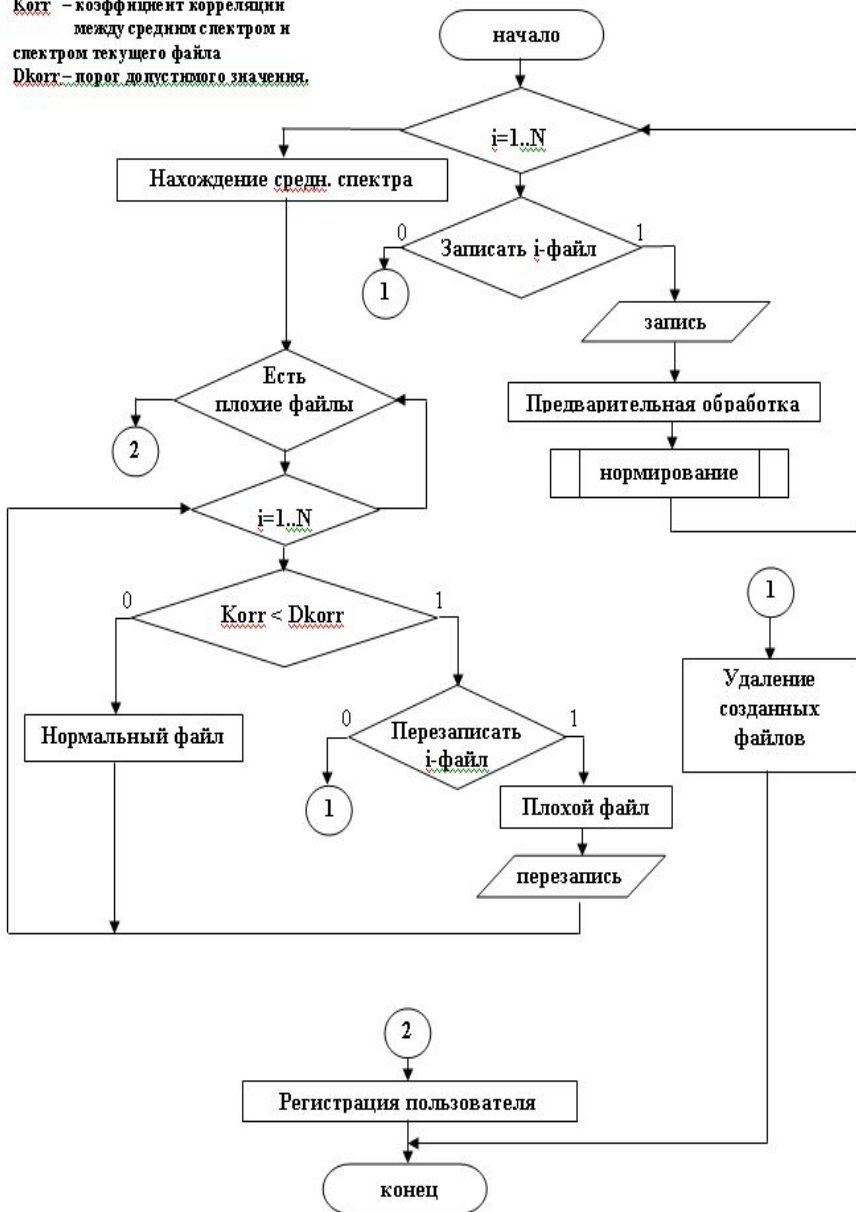


$$\frac{DE}{AE} = \frac{BC}{AC} \quad n_{korr} = \frac{T}{T_N}, \text{ где } \begin{array}{l} T - \text{количество отсчетов реального сигнала;} \\ T_N - \text{количество отсчетов нормированного сигнала;} \\ n_{korr} - \text{корректированный шаг относительно реальных отсчетов.} \end{array}$$

$$\frac{y(x_n) - y(x_{n-1})}{x_n - x_{n-1}} = \frac{y(x_{n+1}) - y(x_{n-1})}{x_{n+1} - x_{n-1}} \Rightarrow y(x_n) = y(x_{n-1}) + (x_n - x_{n-1}) \cdot (y(x_{n+1}) - y(x_{n-1}))$$

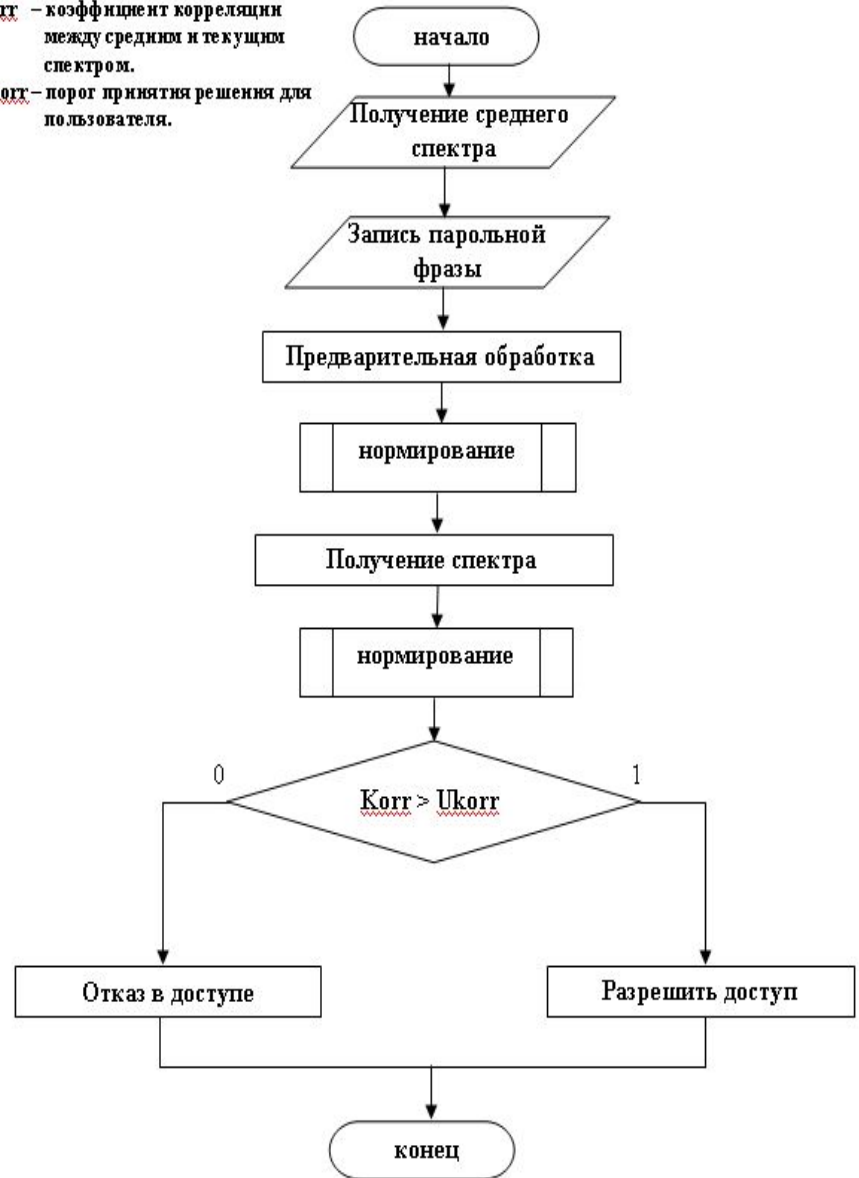
Алгоритм обучения модели

Kcorr – коэффициент корреляции между средним спектром и спектром текущего файла
Dcorr – порог допустимого значения.



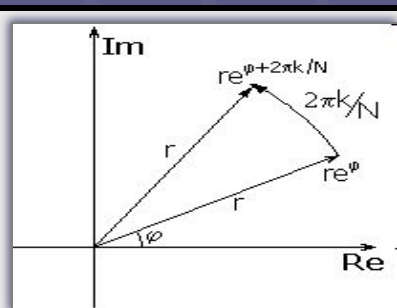
Алгоритм верификации

Korr – коэффициент корреляции между средним и текущим спектром.
Ukorr – порог принятия решения для пользователя.



Описание математического метода получения спектральных характеристик сигнала

- Дискретное преобразование Фурье
- Быстрое преобразование Фурье



$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n W_N^{kn}$$

$$W_N^k = e^{-j2\pi k/N}$$

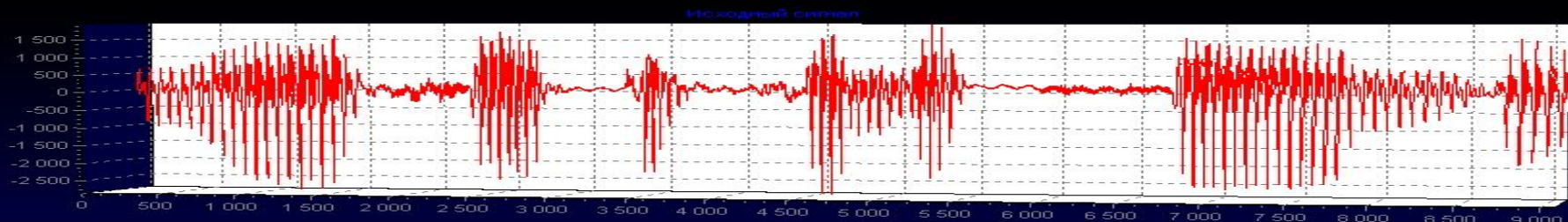
$$e^{j2\pi N} = \cos(2\pi N) + j \sin(2\pi N)$$

Позволяет уменьшить сложность: $N^2 \rightarrow N \log_2 N$

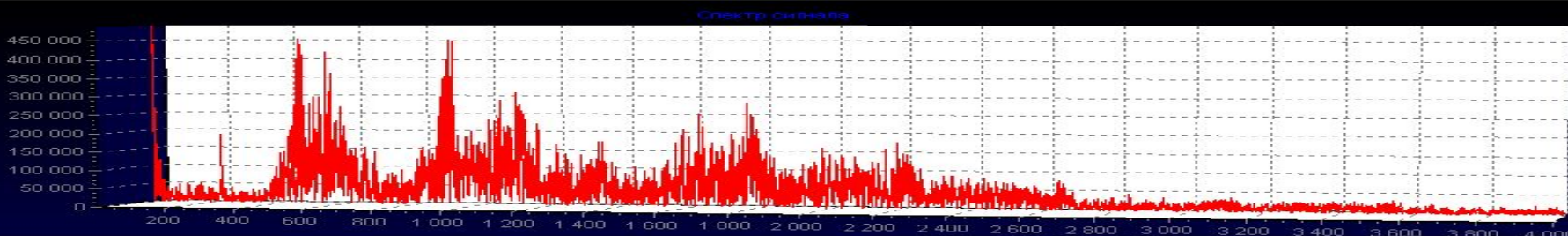
$$X_{\{N\}k} = X_{\{N/2\}[even]k} + W_N^k X_{\{N/2\}[odd]k}$$

$$X_{\{N\}N/2+k} = X_{\{N/2\}[even]k} - W_N^k X_{\{N/2\}[odd]k} \quad k = 0..N/2-1$$

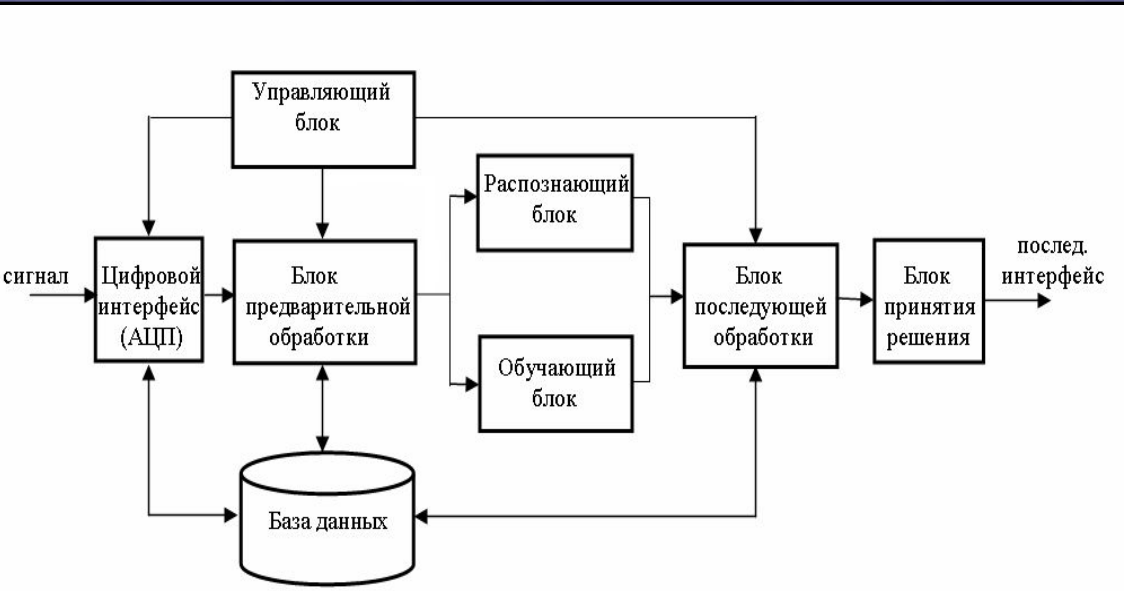
- График акустического сигнала



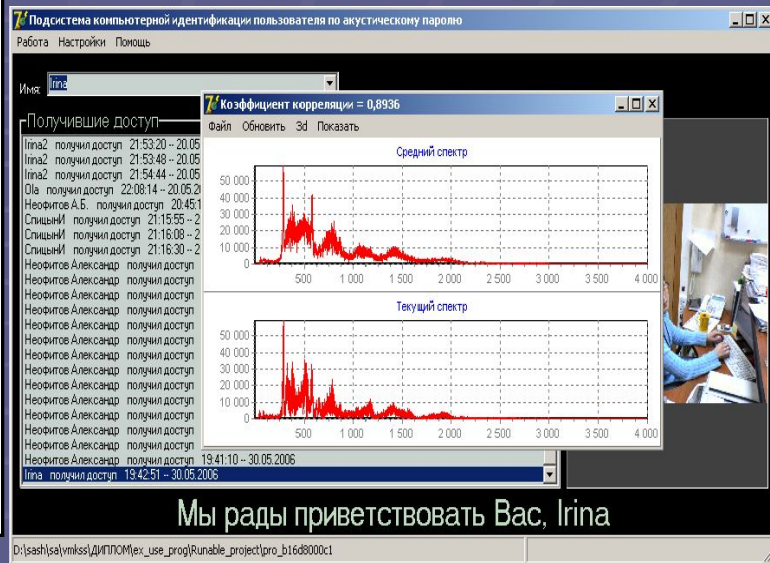
- Спектр акустического сигнала



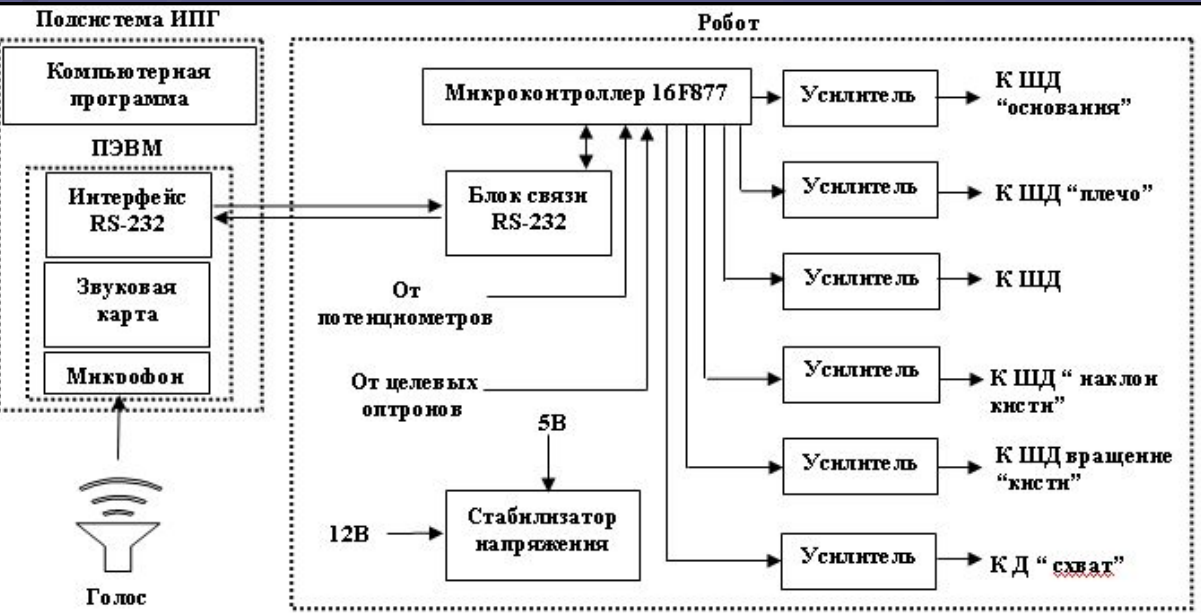
Структурная схема подсистемы идентификации пользователя по голосу



Вид главного окна программы



Рекомендации по использованию подсистемы



Результат тестирования подсистемы

Пороговый коэффициент пользователя = 0,8015

Принадлежность голоса	Кэфф-т	Результат (доступ)
Пользователь	0,8481	+
Мужчина 1	0,4894	-
Мужчина 2	0,7042	-
Мужчина 3	0,7115	-
Женщина 1	0,5226	-
Женщина 2	0,6899	-
Женщина 3	0,6139	-
Ребенок	0,4658	-

Оценка достоверности подсистемы ≈ 85 – 90 %

Расчет экономической эффекта от использования подсистемы

$$\text{Эф} = N(t_1 - t_2) \cdot C_{\text{чмс}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{сн}} - E_{\text{н}} \cdot K \cdot 15000 \cdot (0,083 - 0,0028) \cdot 9,2 \cdot 1,1 \cdot 1,358 - 0,39 \cdot 22395,25 = 7798,63 \text{ руб.}$$

где N - количество обрабатываемых документов за год;

t_1, t_2 - трудоёмкость обработки документов до и после внедрения программы;

$C_{\text{чмс}}$ - часовая тарифная ставка пользователя;

$K_{\text{доп}}$ - коэффициент отчислений на дополнительную зарплату;

$K_{\text{сн}}$ - коэффициент отчислений на социальные нужды;

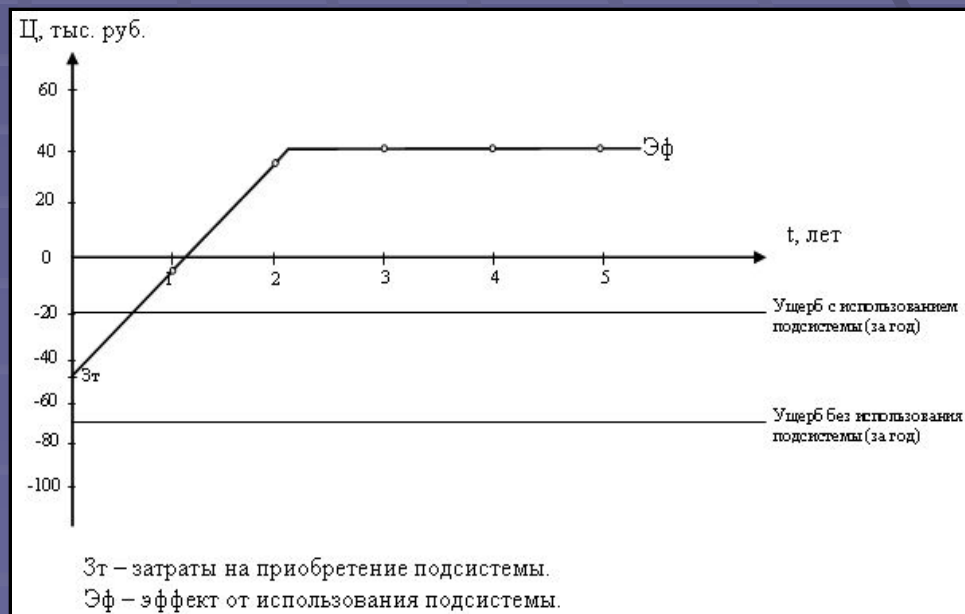
$E_{\text{н}}$ - нормативный коэффициент окупаемости кап. вложений;

K - дополнительные кап. вложения, связанные с разработкой программного продукта.

$$T_{\text{ок}} = E_{\text{н}} \cdot K / \text{Эф} = 0,39 \cdot 22395,25 / 7798,63 = 1,12 \text{ года}$$

№	Наименование показателя	Значение	Ед. изм.
1	Вспомогательные материалы	1010,00	руб.
2	Основная зарплата	13291,42	руб.
3	Дополнительная зарплата	1431,00	руб.
4	Отчисления на социальные нужды	5234,16	руб.
5	Затраты на электроэнергию	68,47	руб.
6	Накладные расходы	1462,06	руб.
7	Экономический эффект	7798,63	руб.
8	Срок окупаемости	13,44	мес.

Эффект от предотвращения незаконного доступа к предполагаемому объекту:



Анализ и оценка по обеспечению безопасности эксплуатации подсистемы

- Произведен анализ вредных производственных факторов и даны рекомендации по снижению их влияния:

1) неблагоприятный состав и состояние воздуха;

а) повышенная запыленность воздуха;

б) повышенная или пониженная влажность;

в) повышенная подвижность.

2) неоптимальное освещение;

а) недостаток освещенности;

б) неравномерность освещения.

3) повышенный уровень шума.

- Рассчитана оценка тяжести труда:

$$T = x_{\max} + ((6 - x_{\max}) / (6(N-1))) \sum x_i = 4 + ((6 - 4) / (6(8-1))) 14 = 4,7$$

где $x_{\max}$ – наивысшая из полученных частных бальных оценок x_i ;

N – общее число факторов;

x_i – бальная оценка по i -му из учитываемых факторов (частная бальная оценка);

n – число учитываемых факторов без учета одного фактора $x_{\max}$.

- Определены возможные чрезвычайные ситуации и рассчитано время эвакуации:

$$T_{\text{общ}} = t_A + t = 0.1 + 1.125 = 1.225 \text{ мин.}$$

где t - время движения людского потока по участку;

t_A - время движения до дверей.

Спасибо за внимание!

