

**Модул № 11: ИНТЕЛИГЕНТНИ СЕНЗОРИ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И
УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ. ВИРТУАЛНИ УРЕДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ**

Презентация

Лектор: доц. д-р Николай Стоянов

*Дисциплина: Електрически измервания – FBE 21, ФЕТТ,
ОКС “Бакалавър”, специалност “Електроника”,
Професионално направление 5.2 Електротехника,
електроника и автоматика*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

*„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”*

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Съдържание

1. Основни понятия

2. Интелигентни сензори

3. Интерфейсни стандарти при интелигентните сензори

3.1 Жични интерфейси

3.2 Безжични интерфейси

4. Интелигентни измервателни преобразуватели

5. Интелигентни измервателни уреди

6. Виртуални уреди за измерване

7. Литература



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

1. Основни понятия

Цифровата обработка на сигналите (ЦОС) е предпоставка за:

- *разширяване на функционалните възможности*
- *подобряване на метрологичните характеристики на средствата за измерване.*

ЦОС - използване на изчислителни устройства, базирани на микропроцесорната техника.

Характерна особеност: достигане на **висока универсалност** на съвременните измервателни уреди и системи.

Съвременна микропроцесорна техника – основна предпоставка за развитие на процедурата “измерване”, в посока прилагане на свойства като “интелект” и “интелигентност” в измервателните уреди.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



“Интелигентност” в измервателните уреди - повишаване на качествата функционалност, адаптивност и инвариантност.

- ▶ **функционалност:** изграждане на мултифункционални устройства и системи, с които се реализират съвместни, съвкупни или косвени измервания, измерване на случайни величини, автоматизирана обработка на резултатите от измерванията.
- ▶ **адаптивност:** възможност за автоматичен избор на обхватите на измерване, контрол на процесите “квантуване” и “кодиране”.
- ▶ **инвариантност:** реализират се различни допълнителни измервателни или изчислителни процедури с които се постига коригиране на резултата от измерването и намаляване на грешките (различни методи за компенсирание на систематичните грешки).



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



2. Интелигентни сензори

Сензори - първични преобразуватели на информация в измервателните уреди и системи (контактуват директно с измервания обект).

Предаване на информация от сензора:

- ▶ *жичен обмен*
- ▶ *използване на безжични технологии.*

Основни характеристики на сензорите:

- *висока точност*
- *чувствителност*
- *разделителна способност*
- *възпроизводимост*
- *повтаряемост.*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Сензорите възприемат информацията от изследвания обект и на изхода си формират:

- *електрически сигнал*, пропорционален на измерваната величина.
- *неелектрически сигнали* (напр. биохимичен), за които е необходимо да се използват специални **междинни преобразуватели**, които да трансформират изхода от сензора в електрически сигнал.

Сензори за интелигентни измервания - устройства, които включват освен контактуващи елементи с измервания обект и различни модули и възли, осъществяващи и обработка на постъпилата информация.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Функции изпълнявани от интелигентен сензор:

- ▶ **Измерване на величината на изследвания обект**
- ▶ **Преобразуване на аналоговия сигнал в цифров, с помощта на аналогово-цифров преобразувател**
- ▶ **Обработка на данните от измерването, свързана с линеаризация на характеристиките, математически изчисления, компенсирание на температурни грешки и др., с помощта на собствен микропроцесор**
- ▶ **Съхраняване на резултатите от обработката на информацията в блок памет**



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

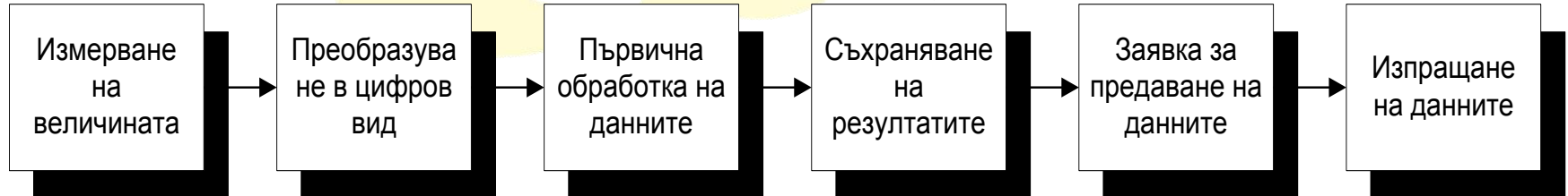
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



- **изпращане на съобщение (заявка) към отдалечен компютър за предаване на данните**
- **жично или безжично изпращане на информацията**

Основни операции в интелигентен сензор



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

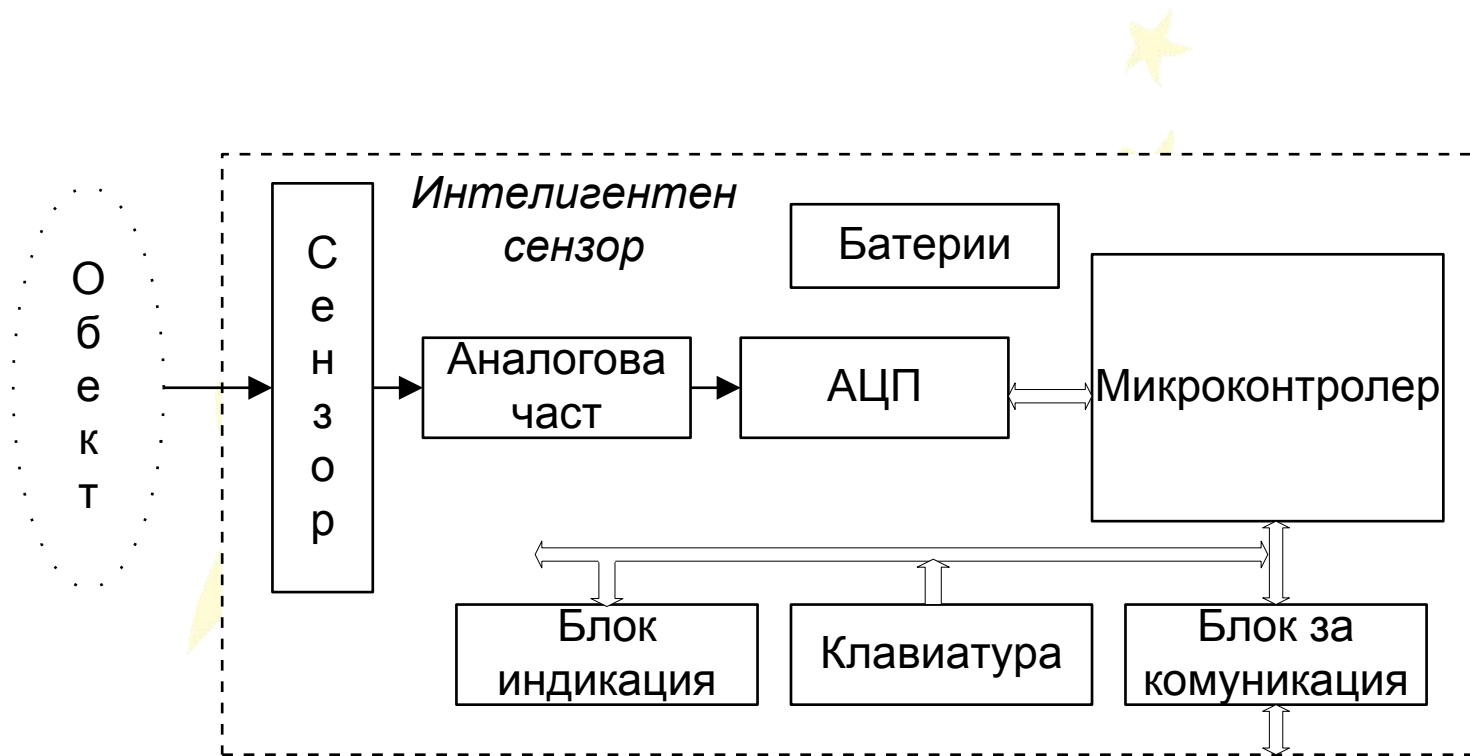
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Обобщена принципна схема интелигентен сензор



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

- ◇ *Информация от обекта* - сензор или група от сензори
- ◇ *Преобразуване се в цифров вид* - аналогово-цифровия преобразувател
- ◇ *Първична обработка* - микроконтролер
- ◇ *Предаване на данните към компютър или сървър* - блок за комуникация.

3. Интерфейсни стандарти при интелигентните сензори

Основни изисквания при проектирането на интерфейсните стандарти:

- *Скорост на данните*
- *Надеждност на данните*
- *Сигурността при предаване на данните*

Видове интерфейсни стандарти:

▶ **жични интерфейси**

▶ **безжични интерфейси.**



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



3.1 Жични интерфейси

► **Серийни интерфейси RS 232, RS 422, RS 485** - изключително голямо приложение, поради масовото му използване в персоналните компютри.

- RS 232 - данните се предават и приемат по една линия със скорост 115 kb/s на разстояние до 15 метра.

- RS 422, RS 485 - осъществяват обмен в диференциален режим по две линии със скорост 115 kb/s на разстояние до 1220 метра (RS 422 – 10 приемника, RS 485 – 32 приемника).

► **Интерфейс I²C**

Обмен на данни на близки разстояния - *осъществява се между предаващо устройство, приемащо устройство и управляващо устройство, генериращо сигнали за управление на комуникацията по шината.*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



► **Интерфейс SPI**

SPI стандарт - избиране на фронта на тактовите импулси, по които да се осъществи обмена на информация. (синхронен обмен на информация).

► **Интерфейс CAN**

Системи, базирани на CAN интерфейс - *различен физически носител за обмен на данните, като оптичен кабел, усукана двойка и др.*

► **Интерфейс IEEE 1451.2**

Обособена организация на обмена, като тя е независима от мрежата към която са свързани сензорите. Това се отнася до функциите, формата на данните и др.

► **Интерфейс LIN**

Връзка на неголеми разстояния по една линия за предаване и приемане на информацията.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



3.2 Безжични интерфейси

▶ **Интерфейс Wi-Fi (IEEE 802.11)**

Висока скорост на предаване на данните - до 54 Mbps.

▶ **Интерфейс Bluetooth (IEEE 802.15.1)**

Радиовръзка за предаване и приемане на информация между устройствата (ниска консумация на енергия).

▶ **Интерфейс ZigBee (IEEE 802.15.4)**

Максимална скорост на обмен - 250 Kbps. (висока надеждност и ниска консумация на енергия).

▶ **Интерфейс GSM**

Изграждане на сензорни мрежи за безжична комуникация.

▶ **Интерфейс IrDA**

Максимално разстояние между приемника и предавателя не повече от 1 метър (инфрочервени импулси).



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



4. Интелигентни измервателни преобразуватели

Измервателни преобразуватели - функционално преобразуване на измерваните величини в удобен вид.

Фактори, оказващи влияние върху точността на преобразуването:

- *влияние на нелинейността на елементите, изграждащи структурата*
- *влияние на външни фактори, като температура, електромагнитни влияния, влажност и др.*

Математически модел на преобразувателя - намаляване на грешките в значителна степен.

Компютърни методи за намаляване на грешките - преобразувателите се нар. интелигентни измервателни преобразуватели.



Европейски съюз

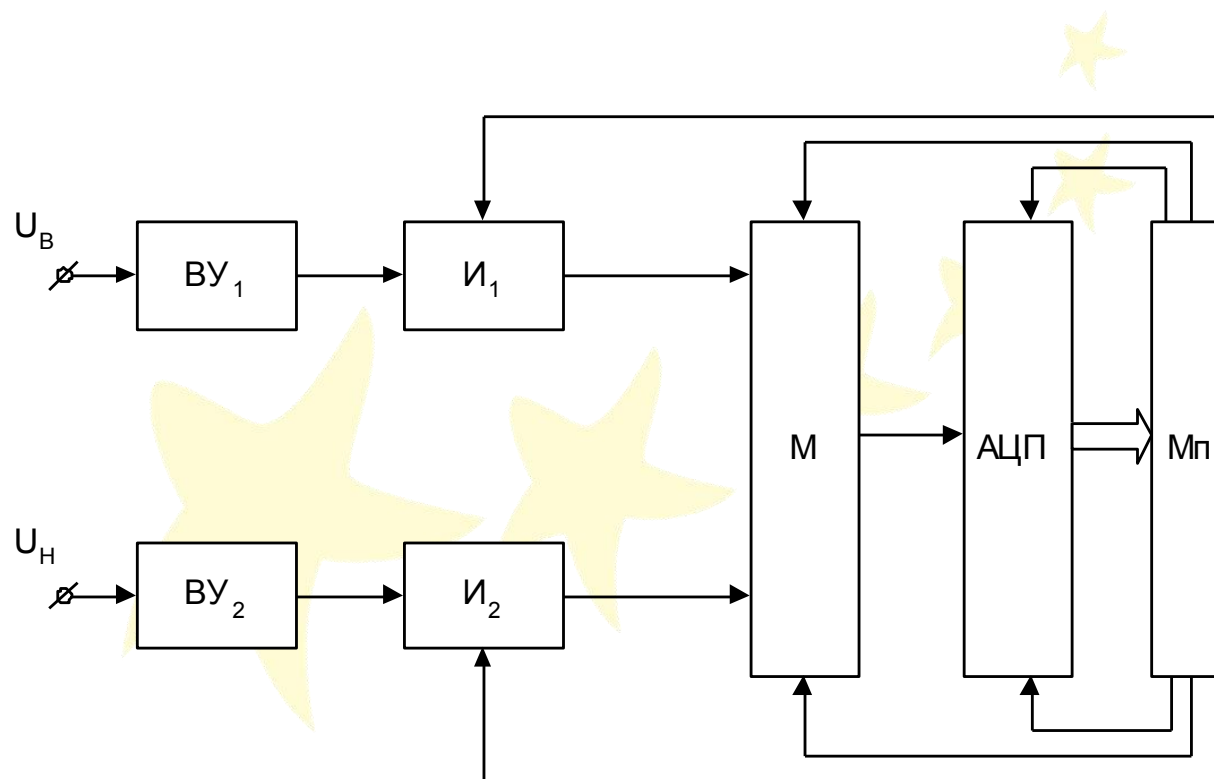
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Двуканален интелигентен измервателен преобразувател



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”**

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Структурата включва:

- *Входен усилвател ВУ*
- *Интегратор И*
- *Мултиплексор М*
- *Аналогово-цифров преобразувател АЦП*
- *Микропроцесор М.*

В системата се използва *електромагнит* в който се намират изследваните образци. *Източник на ток* създава хомогенно магнитно поле.

Стойности на тока:

- *в диапазона от -100 А до +100 А,*
- *стъпка $\Delta I = 25 \text{ mA}$*
- *период от 5 до 180 с.*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



В структурата се използва сонда с вътрешна и външна намотки.

◆ *Вътрешна намотка - на разстояние от изпитвания материал 0,3 mm, предназначена за индукцията B*

◆ *Външна намотка - отдалечена на не повече от 1,5 mm.*

Принцип на действие:

При снемане на хистерезисния цилъл тока се изменя от $-I_{max}$ до $+I_{max}$. Индуктираните напрежителни импулси в измервателните бобини, се усилват от двуполярните входни усилватели ВУ. След, което сигналите за индукцията и интензитета се подават за интегриране от интегриращите усилватели И. Мултиплексора се използва за превключване на отделните канали.

При стойност на тока I_{max} за период от 30 s в точката (H_m , B_m) се определя стойността на функцията на дрейфа:

$$\Delta B_{30}(t)$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Обработката на данните - *проверка дали хистерезния цикъл е затворен.*

При незатворен се извършва се проверка на условието:

$$\Delta B_{30} / 30 = \Delta B_T / T$$

T е цялостния период на снемане на цикъла

$\Delta B_{30}(t)$ е изменение на индукцията B_m в интервала 30 s

ΔB_T е изменение на индукцията B_m за периода T

Ако уравнението е изпълнено - *измерването е извършено в условията при които е определен дрейфа.*

Извършва се корекция на всяка стъпка в съответствие с времето от началото на снемане на цикъла.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Изпълнение на корекцията:

$$B'_i = B_i + \Delta B_i \quad H'_i = H_i + \Delta H_i$$

$$\Delta B_i = \frac{B_{DT}}{T} \sum_{j=1}^i \Delta t_j \quad i \in [1, 2, \dots, n]$$

$$\Delta H_i = \frac{H_{DT}}{T} \sum_{j=1}^i \Delta t_j \quad i \in [1, 2, \dots, n]$$

$$B_{DT} = B_{i_{\max}}(t + T) - B_{i_{\max}}(t)$$

$$H_{DT} = H_{i_{\max}}(t + T) - H_{i_{\max}}(t)$$

ΔB_i - корекции на В B_{DT} - дрейф на канала за В в интервала Т

ΔH_i - корекции на Н H_{DT} - дрейф на канала за Н в интервала Т

Δt_j - времето на стъпката j



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

5. Интелигентни измервателни уреди

Микропроцесорната техника, използвана за обработка на данни – основна предпоставка за възникване на нови **“интелигентни свойства”** в средствата за измерване.

Процесите в едно интелигентно средство за измерване са свързани със **синтезиране на адаптивни алгоритми за разпознаване, предаване, обработка и управление на резултатите от измерването.**

Основни интелигентни функции в средствата за измерване:

- ▶ **автоматично управление на измервателния процес** (изработване на управляващи сигнали за включване на определени измервателни конфигурации)
- ▶ **програмно задаване на режимите на измерване:** (статичен, динамичен или установен режим на измерване - висока гъвкавост на измервателните системи).



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



- ▶ **автоматично задаване на обхватите на измерване:**
- ▶ **автокалибриране** (извършва автоматично калибриране на системата)
- ▶ **самодиагностика** (осигурява възможност за диагностика на самата измервателната система и на обекта на измерване).
- ▶ **автоматична корекция на грешките от измерване** (алгоритми за корекция на резултатите от измерването по определени критерии).
- ▶ **цифрово филтриране на данните от измерването, с цел увеличаването на съотношението полезен сигнал/шум** (намаляване на влиянието на шумовите сигнали, наслагващи се върху полезния сигнал, с помощта на специализирани схеми за цифрова филтрация на сигналите).



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



► **нови възможности за комуникация** (предаване на данните от измерванията, с помощта на съвременните мрежови технологии)

► **дистанционно събиране на измервателна информация:**
(отдалечено събиране на измервателна информация с помощта на т.н. интелигентни сензори)

В измервателната техника микропроцесорите се използват основно в две направления:

- *Изграждане на микропроцесорни измервателни уреди*
- *Компютърно управляеми измервателни системи.*

Към първата група се отнасят класически измервателни уреди, като:

- Волтметри
- Амперметри
- Мултимери
- Осцилоскопи
- Уреди за измерване на неелектрически величини



Европейски съюз

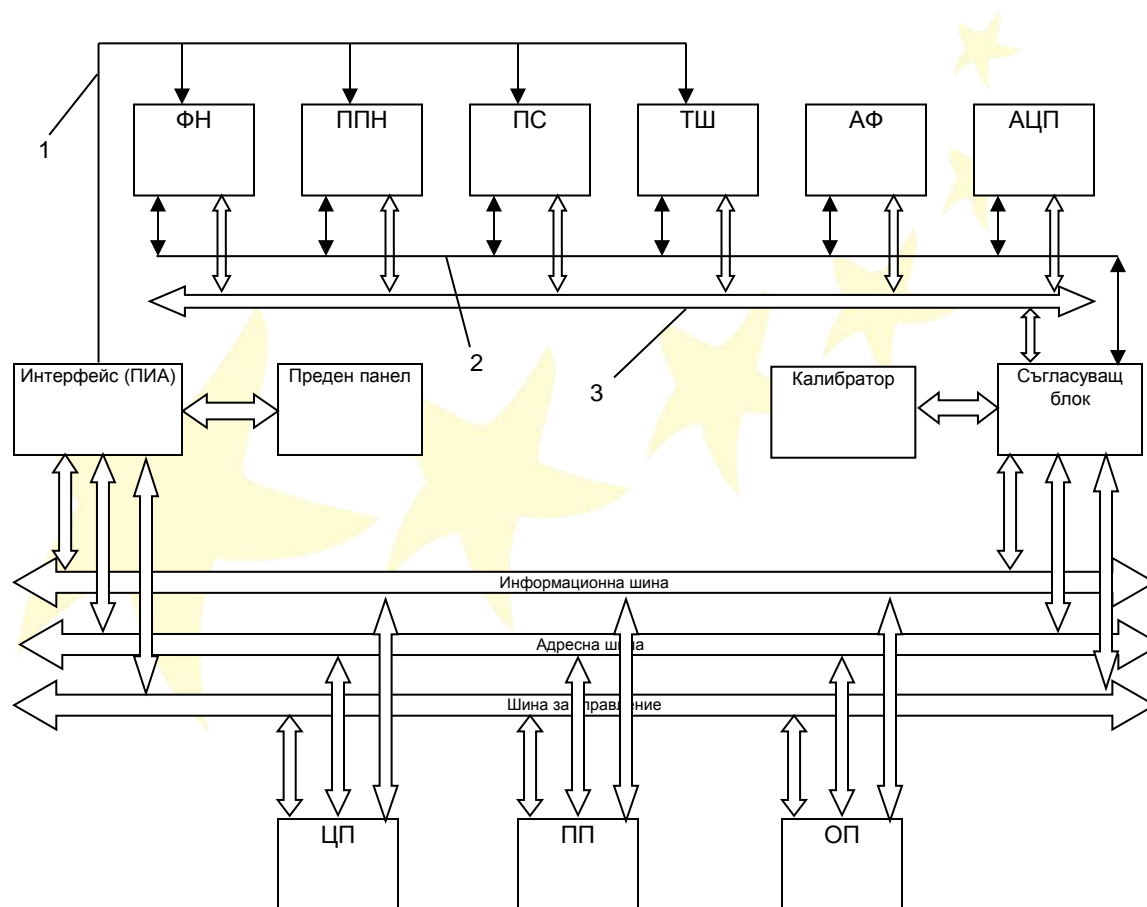
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Структурна схема на мултифункционален мултиметр.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемата се състои от:

- *формировател на напрежение Φ*
- *преобразувател на променливо напрежение ППН;*
- *преобразувател на съпротивление ПС;*
- *токови шунтове ТШ;*
- *активен филтър АФ;*
- *аналогово – цифров преобразувател АЦП;*
- *шина за входните сигнали 1;*
- *шина за аналогови сигнали 2;*
- *шина за вътрешни цифрови сигнали 3;*
- *преден панел ПП;*
- *съгласуващ блок СБ.*

Функции на микропроцесора:

- *управление и контрол на измервателната информация*
- *синхронизация на сигналите*
- *интерпретация на командите и изпълнение на аритметичните действия*
- *преобразуване на кодовете*
- *аналогово и цифрово мултиплексиране.*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Магистралната структура за предаване на информация в уреда включва:

- *шина за данни*
- *шина за управление*
- *адресна шина.*

*След преобразуване в **цифров код**, резултатите от измерването постъпват за корекция към микропроцесора.
След **тяхната обработка** те се извеждат към **предния панел** или за **калибриране** с помощта на интерфейса.*

Постоянна памет - съхраняване на програмното осигуряване на уреда.

Оперативна памет - зареждане на текущата програма и съхранение на временните резултати от измерването.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Преден или лицев панел - схеми, осигуряващи **дешифриция на командите**, подавани от бутоните върху панела. (**логика за управление на индикаторите**, използвани за визуализация на резултатите от измерването).

Съгласуващ блок - **дешифриране и регистриране на управляващи сигнали, буфери и интерфейсна схема**, с която процесорът управлява аналоговия блок (формират сигнали с определени електрически нива, необходими за управление на аналогови ключове или релета.)

6. Виртуални уреди за измерване

Виртуални технологии - съчетание от измервателни инструменти и софтуерни среди, които с помощта на подходяща компютърна платформа, осигуряват рационално изпълнение на измервателния алгоритъм и управление на инструменталния хардуер.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

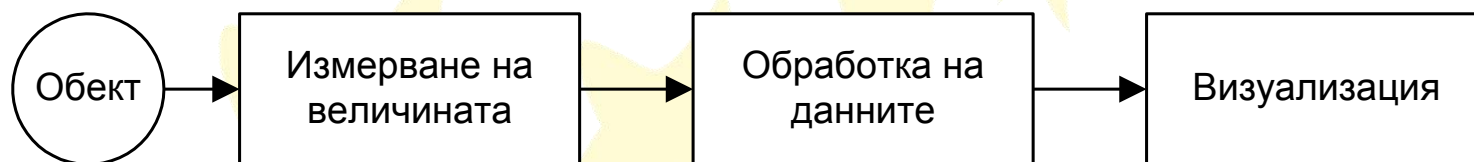
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Съчетание на компютърно базирани измервателни инструменти, компютърни системи и управляващ софтуер - въвеждане на “интелигентни” функции и рязко повишаване на метрологичните характеристики на измервателните системи.

Основни обобщени етапи, осъществявани в процеса измерване



Виртуални измервателни инструменти - съвкупност от сензори и преобразуватели, информацията от които, с помощта на подходящ интерфейс се предава, обработва и визуализира от персонален компютър.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Виртуални измервания - *операциите, осъществявани от стандартните измервателни средства с аналогово или цифрово представяне на информацията се заменят с програмно реализирани такива.*

Специализирани софтуерни среди за разработване на **потребителски приложения:**

LabWindows/CVI (C for Virtual Instruments)

и графичните езици за програмиране

- *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – LabVIEW*
- *Hewlett-Packard's Visual Engineering Environment HP VEE*
- *Test Point*
- *Visual Designer.*

Пакетът **LabVIEW** представлява програмна среда за разработване на приложения, базирана на **програмния език G.**



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Графично програмиране - графично изпълнение на текстовия код от традиционното програмиране с помощта на *обекти* и *линии*.
(последователните стъпки в програмата следват потока от данни).

Разработените програми в средата LabVIEW се наричат **виртуални инструменти**, поради факта че вида и принципа на действие наподобява на реални измервателни инструменти. Всяка програма включва:

- *Преден панел, представляващ потребителски интерфейс*
- *Блокова диаграма на потока от данни*
- *Съвкупност от икони и връзки*

Пакетът **LabVIEW** поддържа обмен с:

- *RS232, RS485*
- *GPIB*
- *VXI*
- *PXI*



Европейски съюз

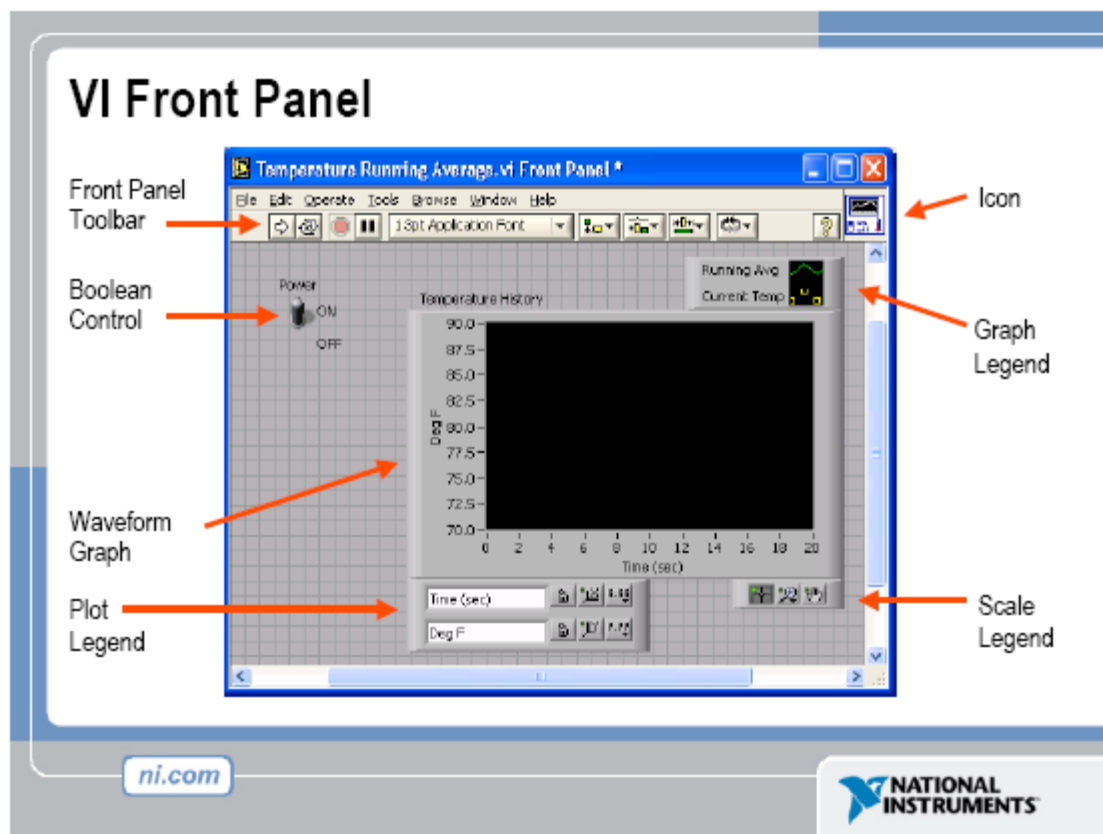
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Лицев панел на виртуален инструмент във LabVIEW на National Instruments.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

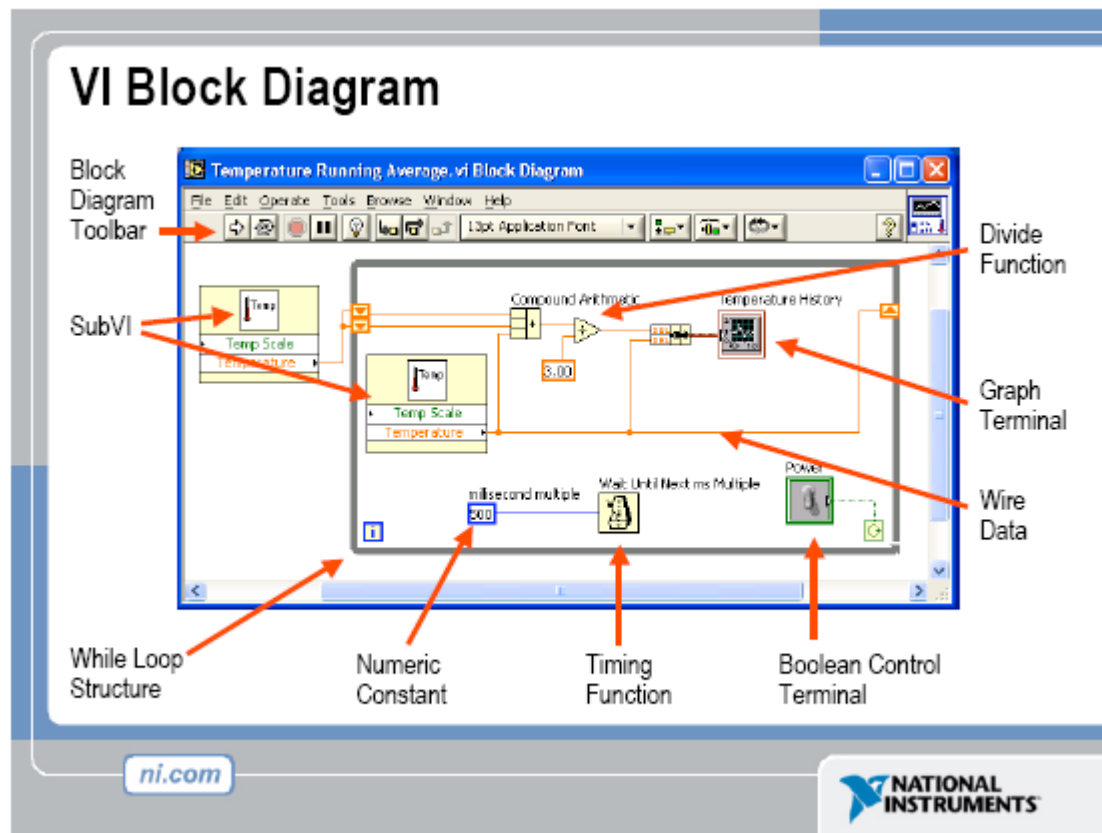
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Блокова диаграма на виртуален инструмент в програмната среда LabVIEW



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Литература

1. Калчев И. Интелигентни измервателни системи, ТУ – София, 2006
2. Колев Н., Лазаров А., Манов Е., Матраков Б., Туренков В., *Електрически измервания*, под общата редакция на Б.Матраков, Държавно издателство Техника, София, 1999
3. Ж. Костов, *Цифрови измервателни уреди*, Държавно издателство Техника, София, 1981
4. Вострокнутов Н., *Цифровие измервателни устройства – теория погрешностей, испытания, проверка*, Энергоатомиздат, Москва, 1990
5. Костов Ж., Цветков Пл., *Ръководство за лабораторни упражнения по цифрови измервателни уреди*, София, 2000



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд