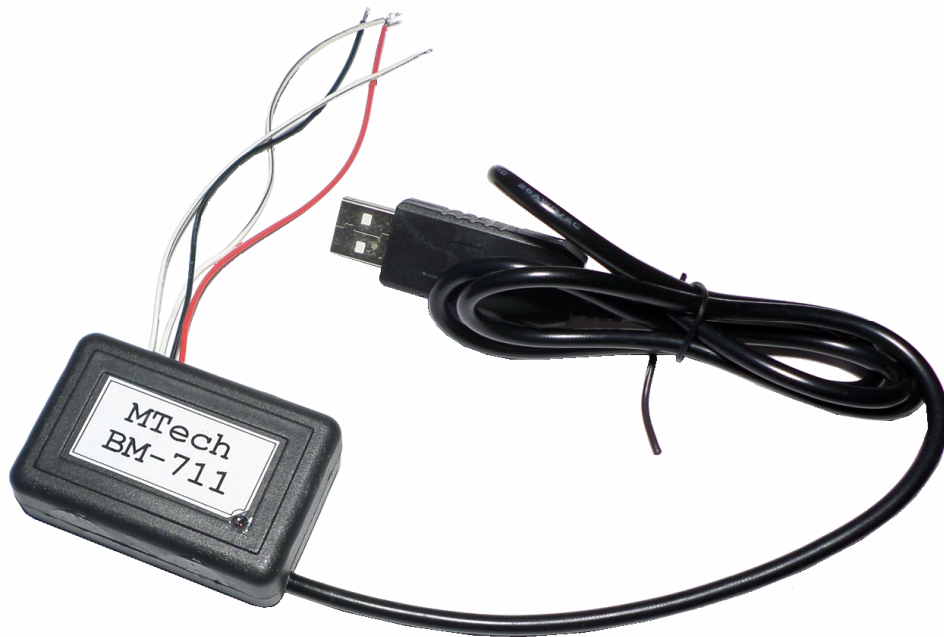


Цифровий самописець
для мостових датчиків

MTech BM-711

**З програмним керуванням
через USB інтерфейс**



ПАСПОРТ ТА КОРОТКА ІНСТРУКЦІЯ

Львів - 2016

1. Загальний опис

Самописець **MTech BM-711** (далі "пристрій") призначений для вимірювання напруги мостових резистивних датчиків – тензодатчиків, датчиків деформації, тиску чи теплопровідності тощо. Пристрій обладнано також стабільним джерелом напруги для живлення мостового датчика.

Контроль процесу вимірювання, візуалізацію залежності сигналу від часу та її запис на жорсткий диск комп'ютера реалізовано у програмному забезпеченні "**MTech BM-711**" (далі "програма").

2. Технічні характеристики

Характеристика	Значення
Діапазон вимірюваної напруги	прибл. -15 ... +15 мВ
Дискретність вимірювання напруги	~0,1 мкВ
Тип та розрядність АЦП	HX711 24-біт дельта-сигма
К-сть ефективних розрядів АЦП	~18 біт
Керуючий мікроконтролер	ATtiny2313
Живлення	5 В, <50 мА + струм моста (від USB порта)
Тип інтерфейсу "пристрій-ПК"	USB через конвертер USB-RS232 на PL2303

3. Комплектація

Самописець **MTech BM-711** – 1 шт

Кабель з USB-RS232 конвертером PL2303 – 1 шт

Кабелі для підключення до моста "під пайку" – 4 шт

Продовжувач USB-порта – 1 шт

Паспорт та коротка інструкція користувача – 1 шт

Програмне забезпечення "**MTech BM-711**" – 1 шт

4. Гарантійні зобов'язання

Виробник зобов'язаний виконувати безкоштовне гарантійне обслуговування пристрою впродовж 12 місяців після введення в експлуатацію за умови непошкодженості корпусу.

5. Підключення пристрою

Чорний та червоний кабелі слід припаяти до точок живлення моста, а білі кабелі – до точок для вимірювання сигналу моста. Бажано розташувати пристрій безпосередньо біля вимірювального моста – не видовжувати кабелі шляхом допайки. Чим коротші кабелі, що з'єднують міст з пристроєм, тим меншими будуть шуми та наводки. Якщо немає можливості розташувати комп'ютер біля пристрою, то можна скористатись продовжувачем USB порта.

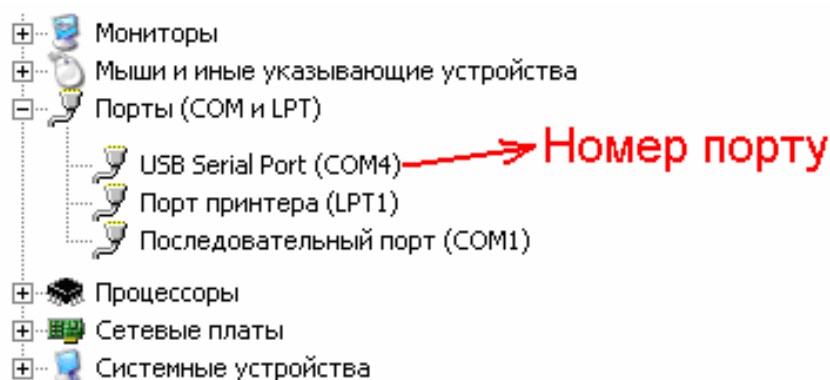
6. Програмне забезпечення

6.1. Встановлення та налаштування

Файл zip-архіву з папкою "bm-711_setup", що містить інсталяційний пакет програми та необхідні драйвери потрібно розархівувати на жорсткий диск комп'ютера.

Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера. Якщо на Вашому комп'ютері раніше вже використовувались прилади із USB-RS232 конвертером PL2303, то жодних повідомлень комп'ютер не видасть та автоматично підключе відповідний драйвер. Якщо ж комп'ютеру цей конвертер "незнайомий", то він видасть повідомлення про новий пристрій та необхідність встановлення драйверів для нього. При цьому слід вибрати "ручний спосіб" встановлення драйвера із зазначеного місця на диску. В залежності від типу операційної системи (XP чи 7) слід вказати шлях до папки "DRIVER-XP" чи "DRIVER-7". Якщо на Вашому комп'ютері встановлена операційна система Windows-10, то попередньо слід запуснути відповідний exe-файл з папки "DRIVER-10". Після встановлення драйвера слід з'ясувати номер виділеного системою порту. Для цього перейдіть у "Пуск / Налаштування / Панель управління /

Система / Диспетчер устройств / Порты (COM и LPT)" – там повинен бути рядок "USB Serial Port (COMx)", де x–номер порту (на рисунку знизу це 4). Приблизне зображення (залежно від системи Windows):



Запам'ятайте цей номер – він Вам ще знадобиться.

Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера.

Створіть на диску папку, в яку слід заінсталювати програмне забезпечення, наприклад "MTEch_VM-711". Запустіть файл setup.exe і встановіть програму у створену папку.

Якщо все зроблено правильно, то папка "MTEch_VM-711" повинна містити основний виконавчий файл програми (MTEch_VM-410.exe) та декілька допоміжних файлів:

settings.mth – у цьому файлі програма зберігає свої налаштування та точки калібрувальної прямої для "прив'язки" результатів АЦП сигналу моста (у.о.) та значень необхідної величини, наприклад деформації (мкм);

port.txt – у цей текстовий файл слід прописати номер порту, який виділила система при встановленні драйвера – зробити це можна в звичайній програмі "блокнот" Вашої операційної системи (для прикладу, на вищеприведеному рисунку номер порта 4);

manual_MTEch_VM-711.pdf – це електронна версія паспорту та короткої інструкції користувача, яку Ви зараз читаете.

Тепер все готове до початку роботи з пристроєм!

Знову під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера (це має бути той самий порт, до якого Ви підключались раніше, бо в іншому випадку система може виділити інший номер порту). Декілька секунд на пристрої періодично спалахуватиме червоний світлодіод. В цей час мікроконтролер

стандарт представлення чисел "Английский (США)", або "вручну" задати крапку (точку) розділювачем цілої та дробової частин числа. Також слід працювати із **стандартною роздільною здатністю монітора – 96 dpi** (96 точок на дюйм). Цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управління / Екран / Параметри / Дополнительно / Общие".

6.2. Протокол інтерфейсу "пристрій – ПК"

Принцип роботи пристрою в плані комунікації з ПК є дуже простим. Після підключення до USB-порту та завершення "ініціалізації" пристрій неперервно (приблизно кожні 100 мс) здійснює вимірювання напруги моста і передає результати у ПК за інтерфейсом RS232 з налаштуваннями "9600,п,8,1". Один пакет містить 9 байт у такій послідовності:

№ байту	1	2	3	4	5	6	7	8	9
знач.	255	t1	t2	t3	t4	a1	a2	a3	255

Перший і останній байти мають фіксоване значення 255 (FF hex) – це мітки початку і кінця пакета байт.

Байти №№2-5 містять 32-бітне ціле число тактів внутрішнього таймера мікроконтролера від моменту його включення. Період одного такту таймера відповідає 1/225 с. Значення числа розраховується так:

$$t1 \cdot 2^{24} + t2 \cdot 2^{16} + t3 \cdot 2^8 + t4$$

Отже, максимальне число тактів у такому представленні відповідає 4294967295 (FFFFFFFF hex), що з врахуванням тривалості одного такту у 1/225 с дає максимальний проміжок часу у приблизно 221 добу. Тобто слід принаймні двічі на рік вимикати пристрій :-) для "обнулення" цього таймера. Байти №№2-5 і, відповідно, число, яке в них міститься, необхідні для точної синхронізації вимірювань. При запуску процесу реестрації кривої програма запам'ятовує початкове значення часу і має змогу точно визначити час всіх наступних вимірювань без прив'язки до системного таймера ПК.

Байти №№6-8 містять 24-бітне ціле число, яке власне є результатом АЦП перетворення, тобто результатом вимірювання. Пристрій (точніше мікросхема АЦП) має симетричний двополярний діапазон вхідного

сигналу (орієнтовно від -15 до +15 мВ). Мінімум напруги моста (~ -15 мВ) відповідає результату АЦП 0, а максимум (~ +15 мВ) відповідає результату АЦП 16777215 (FFFFFF hex). Сам результат АЦП, який передається мікроконтролером, розшифровується аналогічно:

$$a1 \cdot 2^{16} + a2 \cdot 2^8 + a3$$

В такий спосіб бачимо, що зв'язок "пристрій-ПК" є одностороннім – мікроконтролер пристрою постійно відправляє пакети по 9 байт, в яких "зашифровано" результат поточного АЦП перетворення (у.о.) та відповідний йому час (у к-сті тактів таймера по 1/225 с). Жодних команд від програми ПК пристрій не потребує.

Такий спосіб комунікації не лише простий, але й дуже надійний в плані синхронізації вимірювань, оскільки він не прив'язаний до системного таймера ПК. Не зважаючи на "мультизадачний" характер системи Windows та її періодичні "відволікання" на виконання фонових системних задач, накопичені (у буфері порта) байти дозволяють чітко прив'язати результат вимірювання до відповідного йому моменту часу.

6.3. Запуск та завершення роботи програми

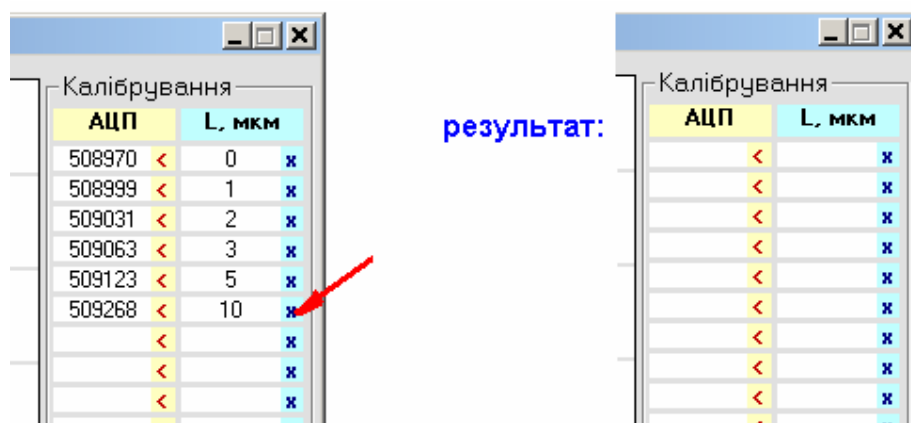
Програмне забезпечення "MTech VM-711" можна запускати лише після підключення пристрою до USB порту комп'ютера та завершення його ініціалізації (світлодіод світить неперервно). В іншому випадку з'явиться повідомлення про помилку. Загалом послідовність роботи повинна бути такою:

- під'єднати інтерфейсний кабель пристрою до виділеного USB порта персонального комп'ютера та зачекати декілька секунд поки завершиться ініціалізація;
- запустити програмне забезпечення для роботи з пристроєм;
- виконати заплановані вимірювання;
- закрити програмне забезпечення;
- від'єднати інтерфейсний кабель пристрою від USB порта.

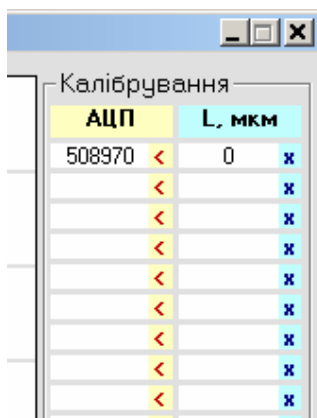
В будь-який момент часу програма може перебувати в одному з двох станів, які умовно названо "Підготовка" та "Вимірювання". Після запуску програми вона переходить в стан "Підготовка".

Обов'язково після першого запуску програми і бажано перед початком кожного експерименту проводити калібрування датчика, яке потрібне для розрахунку параметрів потрібної величини (наприклад деформації у мкм) з відповідних значень АЦП (у.о.). Методику калібрування покажемо на прикладі тензомоста ваги (тобто пристрій підключено до чутливого датчика ваги):

1) послідовно видаляємо усі попередні точки з калібрувальної таблиці шляхом клікання мишкою на відповідні поля "x":



2) клікнувши мишкою у першу ліву клітинку (АЦП) вносимо біжучі значення АЦП, а в першу праву з клавіатури записуємо "0":



3) ставимо на вагу різноважку 1 г, чекаємо поки стабілізуються покази АЦП і аналогічно заповнюємо другий рядок таблиці:

АЦП	L, мкм
508970	0
508999	1

4) повторно виконуємо пункт 3) з іншими різноважками поки не набереться потрібна кількість точок калібрувальної прямої. Бажано, щоб калібрувальні дані були рівномірно розподілені в очікуваному діапазоні значень потрібної величини. Наприклад, якщо Ви очікуєте зміну деформації в процесі експерименту в межах від 0 до 50 мкм, то відповідно слід відкалібрувати датчик саме в діапазоні 0-50, тобто калібрування в межах 0-1 чи 0-1000 не буде вдалим вибором :-).

5) Після заповнення калібрувальної таблиці слід клікнути на кнопку "ПЕРЕРАХУНОК" і програма перерахує параметри калібрувальної прямої за МНК:

Параметр	Значення
a =	-1.704e+4
b =	3.348e-2
R =	0.9998

Програма автоматично запам'ятовує калібрувальні дані (разом з іншими налаштуваннями) у файлі **settings.mth**. Тому, в принципі, після наступного запуску програми можна і не виконувати нове калібрування – програма використає попередньо збережені дані. Однак, все ж бажано проводити калібрування перед кожним експериментом, або принаймні перевіряти/оновлювати окремі точки калібрувального масиву. Після будь-яких змін у калібрувальній таблиці (навіть якщо змінено лише одну точку) слід виконати перерахунок параметрів прямої кліком на кнопку "ПЕРЕРАХУНОК".

Після калібрування, вибору часового кроку та тривалості затримки можна запускати процес реєстрації кривої, тобто перейти в стан "Вимірювання" за допомогою кнопки "START".

6.5. Стан "Вимірювання"

Цей стан активний під час вимірювання. Програма переходить в нього після натискання кнопки "START". Слід мати на увазі, що процес реєстрації кривої розпочинається не відразу, а після затримки (вибирається оператором в межах 5-30 с), яка необхідна для точної синхронізації початку реєстрації із початком якогось процесу, динаміку якого власне і досліджують. Нехай, для прикладу, необхідно розпочати вимірювання від початку періодичних навантажень на досліджуваний зразок. Якби не було затримки, то для синхронізації потрібною була б участь двох операторів – один запускає генератор навантажень, водночас інший вмикає реєстрацію кривої. Власне затримка передбачена для зручності роботи одному оператору – він натискає кнопку "START", програма розпочинає зворотній відлік часу затримки і у відповідний момент оператор вмикає генератор навантажень. В такий спосіб один оператор може синхронно запустити два процеси. Звичайно, якщо динаміка досліджень повільна, а реєстрація триває значний час, то цією часовою різницею можна було б і знехтувати.

В процесі реєстрації кривої програма виводить поточне значення АЦП, результат його перерахунку у цільову функцію згідно калібрувальної прямої (наприклад деформацію, мкм), а також значення часу від початку експерименту чи якусь величину, розраховану за часом, наприклад 0,8·час. У графічному полі програми відображається відповідний графік цієї залежності. Коли поточне значення ординати чи абсциси доходить за межі масштабу графіка, то програма автоматично здійснює перемасштабування. На графіку відображаються лише результати вимірювань за ~5 останніх хвилин експерименту. Водночас програма записує результати вимірювань у файл "**data.dat**", який розташований у папці програми. Формат цього файлу (таблиця з двох стовчиків: функція часу – функція АЦП) придатний для його подальшого імпортування в інші програми, наприклад Excell чи Origin.

Слід зберігати цей файл після завершення експерименту – його доцільно скопіювати/перенести в іншу папку для опрацювання чи тривалого зберігання, оскільки наступний запуск реєстрації кривої автоматично видалить з файлу всі дані і почне записувати нову криву!

З файлом "**data.dat**" можна працювати і до завершення реєстрації, тобто в процесі вимірювань. Однак не варто відкривати його з папки програми – спершу слід скопіювати в інше місце.

7. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою пристрою, слід зазначати в експериментальній частині його назву та посилання на web-сайт лабораторії **MTech**.
Наприклад:

"Вимірювання динаміки деформацій зразків досліджуваної сталі виконували за допомогою тензодатчика ??? та програмно-апаратного комплексу для мостових вимірювань **MTech VM-711** [5].

.....
5. <http://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm>."

MTech VM-711

<http://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm>

Дата виготовлення пристрою _____

Дата введення в експлуатацію _____

Кінцевий термін гарантії _____

Контактна інформація щодо сервісного обслуговування:

i_patsay@franko.lviv.ua або mtech_lab@ukr.net

Виробник _____



Замовник _____