



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Приборостроение и биомедицинская инженерия»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ** к лабораторной работе

# **«Изучение мехатронных датчиков с использованием тренажера QNET MESHKIT»**

Авторы

Цыбрий И.К.

Новикова Ю.И.

Ростов-на-Дону, 2017



## Аннотация

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплинам «Измерительные преобразователи и датчики», «Система измерений в медико-биологической практике» предназначены для студентов направления бакалавриата 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии». В методических указаниях рассматривается последовательность выполнения работ с мехатронными датчиками: тензодатчиком, датчиком давления, пьезодатчиком модуля MECHKIT тренажера QNET для лабораторной станции NI ELVIS, нацеленных на усвоение их принципа действия.

## Авторы

доцент, к.т.н. Цыбрий И.К.,

лаборант кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Новикова Ю.И.



## Оглавление

<b>1. Цель работы.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Краткие теоретические сведения .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Приборы и оборудование для проведения работы.....</b>	<b>6</b>
<b>4. Порядок выполнения работы.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Работа с тензодатчиком на гибкой пластине.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Работа с датчиком давления.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Работа с пьезодатчиком.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Содержание отчета .....</b>	<b>13</b>
<b>Список использованных источников .....</b>	<b>14</b>

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить принцип работы мехатронных датчиков с использованием модуля МЕСНКИТ тренажера QNET для лабораторной станции NI ELVIS; провести калибровку мехатронных датчиков.

## 2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль QNET МЕСНКИТ – это один из модулей тренажера Quanser Engineering Trainers (QNET) для лабораторной станции NI ELVIS, предназначенный для изучения мехатронных датчиков. Это устройство работает как с версией лабораторной станции ELVIS I, так и ELVIS II. Подключение модуля МЕСНКИТ к NI ELVIS осуществляется с помощью PCI-разъема, который обеспечивает обмен данными между модулем и DAQ-устройством (устройством сбора данных). На рисунке 1 представлен общий вид модуля МЕСНКИТ. Компоненты модуля обозначены номерами:

- 1 – пьезодатчик;
- 2 – гибкая пластина (с тензодатчиком);
- 3 – линейка для измерения отклонения пластины;
- 4 – потенциометр для регулировки коэффициента преобразования датчика температуры;
- 5 – потенциометр для регулировки смещения нуля датчика температуры;
- 6 – термистор;
- 7 – кнопка;
- 8 – микропереключатель;
- 9 – оптический переключатель;
- 10 – выключатель инфракрасного (ИК) датчика состояния;
- 11 – светодиодный индикатор ИК датчика состояния;
- 12 – ИК датчик;
- 13 – датчик звуковой локации (сонар);
- 14 – регулятор энкодера;
- 15 – индикатор энкодера ENC A;
- 16 – индикатор энкодера ENC B;
- 17 – индикатор индекса энкодера;
- 18 – регулятор оптического датчика положения;
- 19 – регулятор датчика магнитного поля;
- 20 – джампер AD0;

## Приборостроение и биомедицинская инженерия

- 21 - джампер AD1;
- 22 - джампер AD2;
- 23 - джампер AD5;
- 24 – потенциометр;
- 25 – индикатор DO 1;
- 26 – индикатор DO 0;
- 27 – поршень (с датчиком давления);
- 28 – датчик давления;
- 29 – измерительная линейка для поршня;
- 30 – PCI-разъем для подключения модуля QNET к NI-ELVIS.

Для работы с мехатронными датчиками модуля MECHKIT в среде разработки программ LabVIEW спроектированы виртуальные приборы (VI), которые позволяют наблюдать результаты измерений с помощью того или иного датчика.

В настоящей лабораторной работе изучается принцип действия тензодатчика на гибкой пластине, датчика давления и пьезодатчика модуля QNET MECHKIT.

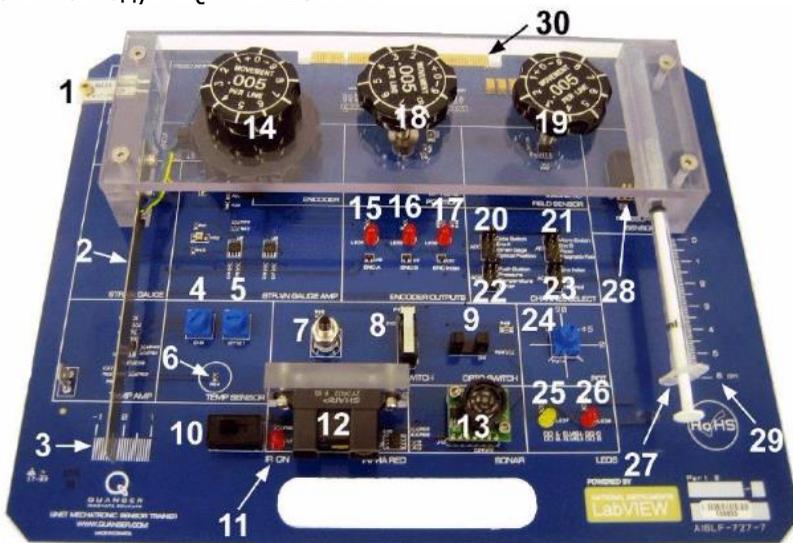


Рис. 1.

Как известно, тензодатчик (тензометрический датчик) – это датчик, преобразующий величину деформации в электрический сигнал. Среди электронных тензодатчиков наибольшее распространение получили тензорезистивные датчики. По изменению сопротивления тензорезистора можно вычислить степень деформации, которая будет пропорциональна силе, приложенной к

конструкции.

В нашем случае тензодатчик смонтирован на гибкой пластине, и на виртуальном приборе (Flexgage) мы наблюдаем напряжение в диапазоне  $\pm 5,0$  В в зависимости от деформации.

Датчики давления предназначены для преобразования давления в электрический сигнал. В выполняемой работе виртуальный прибор (Pressure Sensor) позволяет наблюдать результаты измерения давления при перемещении поршня внутри шприца. В данном случае выходное напряжение варьируется от 0,5 до 4,5 В.

Действие пьезодатчиков основано на использовании пьезоэлектрического эффекта, сущность которого состоит в появлении электрических зарядов на гранях пластин при их механической деформации.

В данной работе пьезодатчик представляет собой гибкий компонент, который включает в себя пьезоэлектрическую полимерную пленку, наклеенную на полиэстеровую подложку. Виртуальный прибор (Piezo) позволяет наблюдать результаты измерения с помощью пленочного пьезодатчика при оказании возмущающего воздействия на пластиковую полоску. Ламинированная полоска имеет дополнительную массу на конце 0,78 г, резонансная частота составляет 40 Гц.

### **3. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

3.1 персональный компьютер с одной из следующих модификаций лабораторной станции:

- NI-ELVIS I, с встроенным в компьютер модулем сбора данных (DAQ-устройством) E-серии или M-серии

- NI-ELVIS II

3.2 мехатронные датчики на плате модуля QNET MESHKIT

3.3 Lab VIEW 8.6.1 со следующими дополнительными компонентами:

- DAQms

- Control Design and Simulation module

- для ELVIS II: драйверы ELVISmx

- для ELVIS I: CD-диск с виртуальными измерительными приборами ELVIS версии 3.0.1 и выше.

## 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 4.1 Работа с тензодатчиком на гибкой пластине

4.1.1 Включим питание NI ELVIS II с помощью выключателя питания системы на задней панели.

4.1.2 Включим питание макетной платы МЕСНКИТ.

4.1.3 Установим джампер J7 в положение Strain Gage на модуле МЕСНКИТ.

4.1.4 Откроем виртуальный прибор (VI) QNET \_МЕСНКИТ\_Flexgage.vi.

4.1.5 Запустим VI QNET \_МЕСНКИТ\_Flexgage.vi (нажмем знак стрелки в верхнем левом углу экрана).

4.1.6 Установим пластину в положения -1 см, -0,5 см, 0 см, 0,5 см, 1 см, определим для каждого положения напряжение на выходе тензодатчика с помощью графического индикатора Flexgage (V) и запишем значения в массив Sensor Measurement (V) виртуального прибора. Для остановки виртуального прибора необходимо нажать кнопку Stop. Как мы видим, на графическом индикаторе Sensor Readings автоматически откладываются результаты измерений и строится аппроксимирующая кривая (рис. 2).

4.1.7 Внесем измеренные значения напряжения в таблицу 1. В отчете построим график, на котором нанесены результаты измерений и аппроксимирующая их кривая.

Таблица 1

Параметр: смещение пластины (см)	Значение	Единицы измерения
-1		
-0,5		
0		
0,5		
1		

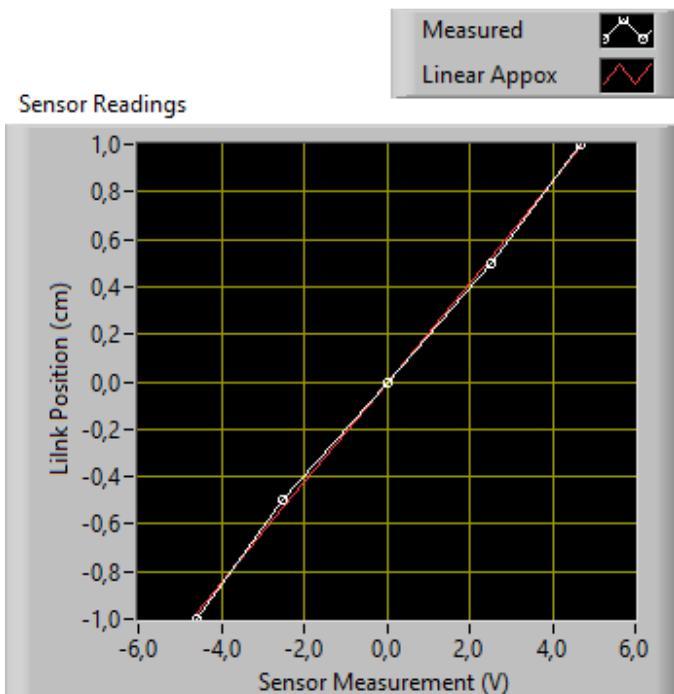


Рис. 2.

4.1.8 Перейдем на закладку Calibrate Sensor.

4.1.9 Запустим VI QNET\_MECHKIT\_Flexgage.vi.

4.1.10 Введем значения наклона и смещения в элементы управления Gain и Offset виртуального прибора такие, при которых показания ползункового индикатора соответствовали бы действительному положению гибкой пластины на модуле MECHKIT.

4.1.11 Запишем полученные значения коэффициента преобразования и смещения (Gain и Offset) в таблицу 2.

Таблица 2

Параметр	Значение	Единицы измерения
Коэффициент преобразования		
Смещение		

4.1.12 Перейдем на закладку Natural Frequency.

4.1.13 Запустим VI QNET \_МЕЧКИТ\_Flexgage.vi.

4.1.14 Пошевелим пластину рукой и остановим виртуальный прибор в тот момент, когда она перестанет колебаться (примерно через 5 секунд). На графическом индикаторе Power Spectrum должен отобразиться спектр мощности колебаний (рис. 3).

4.1.15 Определим значение собственной частоты колебаний гибкой пластины (для этого можно воспользоваться курсором). В отчет занесем график результирующего спектра мощности.

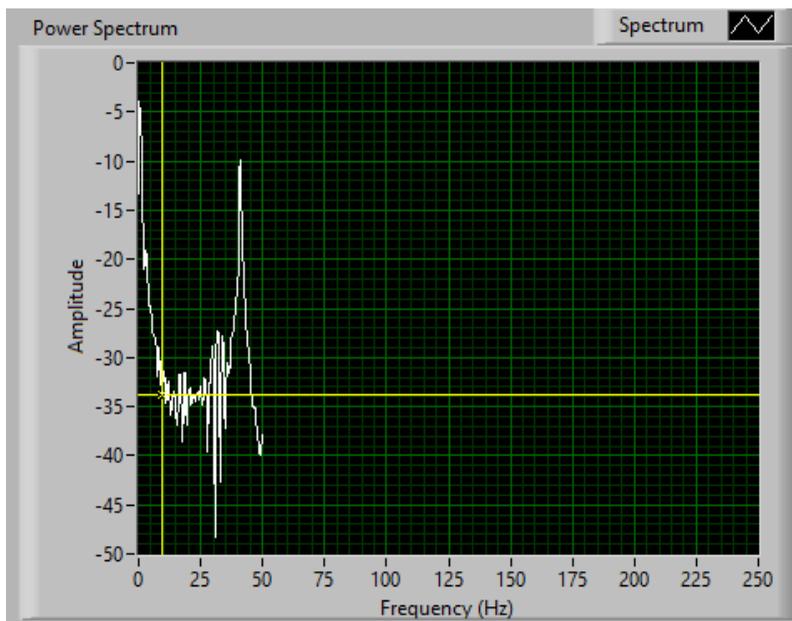


Рис. 3.

## 4.2 Работа с датчиком давления

4.2.1 Установим джампер J9 в положение Pressure на модуле МЕСНКИТ.

4.2.2 Откроем виртуальный прибор (VI) QNET\_MECHKIT\_Pressure\_Sensor.vi.

4.2.3 Полностью вытащим поршень из камеры (трубки) и заново вставим его (это даст гарантию, что в камере достаточно давления).

4.2.4 Запустим VI QNET\_MECHKIT\_Pressure\_Sensor.vi.

4.2.5 Будем перемещать поршень вверх до отметок 6 см, 5 см, 4 см, 3 см, 2 см, 1 см и 0 см на плате модуля МЕСНКИТ и для каждого положения поршня измерять выходное напряжение датчика с помощью графического индикатора Pressure (V). Измеренные значения выходного напряжения введем в массив Sensor Measurement (V). На графическом индикаторе автоматически строится аппроксимирующая кривая по вычисленным коэффициентам полинома второго порядка (рис. 4).

4.2.6 Запишем результаты измерения напряжения в таблицу 3. Изобразим в отчете аппроксимирующую кривую.

Таблица 3

Параметр: положение поршня (см)	Напряжение на выходе датчика	Единицы измерений
6.0		
5.0		
4.0		
3.0		
2.0		
1.0		
0		

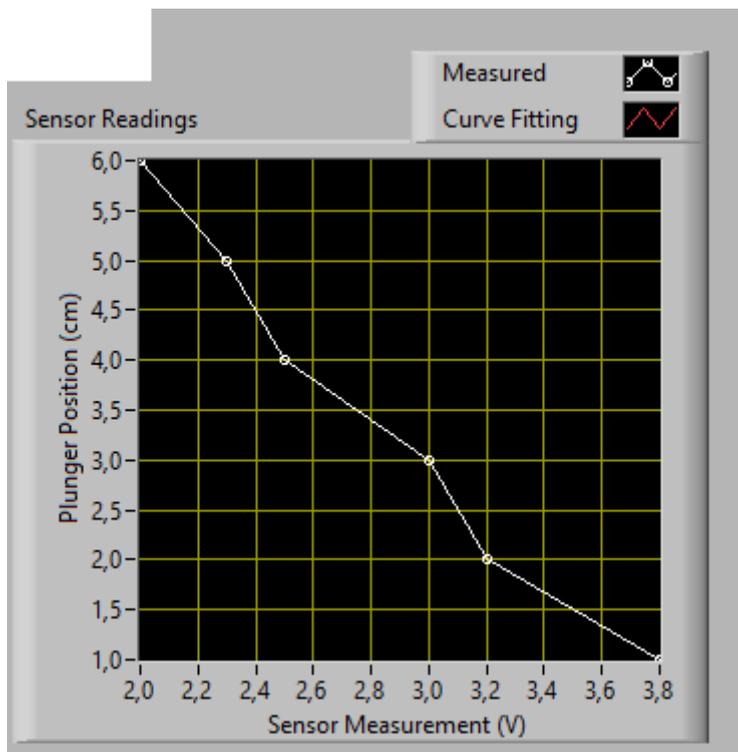


Рис. 4.

4.2.7 Перейдем на закладку Calibrate Sensor.

4.2.8 Введем коэффициенты полинома (a,b,c) такие, чтобы обеспечить корректность измерений (отметка, на которую установлен поршень, должна совпадать со значением, отображаемом на графическом и ползунковом индикаторах виртуального прибора).

4.2.9 Запишем коэффициенты a, b, c в таблицу 4.

Таблица 4

Параметр	Значения	Единицы измерения
a		см/В <sup>2</sup>
b		см/В
c		см

### 4.3 Работа с пьезодатчиком

4.3.1 Установим джампер J8 в положение Piezo на модуле МЕСНКИТ.

4.3.2 Откроем виртуальный прибор (VI) QNET\_МЕЧКИТ\_Piezo.vi.

4.3.3 Запустим VI QNET\_МЕЧКИТ\_Piezo.vi.

4.3.4 Легкими щелчками пошевелим пластиковую пластину, прикрепленную к пьезодатчику, и пронаблюдаем реакцию на графическом индикаторе Piezo(V). В отчете изобразим реакцию пьезодатчика на щелчок по пластиковой полоске (рис. 5).

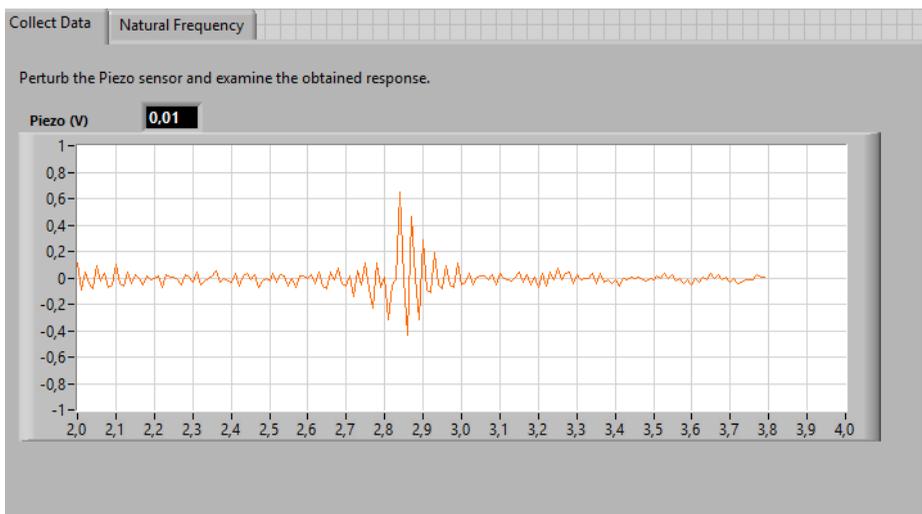


Рис. 5.

4.3.5 Пошевелим рукой пьезодатчик и остановим виртуальный прибор в тот момент, когда датчик перестанет колебаться (примерно через 3 секунды). На графическом индикаторе Power Spectrum отобразится спектр мощности колебаний (рис. 6).

4.3.6 С помощью курсора определим значение собственной частоты колебаний. Изобразим в отчете спектр мощности колебаний после оказания воздействия на пластиковую полоску, к которой прикреплен пьезодатчик.

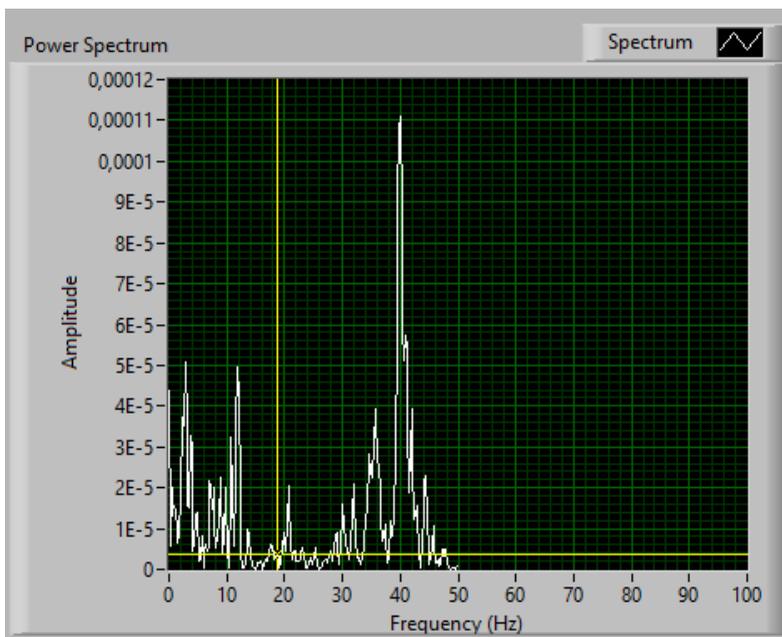


Рис. 6.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Цель работы;
- 5.2 Теоретическая часть;
- 5.3 Таблицы с результатами измерений с помощью датчика и калибровочными параметрами датчика;
- 5.4 Следующие графики:
  - по работе с тензодатчиком на гибкой пластине
    - график с результатами измерений и аппроксимирующей их прямой;
    - график спектра мощности колебаний гибкой пластины;
  - по работе с датчиком давления
    - график с результатами измерений и аппроксимирующей их прямой;
  - по работе с пьезодатчиком
    - график реакции пьезодатчика на щелчок по пластиковой полоске;
    - график спектра мощности колебаний после оказания воздействия на пластиковую полоску;

## Приборостроение и биомедицинская инженерия

5.5 Вывод об изменении выходного напряжения при воздействии на чувствительный элемент тензодатчика, датчика давления и пьезодатчика.

### Список использованных источников

1. Тренажер QNET. Мехатронные датчики: руководство для преподавателя [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://nitec.nstu.ru/upload/lib/QNET%20MECHKIT%20Laboratory%20-%20Instructor%20Manual.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Руководство пользователя QNET [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docplayer.ru/26291873-Rukovodstvo-polzovatelya-qnet.html>, свободный. – Загл. с экрана.