

Экз. № \_\_\_\_\_



## Акселерометр-инклинометр цифровой трёхосевой АЦт90

Свидетельство об утверждении типа средств измерений ОС.С.28.004.А №72174  
Регистрационный № 73369-18

**Определение собственных частот пролёта и добавки динамического  
коэффициента**



**Москва • 2020**

## Оглавление

Введение.....	3
Технические средства.....	3
Измерения.....	3
Цифровая обработка данных.....	3
Определение собственных частот полёта.....	9
Определение добавки динамического коэффициента.....	11
Приложение 1.....	14

## **Введение**

Настоящая методика определения динамических характеристик мостов с применением цифровой обработки данных была разработана в ОАО ЦНИИС в соответствии со СНиП 3.06.07-86 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Актуализированная редакция: СП 79.13330.2012 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Методика разрабатывалась в период с 1989 по 2006 год. В соответствии с этой методикой динамические данные от датчиков вибраций записываются в цифровом виде на электронный носитель и дальше происходит их цифровая обработка с получением требуемых цифровых и графических материалов, помещаемых в научно-технические отчёты.

В 2001 году были разработаны и утверждены в Росавтодоре Методические рекомендации по вибродиагностике автодорожных мостов.

Настоящая методика опубликована с целью показать эффект от применения данных рекомендаций в сочетании с современным оборудованием БАУ-Мониторинг при определении фактических динамических характеристик пролётного строения моста.

## **Технические средства**

Минимальный комплект оборудования, необходимый для динамических испытаний пролёта моста следующий:

1. Акселерометр — инклинометр трёхосевой АЦт90 (ГОСРЕЕСТР СИ №73369-18) — 2 шт.
2. Контроллер MS4812 — 1 шт.
3. Кабель НК-2 — 2 шт.
4. Преобразователь 5В — 21.5В — 1 шт.
5. Внешний аккумулятор 5.0 В / 2 А — 1 шт.
6. Карта памяти SD от 4 Гбайт — 1 шт.

В Приложении 1 дана калькуляция стоимости оборудования производства ООО НПЦ БАУ-Мониторинг (Каталог, май 2020 г.) для проводных и беспроводных экспресс — тестов.

## **Измерения**

Акселерометры АЦт90 с логическими номерами 01 и 02 устанавливаются на левом и правом тротуарах в среднем сечении пролёта.

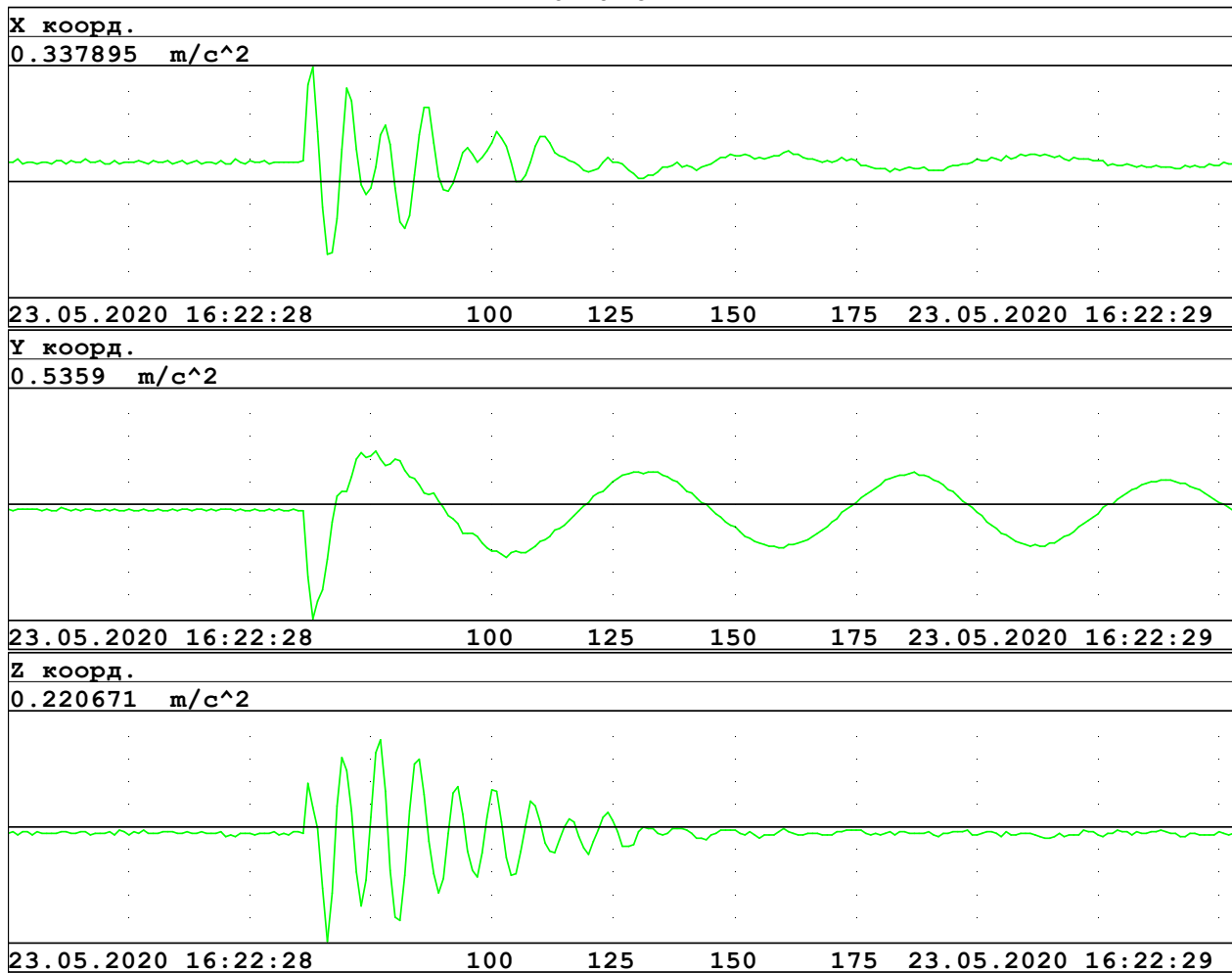
С помощью контроллера MS4812 производилась регистрация вибраций. Одновременно следует вручную записывать трафик движения, а именно, скорость, направление движения каждой машины и время нахождения в пролёте, часы, минуты, секунды, которое считывается с дисплея контроллера MS4812.

## **Цифровая обработка данных**

Обработка ведётся с помощью программы ex32.exe. Полученный файл с данными с расширением топ открывается программой ex32. Для корректной работы в одной директории с файлом топ должен находиться файл с расширением csv.

Программа отобразит в графическом виде три окна с результатами измерений первого акселерометра — инклинометра АЦт90.

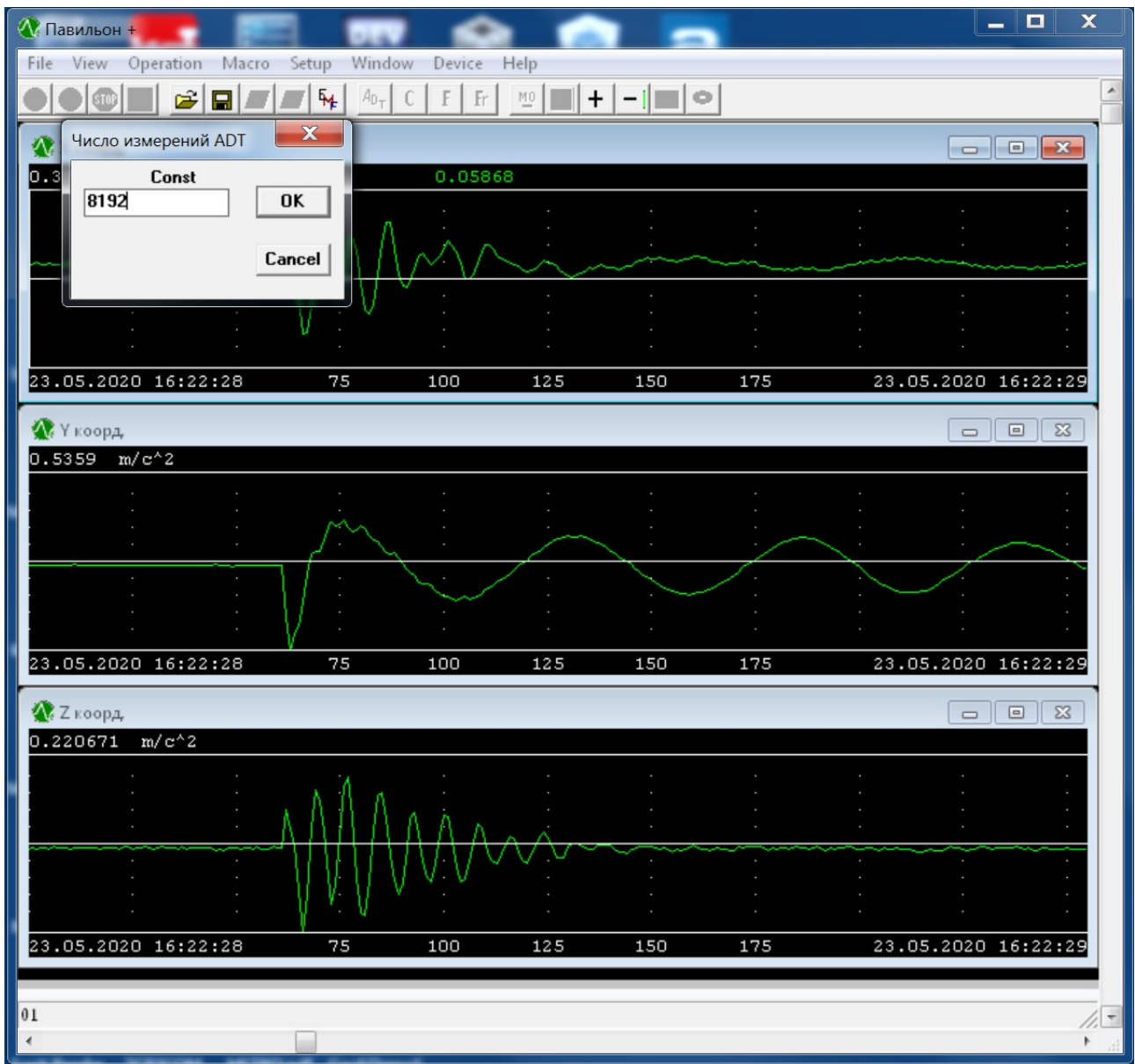
Павильон +

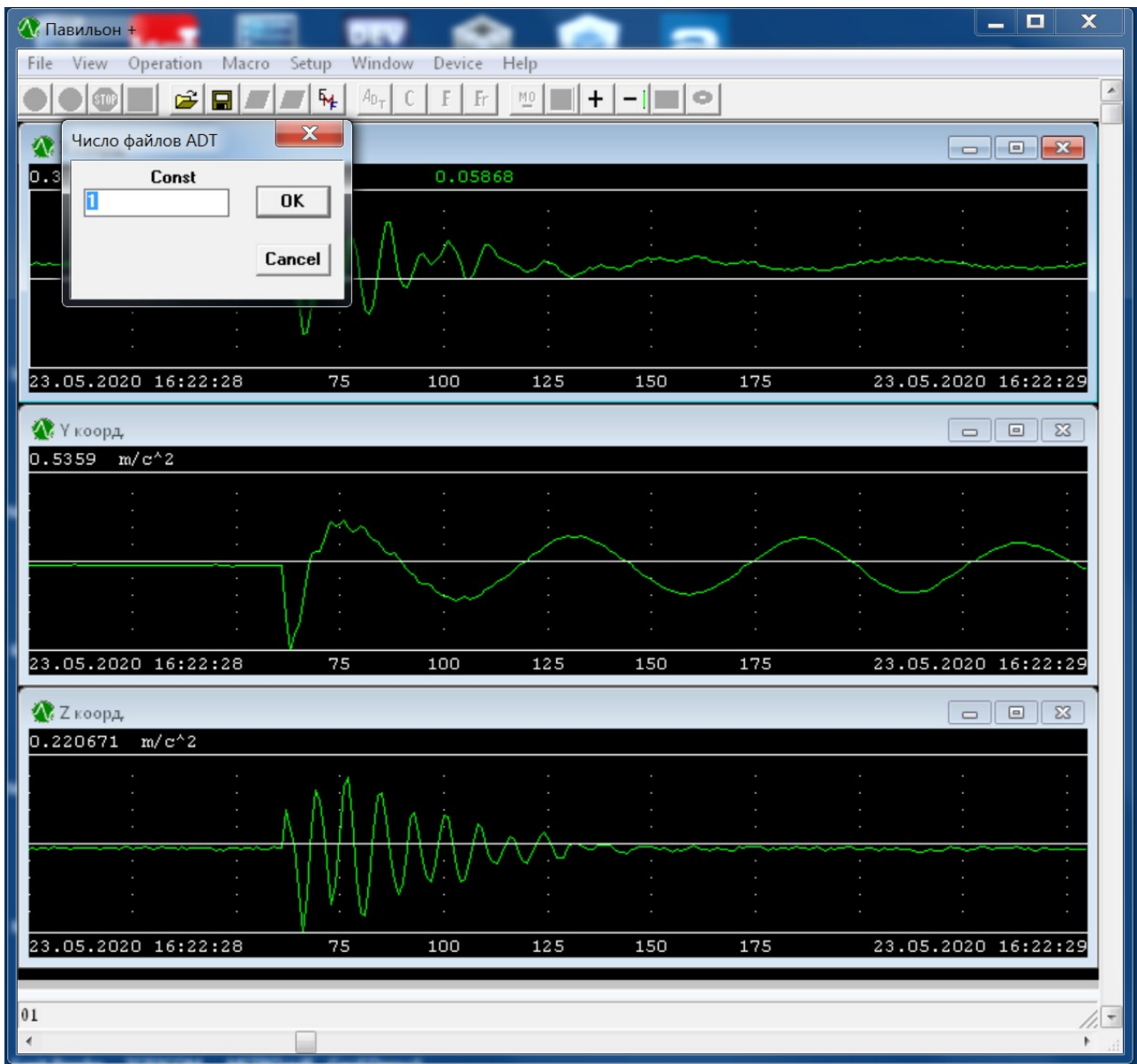


01

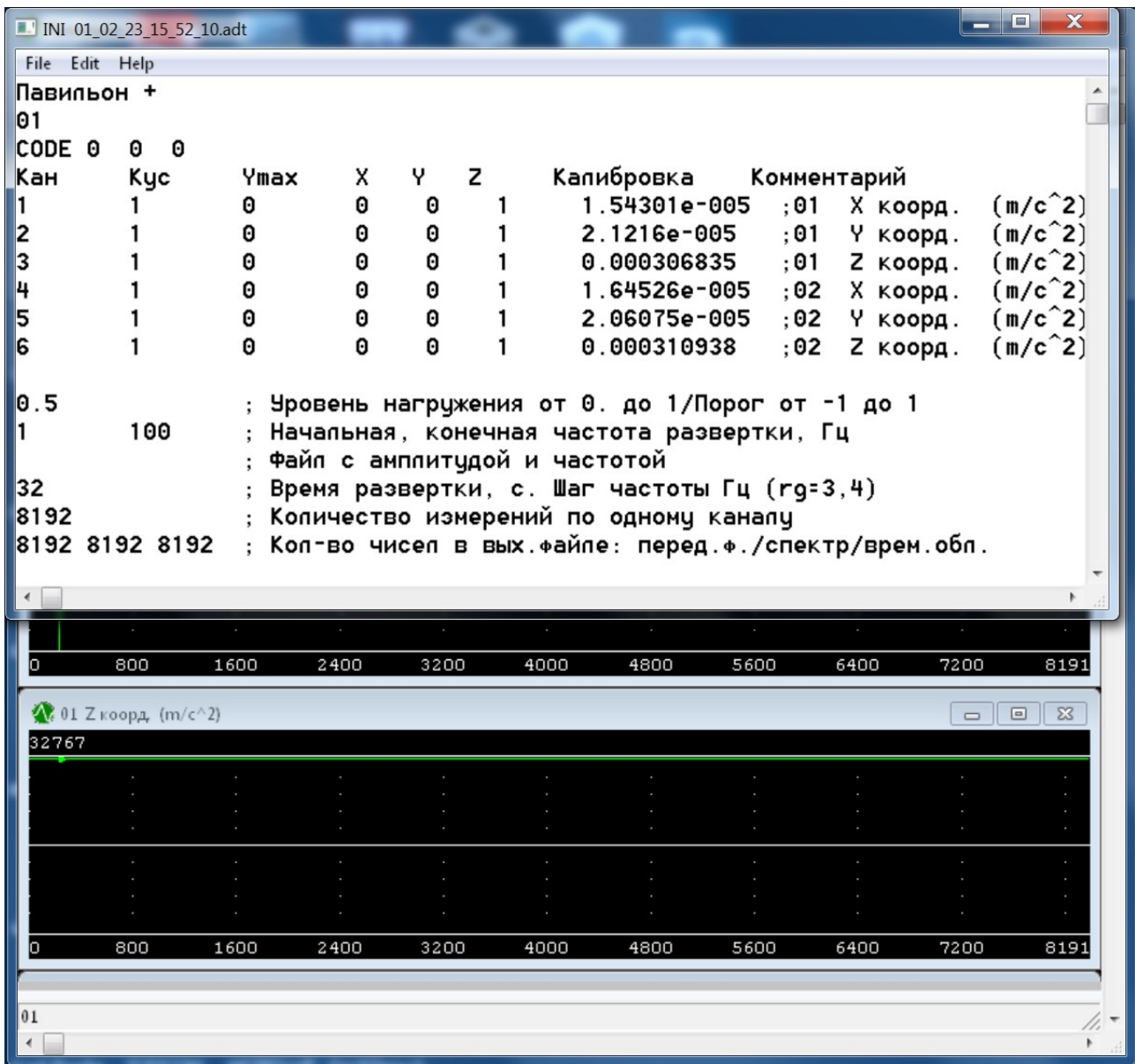
Для дальнейшей обработки данных, их требуется перевести в формат ADT. Причём длина массива данных из файла мон должна быть ровно 8192 значения. Таким образом мы получим запись с двух акселерометров за 32 секунды. Для этого:







Далее можно закрыть программу и снова открыть с помощью программы ex32 вновь полученный файл adt. Когда откроется график, нажать клавишу F4 и исправить первую цифру параметра «Начальная, конечная частота развёртки, Гц» с нуля на единицу. После этого нажать F2 и ещё раз нажать F2. Изменения сохранятся сначала в оперативной памяти, а потом на диске.

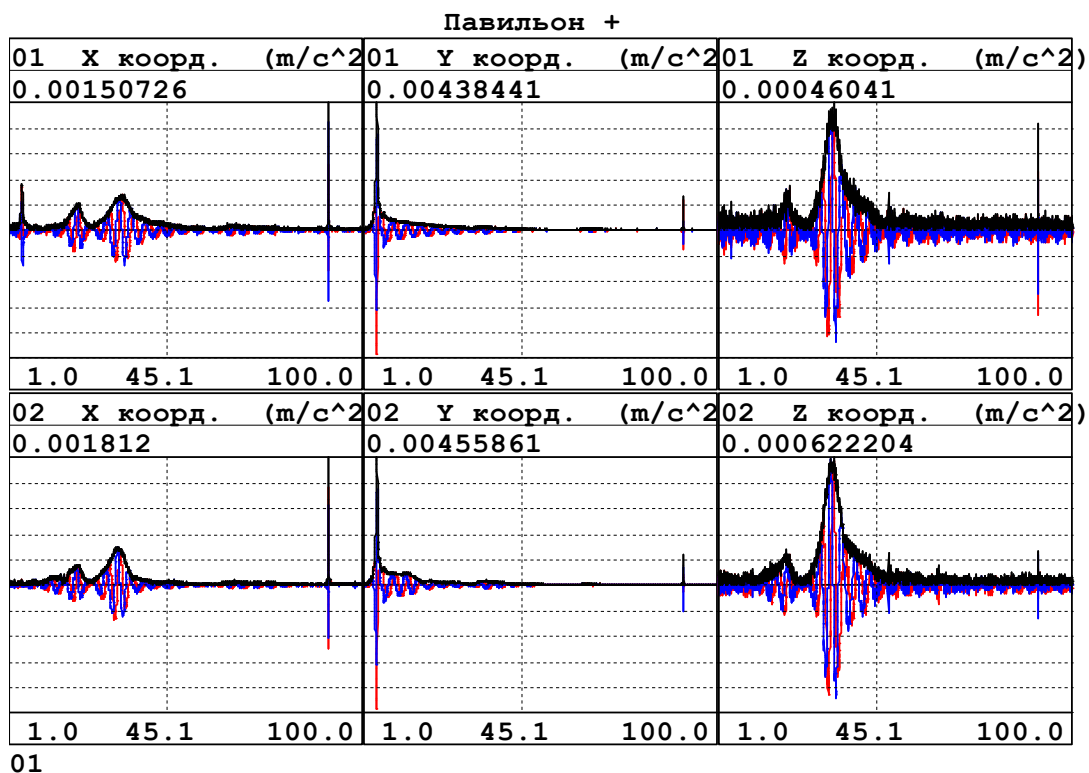


После этих предварительных операций можно начать процесс обработки данных.



## Определение собственных частот пролёта

Для вычисления спектра частот нажимаем на тулбаре кнопку «F».

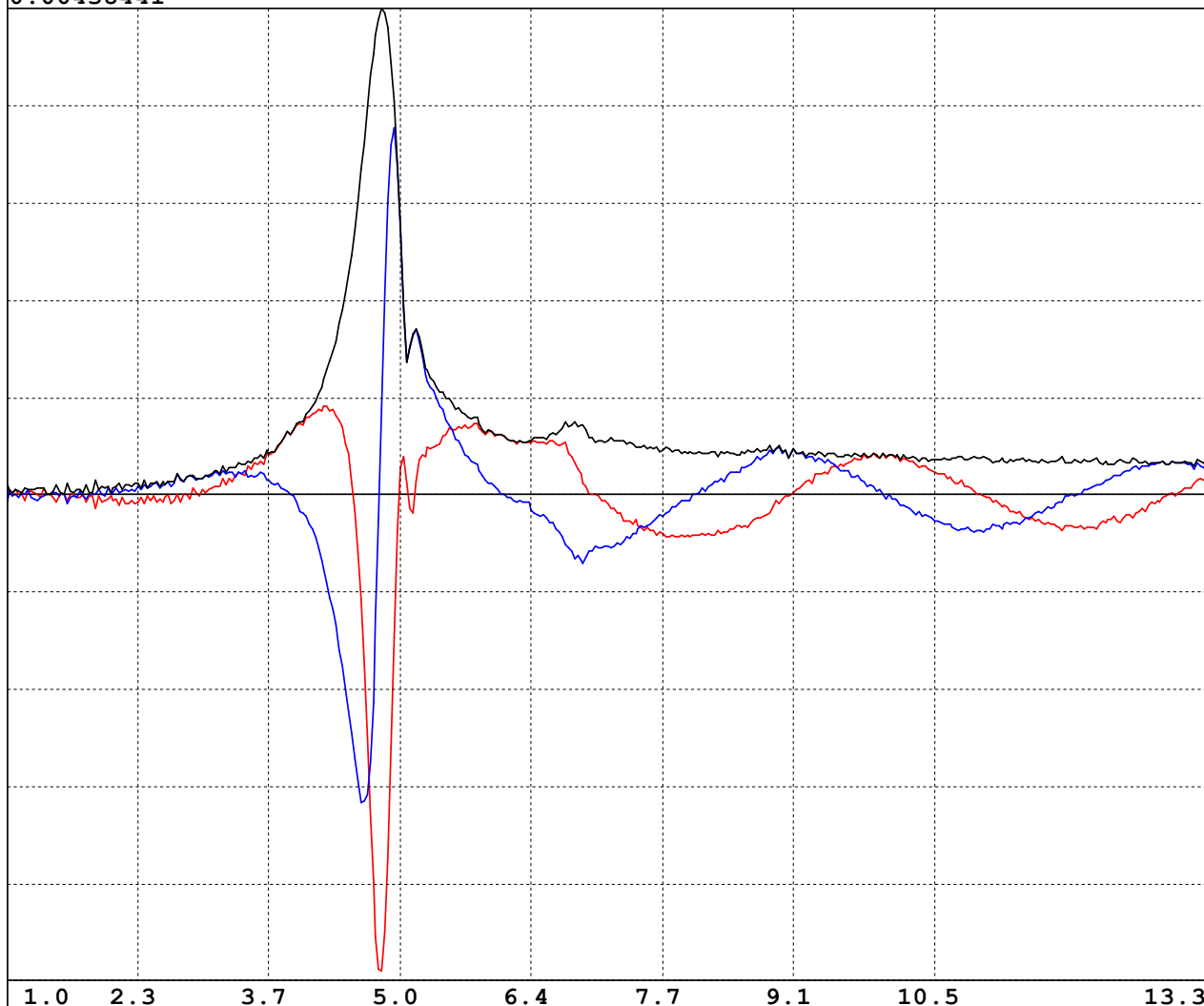


Чтобы определить резонанс, нужно выделить соответствующий график и нажимая клавиши «1» и «2» масштабировать его по горизонтали. Затем, перемещая мышью курсор, найти частоту для максимального значения амплитуды.

Павильон +

01 Y коорд. (m/c^2)

0.00438441

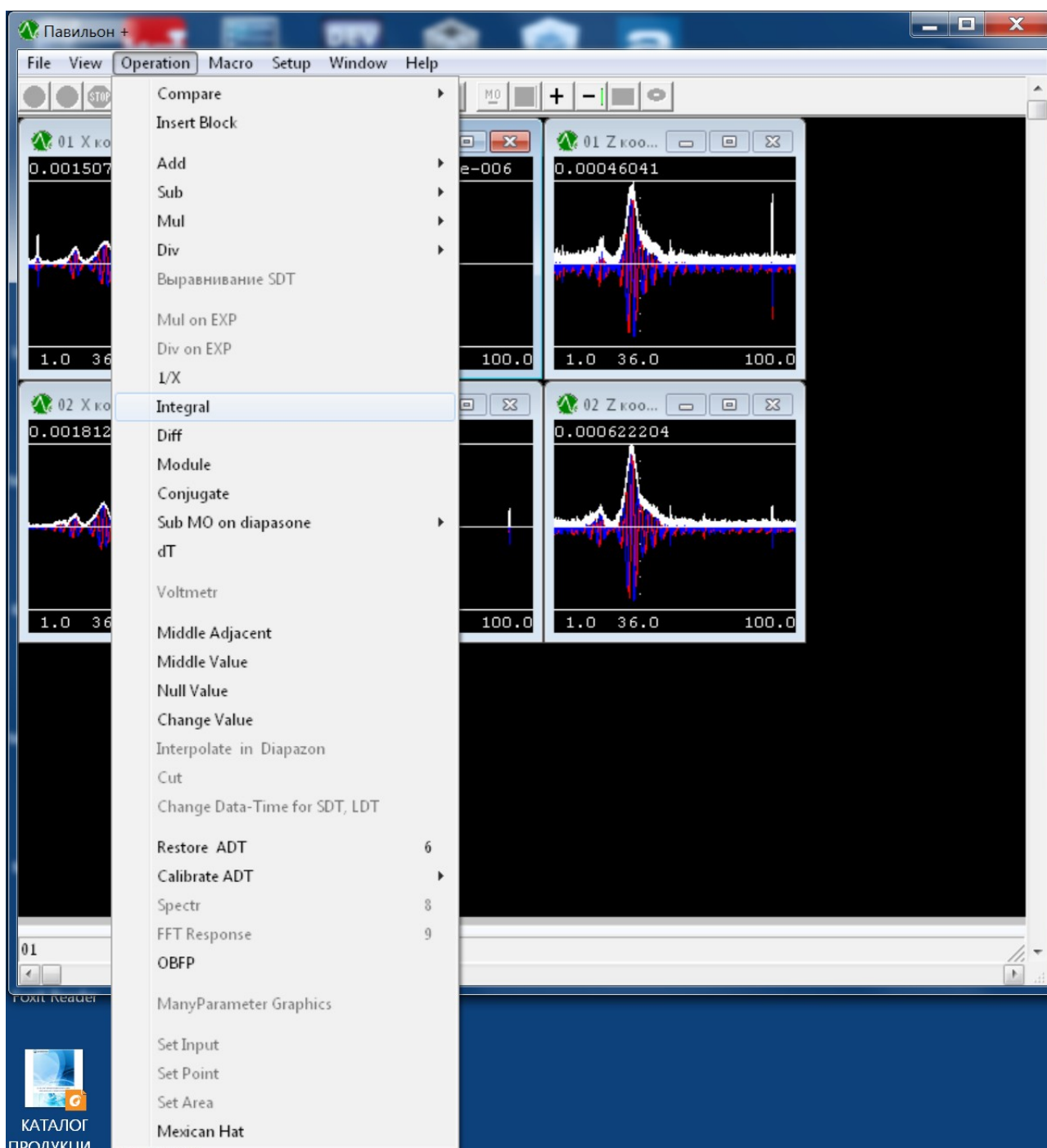


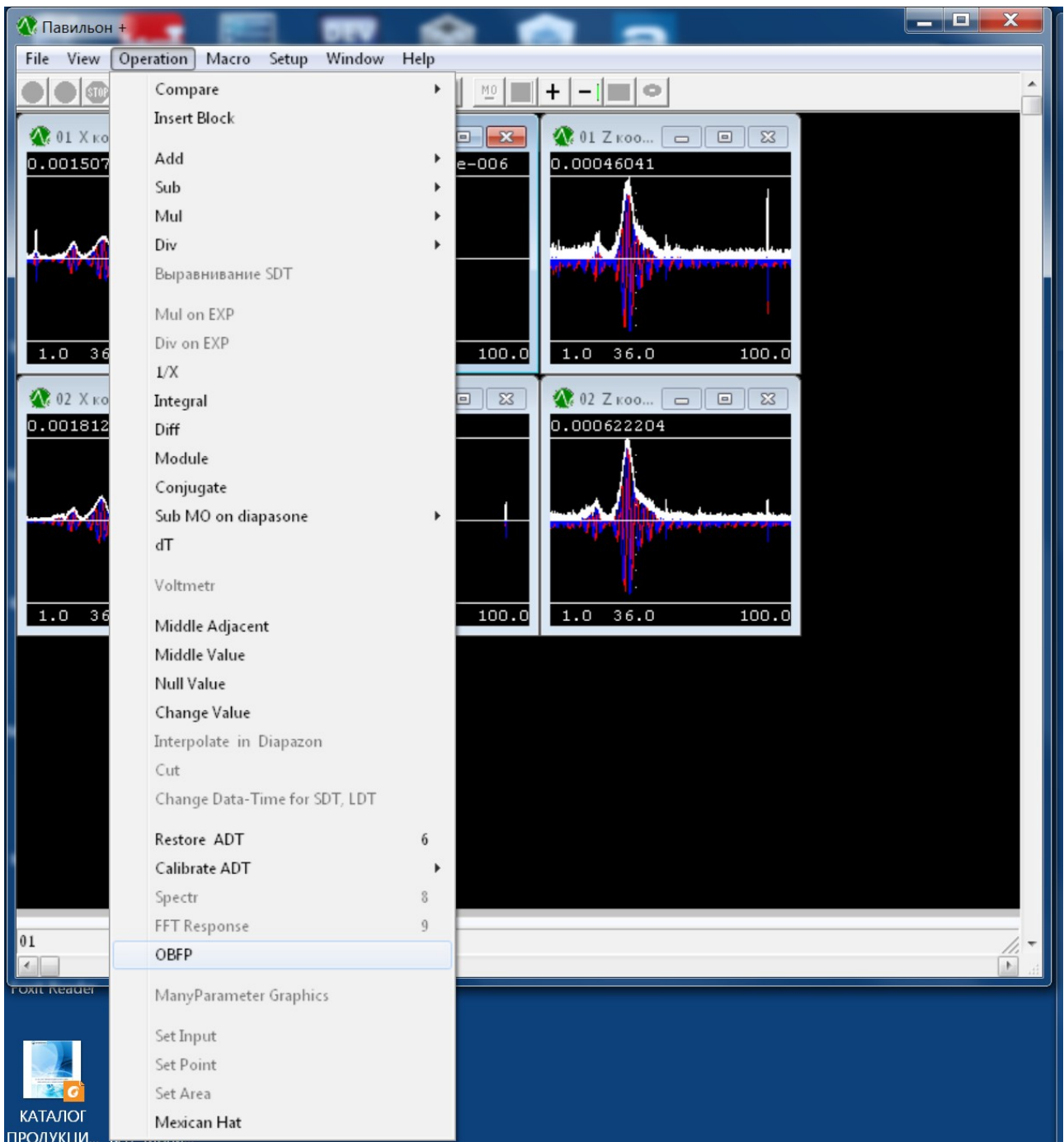
01

В данном случае у нас резонанс на частоте 4.84375 Гц.

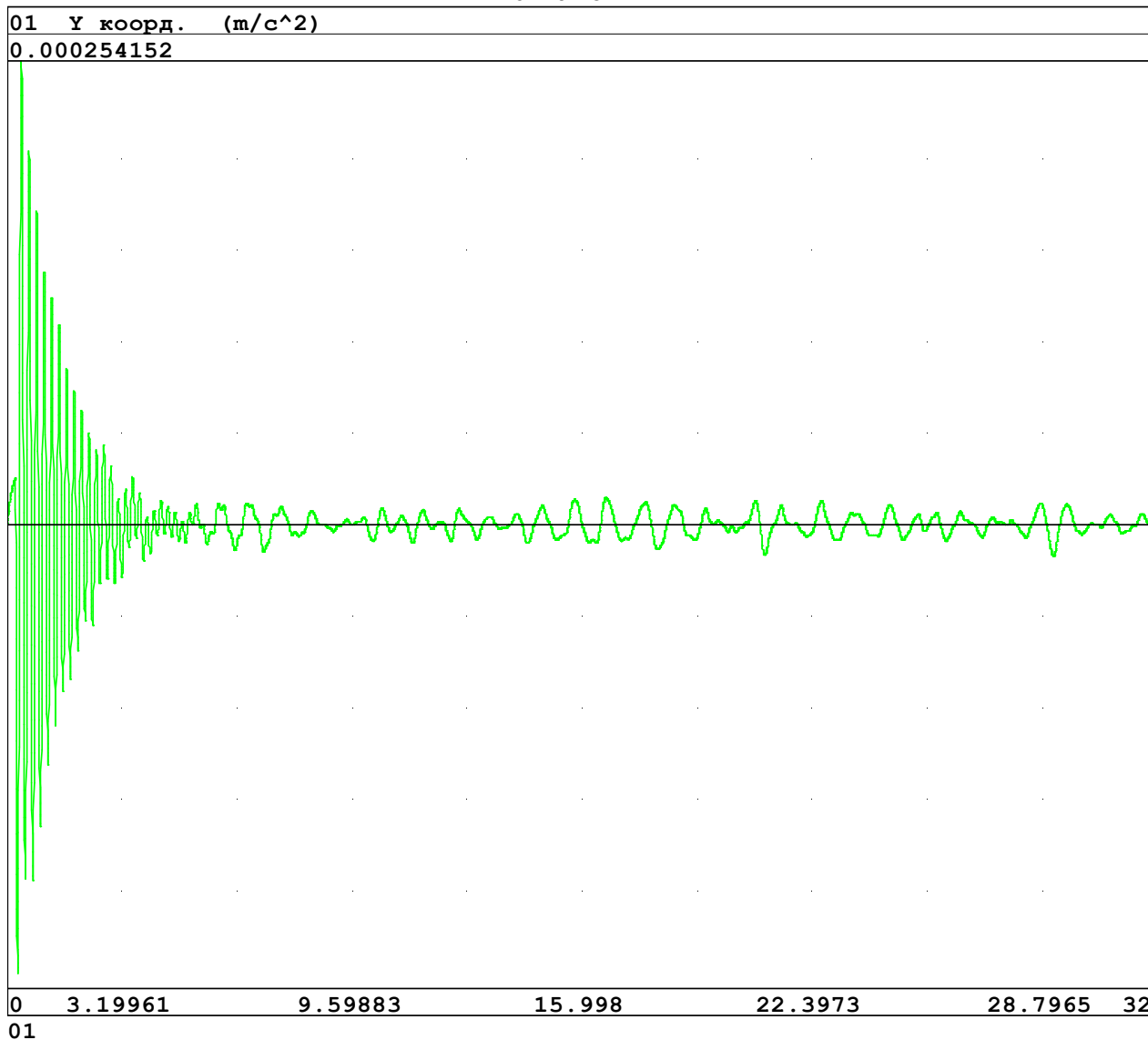
## Определение добавки динамического коэффициента

Для определения добавки динамического коэффициента нам потребуется спектр. Далее требуется выделить график канала, который мы будем обрабатывать. После этого делаем два раза интегрирование и ОВРФ. В результате получаем график с виброперемещениями. В верхнем левом углу графика индицируется максимальное значение по вертикальной оси. Оно и будет искомой добавкой динамического коэффициента.





Павильон +



Единицы измерения по вертикальной оси — метры, по горизонтальной — секунды. Максимум амплитуды виброперемещения у нас равен 0.000254 м, или 0.254 мм.

Если у нас статический прогиб от транспортного средства равен 2.0 мм, и при его пробеге с разными скоростями мы получили максимальную амплитуду 0.254 мм, то динамический коэффициент пролёта равен:  $(2.0 + 0.254) / 2.0 = 1.127$ .

## Приложение 1

Стоимость оборудования для экспресс-теста мостов (Каталог за май 2020г.)

### Проводной комплект оборудования для динамических испытаний (2 акселерометра)

№	Наименование	Кол-во	Цена с НДС	Сумма, руб
1	Акселерометр-инклинометр цифровой трехосевой АЦт90 (Внесен в ГОСРЕЕСТР СИ)	2	31 500,00 ₽	63 000,00 ₽
2	Государственная поверка АЦт90 как акселерометра во ВНИИМС	2	8 000,00 ₽	16 000,00 ₽
3	Контроллер MS4812	1	38 750,00 ₽	38 750,00 ₽
4	Кабель сигнальный НК-2	2	1 440,00 ₽	2 880,00 ₽
5	Карта памяти SD 4 Gb	1	600,00 ₽	600,00 ₽
6	Преобразователь 5В/21.5В	1	1 500,00 ₽	1 500,00 ₽
7	Кейс	1	1 500,00 ₽	1 500,00 ₽
	<b>Всего</b>			<b>124 230,00 ₽</b>

### Беспроводной комплект оборудования для динамических испытаний (2 комплекта)

№	Наименование	Кол-во	Цена с НДС	Сумма, руб
1	Акселерометр-инклинометр цифровой трехосевой АЦт90 (Внесен в ГОСРЕЕСТР СИ)	2	31 500,00 ₽	63 000,00 ₽
2	Государственная поверка АЦт90 как акселерометра	2	8 000,00 ₽	16 000,00 ₽
3	Контроллер MS4812	2	38 750,00 ₽	77 500,00 ₽
4	Кабель сигнальный НК-2	2	1 440,00 ₽	2 880,00 ₽
5	Плата расширения (к контроллеру MS4812) V3.2.4, Ethernet + GPS/GLONASS синхронизация по единому времени	2	8 800,00 ₽	17 600,00 ₽
6	Антенна GPS/ГЛОНАСС активная	2	1 500,00 ₽	3 000,00 ₽
7	Карта памяти SD 4 Gb	2	600,00 ₽	1 200,00 ₽
8	Преобразователь 5В/21.5В	2	1 500,00 ₽	3 000,00 ₽
9	Кейс	2	1 500,00 ₽	3 000,00 ₽
	<b>Всего</b>			<b>187 180,00 ₽</b>