

УДК 62-503.55

***СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗА УДАРНЫМИ И ПРОЧИМИ  
ВОЗДЕЙСТВИЯМИ НА ОБЪЕКТЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ:  
СЕНСОРНЫЙ БЛОК***

***Стефанов Д.В.***

*магистр 2 курса,*

*Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева,*

*г. Орел, Россия*

***Аннотация***

В статье описана разработка системы мониторинга за ударными и прочими воздействиями на объекты транспортирования: сенсорный блок. Приведен анализ систем мониторинга, а также приведено описание структурной системы мониторинга за ударными и прочими воздействиями. Описана разработка полукорпуса сенсорного блока. Сформулированы условия эксплуатации измерительных приборов.

**Ключевые слова:** система мониторинга, условиям эксплуатации измерительных приборов, датчики, сенсорный блок.

***MONITORING SYSTEM FOR SHOCK AND OTHER IMPACTS ON  
THE TRANSPORTATION OBJECTS: SENSOR BLOCK***

***Stefanov D. V.***

*master 2nd year,*

*Orel state University named after I. S. Turgenev,*

*Orel, Russia*

## **Annotation**

The article describes the development of a system for monitoring impact and other impacts on transportation facilities: a sensor unit. The analysis of monitoring systems, as well as a description of the structural system of monitoring of impact and other impacts. Development of a semi-corpus of the sensor unit. The conditions of operation of measuring instruments.

**Key words:** monitoring system, operating conditions of measuring instruments, sensors, sensor unit.

Актуальность работы. При перевозке или при погрузочно-разгрузочных операциях хрупкие и чувствительные к ударам грузы повреждаются. Поведение работников, когда их обращение с грузом контролируется сенсорным блоком, меняется. Они вынуждены действовать внимательно и с особенной осторожностью, понимая, что датчики отметят опасный удар или падение груза и укажет на виновника этого инцидента. Также сенсорный блок ведет отчет о различных воздействиях. Применение сенсорного блока дает возможность снизить затраты, связанные с повреждением грузов во время транспортировки, а также правильно выбрать оптимальный вид перевозки, упаковки и хранения для конкретных грузов. Кроме того, подробные отчеты позволяют устанавливать, насколько серьезными были те или иные воздействия.

Последнее особенно актуально в отношении таких грузов, которые представляют собой изделия, повреждение или отказ которых недопустим по каким-либо причинам.

К таким изделиям вполне можно отнести изделия космического назначения, в частности, изделия космического приборостроения. Отказ подобных объектов может привести к срыву космических экспедиций (исследований) что связано с огромными экономическими потерями.

Последнее, собственно, и определяет, что инициатором данной темы является ООО «НПП «Астрон Электроника» – фирма-партнер Института космических исследований РАН.

Объектом исследования в данной работе является окружающая среда транспортируемого измерительного прибора, которая может не удовлетворять эксплуатационным условиям измерительного прибора.

В качестве предмета исследования рассматривается система мониторинга: сенсорный блок, предназначенный для фиксации удара, вибрации, влажности и температуры, а так же для ведения отчета о воздействиях на транспортируемый объект.

Целью исследования является отслеживание удара, вибрации, влажности и температуры, а так же ведение отчета о воздействиях на транспортируемый объект.

Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Анализ датчиков и анализ аналогов системы мониторинга.
2. Разработка структурной схемы проектируемого устройства.
3. Разработка полукорпуса для сенсорного блока.
4. Реализация подбора оборудования и выбора комплектующих.

Методы и средства исследований. При выполнении теоретических исследований и реализации поставленной задачи использовались математический, кибернетический и метод системно-структурного анализа методы исследования, а также теория проектирования, теория принятия решений.

Научная новизна данной работы заключается в том, что на основе имеющихся систем мониторинга за ударными и прочими воздействиями на объект и других аналогов сенсорного блока был разработан новый сенсорный блок, который сильно отличается от аналогов.

Практическую значимость работы имеют следующие положения:

1. Разработан сенсорный блок удовлетворяющий заданным характеристикам.

2. Структурная схема.

3. Эскиз полукорпуса сенсорного блока.

В ООО «НПП «АСТРОН ЭЛЕКТРОНИКА» ведутся разработки системы мониторинга за ударными воздействиями на объект транспортирования для Роскосмоса, они крайне заинтересованы в подобных разработках.

Проведен анализ задания, требовалось разработать сенсорный блок для мониторинга за ударными и прочими воздействиями на объект при транспортировке.

Сенсорный блок нужен для того, чтобы отслеживать ударные и прочие воздействия на объект. После транспортировки сенсорный блок должен нести в себе информацию о воздействии удара, вибрации, температуры и влаги, которые произошли в процессе транспортирования.

Сенсорный блок является частью системы мониторинга за ударными и прочими воздействиями на объекты транспортирования. Для того, чтобы определить состав сенсорного блока, требуется проанализировать виды воздействий на объекты транспортирования, которые потенциально снижают надежность изделий.

Исходя из классификации приборов по условиям их применения [1], основными влияющими на объект факторами при транспортировке являются: вибрация, удар, температура и влажность.

Датчик удара и вибрации должен распознавать и преобразовывать физическое воздействие в электрический сигнал - напряжение. После преобразования по соединительным кабелям сигнал в виде напряжения поступает к аналоговому входу Arduino Uno. Датчик удара и вибрации имеет три оси x, y, z. Датчик удара и вибрации должен работать в температурном диапазоне от - 40 до + 50 °С. Так же должен соответствовать следующим метрологическим характеристикам: частота от 10 до 150 Гц, при

максимальном ускорении от 2 до 40 м/с<sup>2</sup>, число ударов по каждому направлению воздействия 4000, механические удары одиночного действия с максимальное ускорение 500 м/с<sup>2</sup> с длительность импульса 3 мс.

Датчик температуры и влажности должен фиксировать температуру и влажность и преобразовывать в цифровой сигнал, после чего по соединительным кабелям сигнал поступает к цифровому входу Arduino Uno. Датчик температуры и влажности должен работать в температурном диапазоне от – 40 до + 50 °С. Так же должен иметь диапазон измерения Температура окружающего воздуха от – 40 до + 50 °С, влажность воздуха 95 % при 35 °С.

Конструкция системы мониторинга должна представлять собой моноблочное исполнение. При этом блок электроники должен быть выполнен герметичным в отличии от пространства полукорпуса, в котором будут расположены датчики.

Датчики должны удовлетворять условиям эксплуатации объекта. Условиям эксплуатации объекта приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Условиям эксплуатации измерительных приборов.

| Рабочие условия применения измерительных приборов (климатические и механические воздействия) Влияющая величина | Значение влияющей величины для средств измерений групп |
|--|--|
| Температура окружающего воздуха, °С:<br>нижнее значение<br>верхнее значение                                    | Группа-6<br><br>-40<br>50                              |
| Влажность воздуха,%  | 95 при 35 °С   |
| Рабочие условия применения измерительных приборов (климатические и механические воздействия) Влияющая          | Значение влияющей величины для средств                 |

| величина   | измерений групп  |
|--|--|
| Атмосферное давление, кПа(м рт.ст.)  | Группа-6<br>60-106,7 (460-800)                               |
| Вибрация:<br>частота, Гц   | 10-150   |
| максимальное ускорение, м/с <sup>2</sup>   | 2-40   |
| Рабочие условия применения измерительных приборов<br>(климатические и механические воздействия) Влияющая<br>величина | Значение влияющей<br>величины для средств<br>измерений групп |
|  | Группа-6   |
| число ударов по каждому направлению воздействия  | 4000   |
| Механические удары одиночного действия:<br>максимальное ускорение, м/с <sup>2</sup>                                  | 500  |
| длительность импульса, мс  | 3  |
| число ударов по каждому направлению воздействия  | 3  |

Далее выполнен анализ датчиков и принципа преобразования в электрический сигнал. Рассматривались датчики нескольких видов

- 1) пьезоэлектрический;
- 2) оптический;

- 3) вихретоковый;
- 4) индукционный.

Далее проведен анализ аналогов. Рассмотрено несколько аналогов, которые следят за контролем температуры и влажности, а также ведут отчет о воздействия на транспортируемый объект.

Рассмотрев анализ аналогов и техническое задание, стало понятно, что потребуются следующие с определенными метрологическими характеристиками.

Первые из составляющих: нам потребуется плата с ацп, микроконтроллером, с аналоговыми и цифровыми выходами. Была выбрана плата Iskra Neo. Далее нам понадобятся датчики: датчик влажности и температуры – DHT22, датчик удара и вибрации – акселерометр MMA7361. Так же потребуется флеш память которая подходит для Iskra Neo - Адаптер карт MicroSD и батарея питания на 7 В. На рисунке 1 приведена структурная схема сенсорного блока.

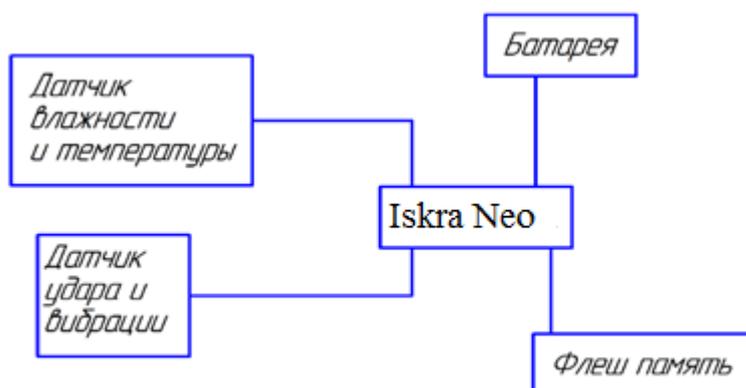


Рисунок 1 - Структурная схема сенсорного блока

После чего был разработан полукорпус сенсорного блока.

Корпус должен состоять из двух полукорпусов. В первом полукорпусе должны находиться следующие комплектующие: Iskra Neo, SPI адаптер карт MicroSD v1.0, MicroSD. Также в первом полукорпусе должен быть батарейный отсек, чтобы при замене батареек не нужно раскрывать корпус с электроникой. Первый полукорпус должен быть влагозащищен и

пылезацищен. Во втором полукорпусе должны находиться датчики: Датчик температуры и влажности DHT и датчик удара и вибрации 832M1. Второй полукорпус должен быть открытым и крепиться к первому полукорпусу. Сенсорный блок должен крепиться внутри коробке, в которой перевозят объект. Корпус должен быть сделан из стекла толщиной 2 или 5 мм, так же должен быть прорезиненным. Второй полукорпус представлен на рисунке 2.

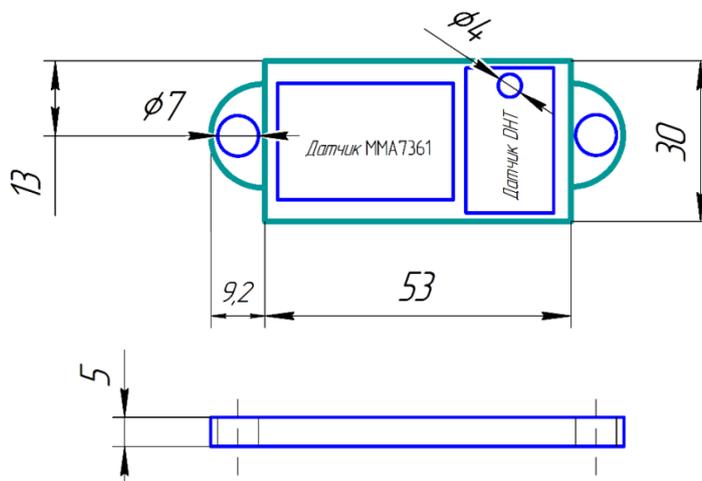


Рисунок 2 – Второй полукорпус сенсорного блока

Таким образом, основными результатами работы является следующее:

1. Были рассмотрены аналоги системы мониторинга за ударными и прочими воздействиями на объекты транспортирования.
2. Проведен анализ систем системы мониторинга за ударными и прочими воздействиями на объекты транспортирования.
3. Был разработан полукорпус сенсорного блока.
4. Разработана структурная схема системы мониторинга за ударными и прочими воздействиями на объекты транспортирования.

### Библиографический список

1. ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия (с Изменением N 1).

2. Приборы и системы для измерения вибрации шума и удара. Справ. в 2 кн. под ред. В.В. Клюева. М: машиностроение, 1978, 844 с.

3. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов.- М.: Радио и связь, 1990.- 256 с.

4. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях. - М.: Мир, 1983.