

## **Разработка технологии изготовления МЭМС акселерометра с использованием виртуальной и физической модели производственного процесса**

### ***1. Актуальность***

Проблема определения траектории движения в настоящее время приобретает всё большую актуальность ввиду распространения таких мобильных средств, как гироскутеры, летающие дроны, роботы-газонокосильщики, а также систем, для которых важно определение направления движения, например, автопилот, системы автоматической парковки, датчики колебаний конструкций и сооружений.

Для решения задач детектирования перемещения применяется простой, с точки зрения принципа действия, но сложный, с точки зрения изготовления, прибор — акселерометр. При этом сложность заключается в обеспечении миниатюризации и удешевления производства для их массового внедрения в различные сферы. Кроме того, важны повторяемость параметров, отсутствие какой-либо сложной калибровки и настройки готового изделия. Акселерометр, как следует из названия, представляет собой измеритель ускорения. Зная ускорение, путём его интегрирования от времени с заданными начальными условиями, можно получить скорость, интегрируя далее скорость - путь. Однако, если датчик имеет хоть небольшую погрешность, особенно содержащую постоянную составляющую, с течением времени будет происходить накопление ошибки измерений, поэтому в основном они используются для определения локальных перемещений и нахождения вектора тяготения. Данная комплексная задача миниатюризации, обеспечения повторяемости, массового выпуска по единому шаблону решается с использованием средств, которые предлагается использовать.

Данный кейс представляет собой пример технологий, которые позволяют реализовать микроминиатюрное устройство — акселерометр с использованием виртуальной модели производственного процесса.

### ***2. Условия задачи***

Целью кейса является разработка акселерометра — миниатюрного устройства для измерения ускорения. В ходе решения задачи учащиеся подбирают те параметры технологического оборудования и последовательность операций, которые необходимы для создания работоспособной модели. Наряду с этим учащиеся самостоятельно изготовят

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Технологический профиль**  
**Командный кейс**

---

на практике модель акселерометра, проверят его работоспособность и продемонстрируют с его помощью принцип работы акселерометра.

### ***3. Техническое задание***

1. Разработать технологический маршрут изготовления акселерометра в виртуальной лаборатории.
2. Рассчитать параметры каждой технологической операции.
3. Задать правильную последовательность операций с верными параметрами, продемонстрировать работоспособность модели.
4. Разработать объёмную конструкцию акселерометра и продемонстрировать им измерение проекции вектора земного тяготения при изменении угла отклонения.
5. Продемонстрировать таблицу результатов измерения вектора тяготения в зависимости от угла отклонения.

### **Оборудование и материалы**

1. Гибкая пластина (сталь, бумага, картон и др. на выбор).
2. Опора пластины.
3. Предметная поверхность (доска, ДВП, ДСП, пластик и др).
4. Линейка, транспортир.
5. Карандаш, ручка, маркер и др..
6. Компьютер с произвольным браузером из серий Firefox, Opera, Edge, Chrome версии 2020 года.

### **Требования**

1. Демонстрация работы виртуальной модели (модель реагирует, и устройство корректно измеряет изначально заданное ускорение).
2. Наличие в отчёте обоснования выбора параметров моделирования каждой технологической операции и выбора материалов.
3. Физическая модель акселерометра и интерпретация полученных табличных данных в зависимости от угла поворота, адекватность и корректность физической модели.

### **Ограничения**

1. Виртуальная модель предоставляет заданные ограничения по параметрам, которые можно определить интерактивно и исходя из прилагаемой литературы.
2. Макет акселерометра представляет собой объект с габаритами не менее 50x50x50, но не более 300x300x300 мм. в любом измерении, удобный для демонстрации в дистанционном формате или очно.

#### **4. Шаблон пояснительной записки**

*Пояснительная записка в своей структуре должна отражать последовательное описание создания акселерометра в виртуальной среде проектирования и физического образца. Дополнительно прилагаются результаты визуальной оценки образцов.*

##### **Содержание**

для виртуальной системы проектирования:

- последовательность операций в виде их наименований;
- перечень технологического оборудования с привязкой к технологическим операциям;
- перечень параметров и их расчёт (формулы, результаты подбора, графики, иллюстрирующие выбор);
- перечень взаимосвязей между операциями (раскрывающими суть переходов, для чего они нужны.

для физического образца:

- фотографии макета в двух положениях, соответствующих граничному значению ускорения, а также фото в рабочем виде с измерением зазора. Фотографии должны быть хорошего качества, размер фотографий соответствует формату HD;
- эскиз макета (возможно без масштаба), отражающий работоспособность изделия.

Структура пояснительной записки включает описание вышеперечисленных критериев объемом не больше 2 страниц печатного текста (с приложением фотографий образцов). Работа выполняется шрифтом Times New Roman, размер – 12, межстрочный интервал – 1,5, красная строка – 1 см, выравнивание текста – по ширине. Перенос слов не допускается. Все прилагаемые таблицы или рисунки должны быть подписаны с указанием пояснения в тексте.

Отчёт формируется в редакторе Microsoft Word / OpenOffice. Наименование текстового файла должно содержать фамилию и инициалы авторов, школу, например: Школа111\_Иванов\_А.М.docx. Титульный лист проекта имеет следующие заголовки:

**Разработка технологии изготовления акселерометра**

Фамилия И.О. авторов

*курсивом класс, школа, адрес электронной почты автора*