

# DESIGN OF MEMS CLASSIFICATION GRAPH

Nevludov I. Sh., Bortnikova V. O.  
Kharkiv National University of Radio Electronics  
14, Lenin Ave., Kharkov, 61166, Ukraine  
tel.: (057) 7021486, e-mail: vika\_bortnikova@mail.ru

*Abstract*— The classification of MEMS for solving the computer-aided design problems of manufacturing process is proposed. There are five basic groups: simple devices, actuators, MEMS design coupling elements, mechanisms of action; transducers and generators.

## РАЗРАБОТКА ГРАФА КЛАССИФИКАЦИИ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Невлюдов И. Ш., Бортникова В. О.  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина  
тел.: (057) 7021486, e-mail: vika\_bortnikova@mail.ru

*Аннотация* — Предложена классификация микроэлектромеханических систем для решения задач автоматизации проектирования технологических процессов изготовления. Выделены основные пять групп: простые устройства, исполнительные механизмы, элементы сопряжения конструкций микроэлектромеханических систем, механизмы воздействия; преобразователи и генераторы.

### I. Введение

На сегодняшний день существует множество определений понятия микроэлектромеханические системы (МЭМС), однако в большинстве случаев в узком смысле понимаются как устройства. Это не совсем точное определение, более широкое и более полное определение понимает под собой МЭМС как технологический процесс, используемый для создания крошечных интегрированных устройств или систем, которые сочетают в себе механические и электрические компоненты. Они изготовлены с использованием интегральной схемы (ИС) методом пакетной обработки и может варьироваться в размерах от нескольких микрометров до миллиметров. Эти устройства (или системы) имеют способность чувствовать, контролировать и приводить в действие на микро-уровне, а так же генерировать воздействовать на макроуровне.

Существует ряд проблем связанных с созданием нормативной базы. В связи с относительно низким числом коммерческих устройств МЭМС и скоростью, с которой в настоящее время развивается технология, стандартизация является затруднительной.

### II. Основная часть

На данный момент времени можно выделить три основных класса МЭМС:

- простые устройства (линзы Френеля, решетки, волоконно-оптические соединители, сопла, фильтры и т. д.);
- преобразователи и генераторы (механические, химические, оптические, биологические и д.р.);
- актюаторы (приводы) или исполнительные механизмы (исполнительные элементы газовых и жидкостных хроматографов, головок записи и считывания, микрооптоэлектромеханические устройства и т. д.).

Однако МЭМС возможно классифицировать и по другим критериям: по сфере применения, количеству используемых элементов, размерам конструкций, используемых физических явлений, а так же по технологии изготовления [1].

Если МЭМС понимать как обеспечение конвертирования величины различной физической природы, то функции МЭМС можно классифицировать [2]: актюаторы и/или сенсоры, системы излучения (ан-

тенны), цепи, используемые для обработки информации от сенсоров, актюаторов, цепи управления.

Если классифицировать МЭМС по функциональным модулям: исполнительные механизмы (актюаторы), чувствительные элементы (сенсоров), управляющие механизмы (микрозеркала, микроклапаны, управляемые микроклапаны, мембраны и т. д.), устройства передачи энергии (для передачи энергии), устройства управления (электрические и механические).

Проведя анализ существующих классификаций МЭМС устройств принято решение выделить такие основные группы:

- простые устройства;
- исполнительные механизмы;
- элементы сопряжения МЭМС конструкций;
- механизмы воздействия;
- преобразователи и генераторы;

К простым устройствам отнесем: линзы Френеля, решетки, волоконно-оптические соединители, сопла, насосы (обеспечивают нагнетательное движение жидкостей и газов по микрополостям) и фильтры (обеспечивают жидкостную и газовую фильтрацию и абсорбцию веществ в микроаналитических системах). На рисунке 1 представлен фрагмент графа классификации МЭМС устройств.

Исполнительные механизмы можно разделить на несколько подгрупп: термические; электростатические (последовательные контактные переключатели; параллельные емкостные переключатели); переключатели: с низким напряжением работы (консольные переключатели; параллельные переключатели); с ртутным контактом; магнитные; электромагнитные.



Рис. 1. Фрагмент графа классификации МЭМС для простых устройств.

Fig. 1. Fragment of MEMS classification graph for simple devices

Отдельно в группе исполнительных механизмов можно выделить бистабильные микрореле: микрореле с магнитным приводом; электростатические микрореле; термические микрореле; микрореле для контроллеров бесщеточных двигателей постоянного тока; поликремневые микрореле; микрореле с ртутными контактами; кремневые микрореле. На рисунке 2 представлен фрагмент графа классификации МЭМС для исполнительных механизмов.

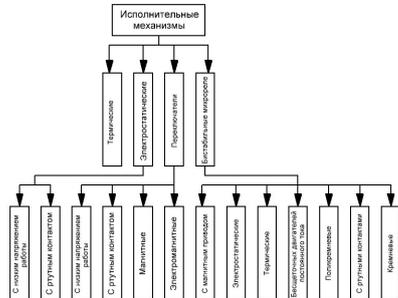


Рис. 2. Фрагмент графа классификации МЭМС для исполнительных механизмов.

Fig. 2. Fragment of MEMS classification graph for actuators

Элементы сопряжения МЭМС конструкций являются: шестеренки; рычаги и кронштейны; реверсные механизмы; замочные механизмы. На рисунке 3 представлен фрагмент графа классификации МЭМС для элементов сопряжения.

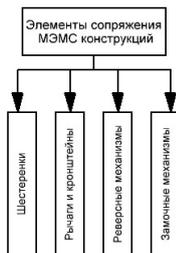


Рис. 3. Фрагмент графа классификации МЭМС для элементов сопряжения.

Fig. 3. Fragment of MEMS classification graph for MEMS design coupling elements

В группе механизмов воздействия определим такие подгруппы:

- актюаторы (термические, электростатические, электромагнитные, вибрационные, термоэлектрические, пьезоэлектрические, осмические, гидравлические, пневматические);
- моторы или двигатели;
- датчики (давления, температуры, глюкозы, ДНК фактора, силы, электротехнического импульса, детектор газа, химических ионов);
- сенсоры (механические, лазерно-оптические, термические, радиационные, магниторезистивные, химические, биохимические, иммунологические, генные). В сенсорах можно выделить отдельную подгруппу: чувствительные элементы (ЧЭ) сенсоров можно классифицировать: емкостные; пьезорезистивные; пьезоэлектрические; резонансные; ЧЭ на поверхностных акустических волнах (ПАВ). На рисунке 4 представлен фрагмент графа классификации МЭМС для механизмов воздействия.

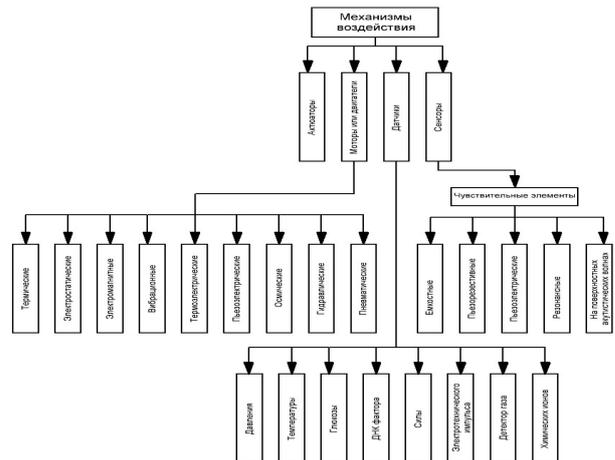


Рис. 4. Фрагмент графа классификации МЭМС для механизмов воздействия.

Fig. 4. Fragment of MEMS classification graph for mechanisms of action

Преобразователи и генераторы: света в электричество; электричества в свет; температурной разницы в электричество; электричества в высокочастотный звук.

В электромеханических преобразователях выделяют такие как: механические фильтры и их аналоги (основы), пьезоэлектрические, электростатические, магнитостационарные, электростатические, электромагнитные, электродинамические, электро-термические. На рисунке 5 представлен фрагмент графа классификации МЭМС для преобразователей и генераторов.



Рис. 5. Фрагмент графа классификации МЭМС для преобразователей и генераторов.

Fig. 5. Fragment of MEMS classification graph for transducers and generators

### III. Заключение

1. Впервые классифицированы МЭМС устройства с точки зрения решения задач автоматизации проектирования технологического процесса изготовления.
2. Предложен граф классификации МЭМС для основных типов групп.

### IV. References

- [1] Шурыгина В. Долгожданные МЭМС. Технология малых форм. // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 4/2002. – С. 8–13.
- [2] Зинченко Л.А. Конспект лекций по блоку дисциплин «САПР НАНОСИСТЕМ». УМК «Автоматизированное проектирование МЭМС и НЭМС»: Библиотека Наноинженерии. – М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2008. – 30 с.
- [3] Фрайден Дж. Современные датчики: Справочник: Пер. с англ. / Пер. Заболотная Ю.А.; Ред. пер. Свинцов Е.Л. - М.: Техносфера, 2006. - 588 с.