

Использование электронного тренажера для расчета параметров теплового микроактюатора

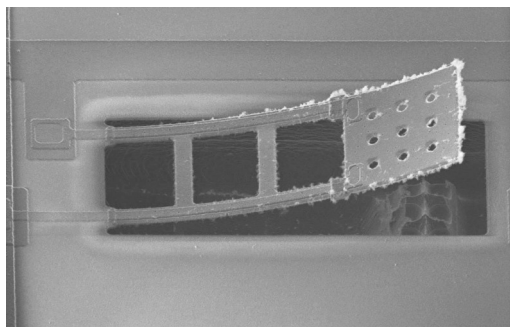
В. К. Самойликов, С. С. Евстафьев

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

Электронный тренажер под названием «Расчет параметров теплового микроактюатора» разработан для обучения студентов дисциплине «Методы и средства исследования и оптимизации термических процессов и оборудования». Данная дисциплина читается в НИУ МИЭТ на кафедре микроэлектроники и является дисциплиной по выбору для магистров второго курса. В качестве учебного материала для практического задания авторы взяли разработанную в МИЭТ микроэлектромеханическую систему (МЭМС). МЭМС представляет собой устройство, в котором объединяются микроэлектронные и микромеханические компоненты, что позволяет создавать новые классы устройств, такие как системы навигации, датчики физических величин, микрзеркала, микронасосы, микродвигатели и другие подобные устройства [1].

Одним из ключевых МЭМС-устройств является микроактюатор, позволяющий преобразовывать управляющий сигнал в механическое перемещение. На кафедре микроэлектроники был разработан и изготовлен прототип микромеханического актюатора на основе алюминия и диоксида кремния для использования в микрзеркальных системах (см. рисунок).

Микроактюатор характеризуется следующими параметрами: начальной стрелой прогиба; зависимостью стрелы прогиба от управляющего сигнала; временем нагрева и временем охлаждения [2].



Тепловой микромеханический актюатор

Студент рассчитывает эти параметры в ходе самостоятельной работы с электронным тренажером. Основное назначение предлагаемого электронного компонента — расчет и анализ характеристик микроактюатора на основе исходных данных о его геометрии и материалах. Данная самостоятельная работа позволяет студентам получить практический опыт: по расчету параметров реального устройства, использованию для этого программного пакета Microsoft Excel, анализу и обобщению результатов, составлению научно-технического отчета.

Тренажер представляет собой файл Microsoft Excel, в котором создан шаблон для моделирования характеристик теплового микроактюатора. Помимо тренажера вариант задания содержит: перечень исходных материалов, из которых состоит актюатор; геометрические размеры его; файл-пояснение, содержащий теоретические основы для проведения моделирования; методические указания и пояснения.

Задание выполняется в четыре этапа:

1) вводное (аудиторное) занятие, на котором ставится задача и поясняется ход ее решения;

2) самостоятельное решение задачи студентом;

3) демонстрация результатов решения преподавателю, а также обсуждение результатов;

4) оформление и защита отчета.

Первый этап предполагает аудиторную форму занятия, остальные этапы — дистанционную, с использованием электронной почты и программ для общения в сети Интернет: *Skype*, *WhatsApp* или *Viber*. На выполнение задания предусмотрено пять часов самостоятельной работы, а также один час аудиторного занятия.

Задание оценивается: по точности ответов на вопросы, полноте выполнения, правильности решения задачи, аккуратности оформления результатов и оперативности.

Самостоятельная работа, проведенная в группе МЭ-22, выявила уровень подготовки студентов. Дисциплину «Методы и средства исследования и оптимизации термических процессов и оборудования» выбрали шесть студентов, все шесть выполнили задание и получили оценки от 4 до 7 баллов. Максимальная оценка 8 баллов («отлично») выставляется в случае выполнения всего задания и предоставления отчета о проделанной работе, который должен содержать рассчитанные параметры, графики и объяснение результатов. Минимальная оценка 4 балла («удовлетворительно») соответствует выполнению части задания и неполному отчету, в котором результаты приведены без надлежащего оформления или не дано их объяснения. Оценка менее 4 баллов («неудовлетворительно») свидетельствует о том, что студент не справился с заданием.

Опыт проведения самостоятельной работы позволил сделать вывод о необходимости более подробного раскрытия в методических рекомендациях для студентов:

— смысла задания, его особенностей и теоретических основ моделируемых процессов;

— особенностей работы с программным пакетом Microsoft Excel и дополнительными инструментами, так как даже построение графиков вызвало трудности;

— основ составления отчета, поскольку студенты не обладают навыком грамотной интерпретации полученных результатов.

Также следует ограничить количество консультаций с преподавателем. Частая проверка правильности расчетов затрудняет оценку работы в целом. Преподавателю желательно продемонстрировать вариант выполнения задания и показать возникающие при этом типичные ошибки.

В дальнейшем планируется доработать электронный тренажер с учетом сделанных выводов.

Литература

1. Нанотехнологии в электронике: [коллектив. моногр.] / Под ред. Ю. А. Чаплыгина. Вып. 2. М.: Техносфера, 2013. 686 с.: ил. (Мир электроники).

2. *Самойликов В. К., Тимошенко С. П., Евстафьев С. С.* Модель теплообмена тепловыделяющих элементов микрозеркальных МЭМС // Известия вузов. Электроника. 2016. Т. 21. № 4. С. 333—340.

Самойликов Вячеслав Константинович — доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник МИЭТ, профессор кафедры микроэлектроники (МЭ) МИЭТ.
E-mail: samoilikov@inbox.ru

Евстафьев Сергей Сергеевич — старший преподаватель кафедры МЭ МИЭТ.
E-mail: madcatse@gmail.com