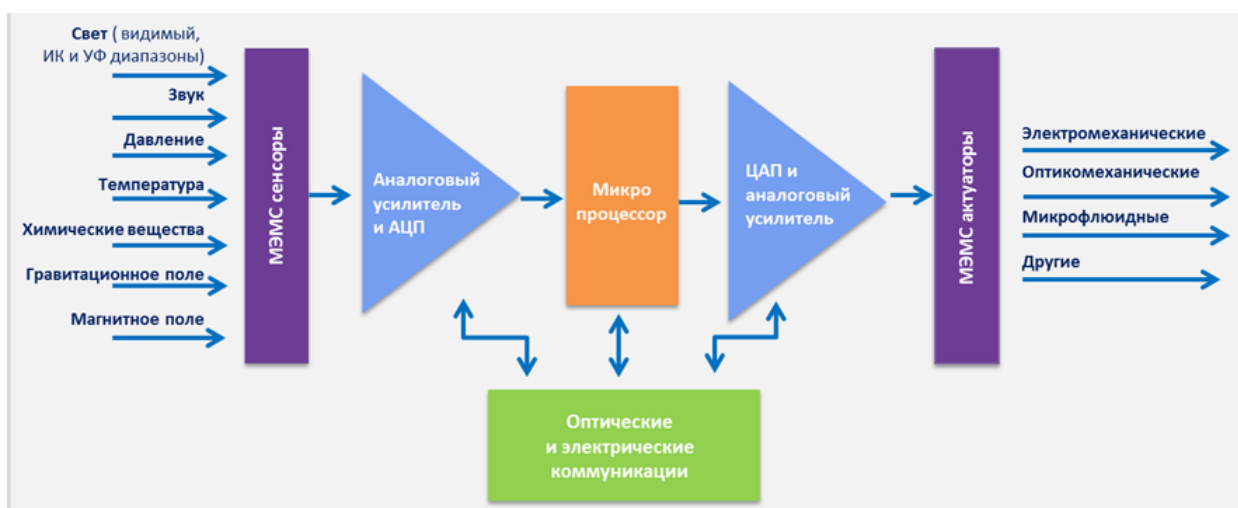


МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МИКРОСИСТЕМЫ»

Гуртов В.А., Логинов Д.В.
Петрозаводск, Россия, ПетрГУ
vgurt@petsu.ru

Микросистемы – основной компонент всех современных электрических высокотехнологических устройств, к которым относятся IoT-устройства, смартфоны, навигационное оборудование. Термин микросистемы тождествен термину микроэлектромеханические системы (МЭМС), но с развитием оптических, микрофлюидных и наноэлектромеханических систем более употребительным, обобщенным термином стали микросистемы. Микросистемы — это системы, включающие взаимосвязанные механические, оптические, микрофлюидные и электрические компоненты микронных размеров созданные с помощью соединения процессов производства интегральной схемы (чипа) и процессов микрообработки (micromachining). Общая структурная схема микросистем приведена на рисунке ниже.



Производство микросистем развивается высокими темпами, согласно прогнозам, их доля на мировом рынке возрастет с 11,9 миллиардов долларов в 2015 году до 20 миллиардов долларов в 2021 году. Широкое практическое применение и сыграло ключевую роль для включения дисциплины «Микросистемы» в учебный план по направлению подготовки «11.03.04 - Электроника и наноэлектроника», реализуемый на кафедре физики твердого тела Петрозаводского государственного университета. Эта дисциплина также изучается в других вузах при подготовке магистров и аспирантов по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» и 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника». Для успешного освоения дисциплины «Микросистемы» студентам необходимы базовые знания по университетскому курсу общей физики твердотельной электронике и физике твердого тела. Для более глубокого изучения отдельных разделов дисциплины «Микросистемы» требуются знания по теории упругости, электрохимии, технологиям микроэлектроники, аналоговой и цифровой электронике, информатике.

Признанным российским лидером в сфере разработки микросистем и подготовки бакалавров, магистров и аспирантов по этому профилю является кафедра микро- и наноэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ» возглавляемая профессором, д. т. н. Лучининым Виктором Викторовичем. Под научным руководством ученых этого коллектива выпускается научно-технический журнал «НАНО- И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА»,

в котором публикуются научные работы по микросистемам, в том числе для обмена научно-техническим опытом и популяризации МЭМС-технологий.

На дисциплину «Микросистемы» в ПетрГУ отведено 108 часов аудиторной нагрузки, которая включает лекционные, семинарские занятия и практикумы по компьютерному моделированию. Лекционные занятия проводятся в классической форме с применением технологий активного и интерактивного обучения. Для поддержки преподавания разработаны методическое пособие для практики по компьютерному моделированию [1] и учебное пособие «Микросистемы» [2] которое состоит из 11 глав, разделенных на три части. В первой части представлен общий теоретический материал для закрепления основ твердотельной электроники. Второй блок посвящен созданию, разработке и принципам работы МЭМС устройств. Подробно рассмотрены технические вопросы. Для закрепления знаний, предусмотрен блок с задачами. Третий блок охватывает возможности компьютерного моделирования МЭМС. Описаны принципы работы в таких прикладных программах как COMSOL Multiphysics и ANSYS. В рамках практических занятий студенты выполняют задания с использованием прикладных программных продуктов и современного экспериментального оборудования. В заключение представлен предметный указатель. В списке литературы, наряду с книгами и научными статьями, отдельно представлены Интернет-ресурсы со ссылками на сайты организаций, ведущих активные исследования в сфере МЭМС, а также на презентации докладов по тематике МЭМС, которые могут быть полезными для студентов при подготовке к семинарским занятиям.

1. Логинов, Д.В. ANSYS. Моделирование МЭМС. Наложение сетки, граничные условия [Электронный ресурс] / Д.В. Логинов. - ПетрГУ : ПетрГУ, 2017. - 27с. - Режим доступа: <http://press.petrstu.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html>. isbn: 978-5-8021-3116-9
2. Гуртов В.А. , Логинов Д.В. Микросистемы: учебное пособие для студентов физико-технических специальностей университетов / В.А. Гуртов, Д.В. Логинов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозавод. Гос. Ун-т. – Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2021. – 188 с.