

им поведением и чувствами. Исключить во взаимоотношениях с детьми грубость, авторитарность, назидательность и панибратство.

Родители не всегда могут правильно организовать в своей семье трудовое воспитание ребенка. В этой связи координирующая роль отводится учреждению образования. Если подросток выбирает профессию родителей, важно обсудить с ним мотивы его выбора, понять, что им движет. Попытаться узнать, насколько профессия родителей действительно соответствует его собственным склонностям и интересам.

Психолого-педагогическое просвещение родителей, профессиональная диагностика и консультирование, посещение профильных предприятий и учебных заведений, проведение встреч с передовиками производства, изучение трудовых династий во внеаудиторной проектной деятельности учащихся их популяризация и пропаганда – вот тот необходимый комплекс мероприятий, который может стать для учащихся достаточным стимулом в выборе профессии [2].

Очевидным является тот факт, что необходимо воспитывать в подростке профессиональную компетентность, глубокое знание своего дела, умение творчески и оперативно реагировать на происходящие перемены, применять знания и умения в своей будущей профессиональной деятельности.

Список использованных источников

1. Непрерывное воспитание детей и учащейся молодежи : Концепция; Программа на 2016–2020 годы / О. Л. Жук, Н. К. Катович, А. С. Лаптенко, С. Г. Молочников, О. С. Попова, В. А. Хриптович, Л. И. Шумская ; под общ. ред. В. В. Якжика. – Минск : НИО, 2016. – 84 с.

2. Концепция развития профессиональной ориентации молодежи в Республике Беларусь : постановление Министерства труда и защиты Республики Беларусь, Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства образования Республики Беларусь, 31.03.2014 №15/27/23 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология ПРОФ'2012 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.

3. Калугин, Н. И. Профессиональная ориентация учащихся : учеб. пособие для студентов пед. институтов / Г. И. Калугин, А. Д. Сазонов, В. Д. Симоненко. – М. : Просвещение, 1983. –191 с.

СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН ПО МИКРОСЕНСОРИКЕ

Ю. А. РОДИОНОВ, Д. А. КОТОВ, В. И. ПЛЕБАНОВИЧ

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Представлен анализ ситуации в преподавании технологических дисциплин по направлению микро- и наноэлектроники, а также спроса на современном рынке труда и требований к инженерам. Выделены методологические аспекты представления материала на лекционных и лабораторных занятиях. Предложены пути совершенствования методики подготовки инженерных кадров.

Современная микросенсорика, основанная на традиционных технологических приёмах микроэлектроники (глубокое травление, ионное легирование, нанесение технологических слоёв, и др.) и более современных нано-технологий (последовательное нанесение и обработка монокристаллических слоёв, модификация свойств нанослоёв путём низкоэнергетичных обработок, и др.) включает в себя абсолютно многие аспекты науки и техники, начиная от физических (химических, биологических) законов и закономерностей; традиционных и современных технологических решений, а также заканчивая чисто экономическими требованиями. Необходимо осознавать, что устройство станет коммерческим только в том случае, если оно будет выдерживать ценовое давление рынка, для которого предназначено.

Любой недавно изобретённый сенсор становится коммерчески выгодным не только благодаря значительному повышению надёжности в процессе превращения из лабораторного прототипа в рыночный продукт, но и обязательному соответствию требованиям области применения.

Этот комплекс общих и специфических особенностей накладывает на преподавание курса «микроэлектронные сенсоры и сенсорные устройства» следующие основные требования:

- несмотря на ранее изученные физические и химические законы они должны быть тезисно изучены вновь, но уже с точки зрения чисто прикладного применения их в практике создания, измерения и преобразования неэлектрического сигнала в электрический;
- критически оценить общеизвестные законы механики с точки зрения применения их к микромеханическим системам плёночного исполнения наноразмерных диапазонов (трасдюсерам или преобразователям). Это связано с тем, что микромеханический редуктор, захват, защёлка и т. п. нанодиапазонного исполнения работают не всегда так, как работает их традиционный в классической механике аналог;
- с точки зрения кремниевой микроэлектроники мы некогда не сталкивались с профилированием слоёв ниже сотых долей микрометра и выше нескольких микрон. В микросенсорике мы имеем реальную обработку слоёв от нескольких нанометров до нескольких миллиметров. Причём такие обработки могут быть проведены одновременно даже в одном микросенсоре.

Можно расширить этот список требований, но даже эти три показывают, что микросенсорика требует особой философии и, соответственно, методов преподавания.

Чтобы от обилия информации у студента не появилась информационная перегрузка и, как следствие её, психологический срыв и не усвоение материала, первоначально даётся генеральная идея рассматриваемого объекта (преобразователя, интерфейса, и др.). Эта идея демонстрируется видеороликом показа функционирования объекта с подключением основных формул и физических закономерностей. Этот первый этап осуществляется достаточно примитивно (по аналогии с общеизвестными книжками популяризаторов науки Пёрышкина и Перельмана).

На втором этапе начинается детализация, которая становится базой возникающих у студентов вопросов. При этом важно показать отличие механизмов

электро- и массопереноса в наноструктурах в сравнении с традиционными для микроэлектроники толщинами 0,5–0,08 мкм. При этом важно так детализировать материал, чтобы там оставались некоторые недоговорённости. Это автоматически приводит к возникновению у студентов вопросов (сознательная провокация вопросов по наиболее существенным аспектам тематики).

Третий этап сводится не столько к объяснению преподавателем этих вопросов, сколько к дискуссии по принципу «давайте вместе найдём это решение». В результате такой дискуссии решение находится самими студентами. Роль преподавателя сводится к подталкиванию студентов к наиболее рациональному пути решения проблемы.

В итоге обязательно возникают не решённые во время занятий проблемы, которые выносятся студентам на самостоятельную проработку. При этом преподаватель рекомендует обратиться к соответствующей литературе, либо вебсайтам. Для ответа на большинство вопросов преподаватель имеет информационный материал в виде электронных слайдов, роликов, полнометражных роликов по технологическим процессам создания микросенсоров.

По данному курсу подготовлено более 1000 слайдов, 8 коротких роликов, 5 полнометражных роликов по техпроцессу создания сенсора: инвазивные микроэлектронные системы, сенсор слабых магнитных полей, сенсор микропотоков газа, сенсор электролитов крови, сенсор холестерина. Эта библиотека постоянно пополняется в результате работ в рамках СНО, дипломного и курсового проектирования студентов. В начале изучения курса каждый студент получает полный информационный материал в соответствии с программой курса – CD, содержащий более 1000 слайдов, перечень обязательных контрольных вопросов и перечень проблемных тем, которые могут лечь в основу будущих дипломных и курсовых работ. Такой подход к преподаванию предмета зачастую вызывает у некоторых коллег мнение, что студенты, получившие полный информационный материал, просто не будут посещать лекции и предпочтут сдавать экзамен на основании CD-диска в качестве полномасштабной шпаргалки. Наш личный опыт преподавания данной дисциплины показал, что это не так.

При создании видеороликов используются пакет трёхмерного моделирования 3D Studio MAX (3DS MAX). Этот пакет позволяет улучшить пространственное восприятие студента при разработке структуры сложных микросенсоров в объёме. Алгоритм программы состоит из двух блоков: блок моделирования микросенсора, блок анимации и визуализации. Параллельно с анимационной частью программа позволяет выводить статические кадры, характеризующие конструктивно-техно-логические особенности. В конце каждой технологической операции происходит захват статического кадра, который фиксируется в верхнем левом углу (кадр результата технологической операции). На экране происходит чередование статических и динамических кадров. Четырёхлетний опыт проведения лекций-семинаров по такой методике показал достаточно хороший эффект усвояемости материала, повышенный интерес студентов к тематике микросенсоров, выработке самостоятельного творческого начала и подхода к поставленным проблемам.