



ЭЛИТНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – НЕ РОСКОШЬ, А СПОСОБ ВЫЖИВАНИЯ



М.Королев

К сожалению, отечественная электроника существенно отстает от передового мирового уровня, прежде всего – в области технологий. Поэтому развитие данной отрасли в первую очередь зависит от ее интеллектуальной составляющей – т.е. от того, чем всегда славилась наша страна. Простые, стандартные подходы для нас заказаны – остаются только нетривиальные пути. Но развивать их должны и нетривиальные специалисты, обладающие не только определенными способностями, но и нетривиальным образованием. Такое образование называют элитным, поскольку из-за различных способностей, целеустремленности, мотивации обучаемых, доступно оно не всем.

Концепция подготовки элитных специалистов не нова и действует во всем мире. Например, из несколько сотен различных университетов и технических вузов США общеизвестны лишь Принстонский и Гарвардский университеты, Массачусетский и Калифорнийский технологические институты, еще два-три вуза – и все. В Европе картина аналогичная. Из российских вузов к элитным во всем мире относят Московский физико-технический институт (МФТИ). Почему названные учебные заведения столь широко известны? Потому что очень многими успехами в науке и технике весь мир обязан выпускникам именно этих вузов. Они дают своим студентам элитное, нестандартное образование, которое, естественно, не укладывается в обычные нормы. Вся история развития мировой науки и техники связана с элитными специалистами. Поэтому сегодня элитному образованию уделяют особое внимание во всем мире, в том числе – в нашей стране. А для России в области электроники просто нет иного выхода, кроме как избрать этот путь.

Поэтому неудивительно, что многие крупнейшие вузы России – МВТУ им. Баумана, МАИ, МИФИ, МИЭТ элитному образованию уделяют особое внимание. В частности, ректор Московского института электронной техники (МИЭТ) Ю.А. Чаплыгин отметил, что организация элитного технического образования – стратегическое направление развития этого вуза, в интересах и студентов, и преподавателей.

Анализируя мировой опыт подготовки элитных научно-инженерных кадров, можно выделить ряд критериев, которым должна удовлетворять система их подготовки. Это:

- хорошее фундаментальное образование;
- наличие специализированных центров подготовки при вузе;
- жесткий отбор студентов в специальные учебные группы;
- сильная мотивация, как у студентов, так и у преподавателей (высокие зарплаты и стипендии, перспективы и т.п.);
- целевая финансовая поддержка.

Последний критерий особенно важен, поскольку элитное образование стоит больших денег – оборудование, программное обес-

“Кадры решают все” – тезис как никогда актуальный для современной электроники. Это давно осознали многие ведущие высокотехнологические компании во всем мире. Охота за высококвалифицированными специалистами ведется активно и повсеместно. Их не хватает. От политики вербовки специалистов для работы, скажем, в США многие американские фирмы уже перешли к созданию дизайн-центров непосредственно в странах, где много высококвалифицированных кадров – в Китае, в Индии и, конечно же, в России. Их примеру последовали компании других стран.

Однако специалистами не рождаются – их надо готовить. Процесс это сложный, дорогой и долгий, но окупается он сторицей. Более того, без собственных высококвалифицированных научно-инженерных кадров никакое государство не может считать себя независимым – ни экономически, ни политически. В подготовке технического специалиста чрезвычайно много зависит от полученного им высшего технического образования. Не секрет, что в нашей стране, несмотря на немалое число специальных вузов, в области электроники ощущается острый кадровый голод. Найти хорошего инженера, действительно способного на высоком уровне и в заданные сроки решать конкретные задачи – большая проблема. О подходах к подготовке именно тех специалистов, которые нужны современной электронике, рассказывает декан факультета электроники и компьютерных технологий Московского института электронной техники, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор М.А.Королев.

печение, зарплата преподавателей, разработка новых курсов и т.д. Очевидно, что создать систему, удовлетворяющую данным критериям, непросто. Однако эта задача была успешно решена несколько лет назад на факультете электроники и компьютерных технологий (ЭКТ) МИЭТ. Как это удалось?

Прежде всего, факультет ЭКТ, до 1993 года – физико-технический факультет, создавался почти 40 лет назад по образу и подобию МФТИ – то же сочетание глубокой фундаментальной подготовки и системы так называемых базовых кафедр на ведущих предприятиях электроники. В те времена, когда эти предприятия активно работали, они во многом играли роль специализированных центров. Поэтому внедрение современной системы элитного технического образования было с методической точки зрения для факультета ЭКТ естественным и органичным.

Однако пришлось преодолеть ряд проблем. Если с фундаментальным образованием на факультете все в порядке – есть и традиции, и преподаватели, то организовать современные центры и решить связанные с ними финансовые вопросы оказалось непросто. Очевидно, что государство денег на элитное образование не выделяет. Существующая система грантов проблему не решает ни в коей мере. Конечно, кафедры факультета – а это кафедры интегральной электроники и микросистем; проектирования и конструирования интегральных микросхем; квантовой физики и нанoeлектроники; биомедицинских систем; кафедры общей физики и высшей математики – проводят активную научно-исследовательскую работу. Но потенциала самих кафедр, их технического оснащения явно недостаточно для организации дополнительного образовательного процесса в рамках по крайней мере одной учебной группы.

Поэтому на ЭКТ сделали ставку на стратегическую заинтересованность ряда крупных зарубежных фирм в российском рынке для своих продуктов, прежде всего – программных средств и технологий. Ведь чтобы продвинуть на российский рынок высокотехнологичный продукт, нужно готовить отечественных специалистов, владеющих данным продуктом. Данный путь избрали такие крупнейшие фирмы, как Cadence, Synopsys, Motorola и ряд других. В качестве партнера они остановились на МИЭТ как на наиболее подходящем вузе. В итоге на факультете ЭКТ были организованы пять международных учебных центров, где по заказным программам готовят специалистов, способных работать с новейшими продуктами этих фирм.

Одним из первых стал **учебный центр компании Motorola**. Он был организован в 1997 году в рамках программы усиленной подготовки одаренных студентов России, проводимой сектором полупроводниковых изделий Motorola. В центре отобранные по конкурсу студенты старших курсов (магистратура) проходят специальное обучение в области автоматизации проектирования интегральных схем. Им читаются дополнительные курсы, проводятся лабораторные работы. Практику эти студенты проходят в московских и зеленградских научно-исследовательских лабораториях фирмы Motorola, где они готовят свои магистерские диссертации, а затем, как правило, и работают.

Учебный центр проектирования СБИС компании Unique IC's (Малазия) организован за счет благотворительных фондов этой фирмы с целью выявления и усиленной подготовки достойных студентов МИЭТ. Студенты пятого курса, отобранные по конкурсу, проходят практику в лабораториях российских филиалов фирмы, расположенных в Зеленограде. Там они участвуют в разработках IP-блоков и законченных устройств различного функционального назначения, таких как матричные и линейные КМОП- и ПЗС-фотоприемники с встроенными схемами обработки сигнала, высокоточные и быстродействующие АЦП и ЦАП, микроконтроллеры и микропроцессоры, схемы приема и обработки радиочастотного сигнала, схемы управления источниками питания. Студентам читают специальные курсы лекций, проводят лабораторные работы в компьютерном классе МИЭТ, техническое оснащение и программное обеспечение

для которого предоставила фирма Unique IC's. После окончания обучения практически все эти студенты принимаются на работу в зеленградские дизайн-центры фирмы Unique IC's.

Учебный центр приборно-технологического моделирования швейцарской фирмы ISE AG – признанного лидера в данной области – обучает студентов работе с пакетом ISE TCAD физико-технологического моделирования структуры, электрических параметров и технологических процессов изготовления основных элементов СБИС. ISE TCAD позволяет моделировать все основные процессы твердотельной микроэлектроники, объединять их в маршруты, создавать разнообразные приборные структуры и анализировать их электрические и схемотехнические характеристики. Фирма поставила необходимое программное обеспечение и оказала помощь в организации учебного процесса в специализированном компьютерном классе. Занятия проходят в течение двух семестров четвертого курса и являются частью учебного плана. Студенты, изучившие пакет ISE TCAD, применяют свои знания на пятом курсе при оптимизации технологических процессов и маршрутов изготовления СБИС и при проектировании микросхем.

Примечательно, что практически одновременно открыли в МИЭТ свои учебные центры две крупнейшие в мире компании-разработчики средств автоматизированного проектирования (САПР) СБИС – фирмы Cadence и Synopsys.

Образовательный центр Synopsys обучает студентов работать с продуктами этой компании. Фирма Synopsys поставила необходимую технику, программное обеспечение и оказала помощь в организации учебного процесса в специализированном компьютерном классе. Образовательный процесс проводится факультативно в течение двух семестров четвертого курса для группы студентов, отобранных по конкурсу.

Еще дальше пошла компания Cadence, организовавшая **Институт проектирования приборов и систем Cadence-МИЭТ**. Центр был открыт в феврале 2002 года в рамках соглашения между МИЭТ и фирмами Cadence и Mirantis (США). Следует отметить, что Cadence поставила задачу не только обеспечить подготовку специалистов, но и создать комплексную образовательную систему, соответствующую мировому уровню. Для обеспечения учебного процесса компания предоставила двадцать рабочих станций Sun ULTRA-10, мощный сервер Sun ULTRA-60, полную версию своего программного обеспечения для замкнутого цикла проектирования СБИС с топологическими нормами 0,13 мкм. Специалисты Cadence регулярно проводят специализированные тренинги для преподавателей. В группу магистров, которую готовит центр, можно попасть только после жесткого тестирования на конкурсной основе. Выпускники центра кроме государственного диплома магистра получают международный сертификат Cadence.

Но не только зарубежные компании открывают в МИЭТ свои образовательные центры. По этому пути идут и наиболее передовые высокотехнологические российские фирмы. Так, российская компания НТ-МДТ – известный во всем мире разработчик и производитель зондовых и туннельных микроскопов – для подготовки специалистов по направлению "нанотехнология в электронике" в 1999 году открыла в МИЭТ **учебно-научный центр "Зондовая микроскопия и нанотехнология"**, оснастив его своим оборудованием. В нем проводятся индивидуальные лабораторные работы на сканирующих туннельных микроскопах; стажировки аспирантов; научные исследования по зондовой микроскопии, зондовой нанотехнологии, по разработке и созданию квантовопроводных элементов нанoeлектроники; работы по созданию планарных нанотранзисторов на основе квантовых проводов. Среди основных достижений центра –



формирование в диэлектрической матрице квазиодномерных микроконтактов между зондом и подложкой, проявляющих квантовые свойства при комнатных температурах; создание макетов дискретных элементов наноэлектроники на базе квазиодномерных нанопроводов на основе Ti-, Ta-, W- и Nb-пленок; получение атомного разрешения однослойных углеродных нанотрубок, их связей и ветвлений, а также создание на их основе макета транзистора.

Помимо перечисленных учебных центров на факультете ЭКТ действуют учебно-научные центры и лаборатории факультетских кафедр, которые проводят исследования в наиболее современных и перспективных направлениях электроники, что также позволяет студентам получать элитное техническое образование.

В частности, кафедра биомедицинских систем работает в тесном сотрудничестве с институтами российской Академии медицинских наук (ВНИИ медицинского приборостроения, Институт медико-биологических проблем), с российскими фирмами, разрабатывающими и производящими новейшее медицинское оборудование (БИОСС, МКС) и т.д. На этой кафедре в 2002 г. был организован **учебно-научный центр "Компьютерная диагностика и визуализация"**. Его основные направления исследований – новые программные и технические средства медицинских информационных технологий; разработка методов, алгоритмов и программ визуализации, распознавания и анализа изображений, в том числе компьютерное моделирование задач томографического типа и развитие методов нейронно-сетевой обработки биомедицинских сигналов и изображений.

В 1988 году на основе научной группы кафедры общей физики была создана **лаборатория электронной микроскопии**, оснащенная уникальным для того времени оборудованием – просвечивающим (СМ30) и растровым (SEM-515) электронными микроскопами компании Phillips. Сегодня в этой лаборатории студенты кафедры физики и наноэлектроники готовят свои бакалаврские и магистерские работы.

В 1989 году для исследований в области высокотемпературной сверхпроводимости была основана **лаборатория сверхпроводниковой электроники**. Среди основных ее достижений – разработка процессов изготовления сверхпроводниковых материалов и структур (системы Y-Ba-Cu-O, Sr-Ca-Cu-O; тонкопленочные структуры $YBa_2Cu_3O_x/ZrO_2(Y)/Al_2O_3$, $YBa_2Cu_3O_x/SrTiO_3$, $Bi_{1,7}Pb_{0,4}Sr_2Ca_2Cu_3O_x/MgO$ и $Bi_{1,7}Pb_{0,4}Sr_2Ca_2Cu_3O_x/SrTiO_3$), разработка и изготовление экспериментальных образцов микрополосковых СВЧ-резонаторов (добротность 2000 на частоте 12 ГГц) и болометра (чувствительность 15 В/Вт, плотность шумов 5 нВ/Гц). Создан анализатор слабых магнитных полей (разрешение 10^{-8} Тл, диапазон частот – 0–100 МГц). Изготовленные в лаборатории тонкопленочные структуры Y- и Bi-систем прошли успешные испытания в ходе совместного российско-американского космического эксперимента MIDAS в центре НАСА и на борту МКС "Мир". К научным исследованиям, проводимым в этой лаборатории, привлекаются и студенты.

Таким образом, опыт работы факультета ЭКТ МИЭТ показывает, что учебные центры, созданные при технической помощи зарубежных и отечественных фирм, позволяют организовать в вузе элитный образовательный процесс, удовлетворяющий требованиям по подготовке кадров для самых современных областей науки и техники. А заинтересованность зарубежных фирм в подготовке высококвалифицированных специалистов для работы в России подтверждает хотя бы тот факт, что в торжествах, как по поводу открытия, так и в связи с первым выпуском студентов Института проектирования приборов и систем Cadence-МИЭТ участвовали первые лица компании Cadence (так же, как и ряд руководителей отечественных пред-

приятий электроники, представительств зарубежных фирм, государственных органов). Показательно, что практически все выпускники факультета ЭКТ, получившие элитное техническое образование, устроились на высокооплачиваемую работу по специальности в престижных фирмах, причем в последние годы – в России. ○

Новые модули вторичных источников электропитания

Конвертеры DC/DC с высоковольтной развязкой.

Новая серия конвертеров DC/DC на 150 Вт фирмы Beta Dyne работает от входного напряжения 12, 24 или 48 В и обеспечивает на выходе стабилизированное напряжение 48 В при 3 А или 75 В при 2 А с регулированием в пределах $\pm 5\%$. Возможны заказные комбинации входного и выходного напряжений. Модули могут также применяться, когда требуется двухполярное напряжение ± 24 или $\pm 37,5$ В. Конвертеры характеризуются КПД 90%, развязкой между входом и выходом в 2 кВ постоянного тока, защитой входа и выхода от перенапряжения, мягким стартом, частотой переключения 300 кГц, теплозащитой и экранированием со всех сторон. Медный корпус с черным покрытием имеет габариты 65x76x19 мм, масса модуля 223 г. Начальная цена модуля 149 долл., время поставки – от четырех до шести недель.

Миниатюрные конвертеры DC/DC.

Новые конвертеры фирмы Astrodyne удовлетворяют требованиям входных устройств на уровне печатной платы таких систем, как системы сбора данных, коммуникации и промышленные системы. Конверторные модули в DIP-корпусах обеспечивают мощность питания 3; 5 и 8 Вт при входном напряжении от 9 до 75 В. Серия состоит из 55 моделей, и все они обеспечивают от 3,3 до 24 В постоянного тока.

Все модели содержат защиту от к.з. и входной фильтр, устраняющий необходимость во внешних дополнительных компонентах. Конвертор имеет развязку между входом и выходом 1600 В постоянного тока. Работает при температуре окружающей среды от -20 до 60°C без принудительного охлаждения или снижения номинальной выходной мощности. Начальная цена 13 долларов.

DC/DC-конвертеры для космических применений.

Новые конвертеры АСТ8631, 8632, 8633 и 8634 фирмы Aeroflex разработаны для использования в аэрокосмических, авиационных и наземных системах широкого назначения. Они рассчитаны на ряд значений выходного напряжения и уровень радиации вплоть до 300 крад. Каждый компонент заключен в прочный герметичный корпус размерами 6,8x4,5x1,2 см, способный выдерживать большую часть жестких условий окружающей среды. Серия новых модулей питания в дальнейшем будет поверхностно монтироваться. Прошедшие контроль образцы пригодны для блоков, предназначенных для полета в космос в четвертом квартале. Цена конвертора 12,5 тыс. долл. за партию из 10 шт.

www.eepn.com/