

УДК: 378.621.38

Е.Н. Соболева, А.Д. Плутенко, Ю.А. Шурыгин, Н.Д. Малютин

Система подготовки и переподготовки специалистов для научноемких производств в области наноэлектроники: анализ потребностей, концептуальные положения, ресурсы

Рассмотрены особенности построения системы подготовки и переподготовки специалистов для обеспечения подготовки кадров для научноемких предприятий на примере наноэлектроники.

Ключевые слова: переподготовка специалистов, научноемкие предприятия, наноэлектроника.

В настоящее время Российская Федерация стремится сократить отставание в секторе высокотехнологичных научноемких отраслей экономики, в частности, в электронной промышленности путем формирования и выполнения программ развития большинства составляющих ее звеньев. Однако за предшествующие примерно 15 лет переход от оборонной направленности НИИ и предприятий, обладавших современными технологиями, к производству гражданской продукции привел к развалу большого числа отраслевых НИИ и производств. Это связано с неудачей быстрой конверсии, с потерей эффективности предприятий при разрыве производственных цепочек. В немалой степени на развитии негативных тенденций оказались также традиции высшего образования, ориентированного на подготовку специалистов с последующей адаптацией в течение трех лет непосредственно на рабочих местах по распределению.

Переход к рыночной экономике неизбежно привел к необходимости подготовки инновационно активных специалистов, способных организовать новое производство. Так, в 90-е гг. наиболее активные выпускники вузов, получившие производственный опыт, основали собственные предприятия, стремясь занять свободные ниши рынка. В г. Томске в этот период наиболее удачным оказалось развитие научноемкого производства. Выпускниками ТУСУРа были образованы малые предприятия радиотехнической и электронной направленности: ООО «Научно-производственная фирма «Микран» (НПФ «Микран»), ООО «Электронные системы» (Элеси), НПП Томская электронная компания (ТЭК) и др., составившие в процессе развития до 80% инновационных компаний Томской области [1].

На рубеже 2000 г. в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) была разработана Программа развития университета. В Программе предусматривалось образование инновационного пояса окружения вуза сетью научноемких предприятий и организаций. Впоследствии университет и его окружение составили учебно-научный инновационный комплекс (УНИК). Сейчас УНИК ТУСУРа насчитывает 125 предприятий малого и среднего бизнеса [2]. Основные цели УНИК ТУСУРа – создание и поддержка системы отношений между научноемкими предприятиями и университетом, основанной на партнерстве:

- в учебном процессе, дополнительном образовании и переподготовке кадров;
- в научной и проектной деятельности при создании инновационной продукции;
- в реализации инфраструктурных проектов развития и оснащения и модернизации материально-технической базы для проведения современных исследований и подготовки кадров.

После прохождения периода медленного развития в 90-е годы руководством ТУСУРа была поставлена цель создания лабораторий и научных подразделений, оснащенных современным технологическим и измерительным оборудованием и отвечающих запросам предприятий научноемкого бизнеса по подготовке квалифицированных кадров. Стратегически выверенные решения этого периода – развитие дистанционного образования и наращивание объемов НИОКР – позволили увеличить наполнение бюджета ТУСУРа и осуществить инфраструктурные преобразования. Наиболее важные шаги этого направления:

- создание и развитие Томского межвузовского центра дистанционного образования [3];
- создание дополнительно к существующему НИИ АЭМ еще 4 НИИ Радиотехнических систем (НИИ РТС), НИИ Электронных систем (НИИ ЭС), НИИ Электронного технологического оборудования и средств связи (НИИ ЭТОСС), НИИ Систем электрической связи (НИИ СЭС);
- открытие первого в России Студенческого бизнес-инкубатора (СБИ) на 200 рабочих мест.

Особенность созданной инфраструктуры – ее сетевой характер и опора на сотрудничество с предприятиями и вузами, что позволяет развиваться быстрее, привлекая компетенции и ресурсы партнеров.

Анализ потребностей научоемких производств

Особенность научоемких отраслей экономики, в частности таких, как радиоэлектроника, микроэлектроника и наноэлектроника – сильная их зависимость от состояния кооперации при производстве электронной компонентной базы. Необходимо комплексное решение проблемы пропорционального развития радиоэлектроники с активным участием университетов: от создания сырьевой базы, проведения фундаментальных исследований – до проектирования и производства радиотехнических и электронных систем и гражданского, и специального назначения. Решая единую задачу, ТУСУР и предприятия-партнеры в новых условиях перехода к экономике знаний в рыночной среде на основе анализа результативности создаваемой системы отношений в подготовке кадров искали и находили оптимальные решения.

В качестве примера приведем анализ потребностей компаний УНИК и других традиционных партнеров и заказчиков ТУСУРа, реализующих проекты в области промышленного производства конкурентоспособных наногетероструктурных монолитных интегральных схем СВЧ-диапазона и дискретных полупроводниковых приборов. Исследования на основе экспертных оценок сотрудниками предприятий ЗАО «НПФ «Микран», ООО «Субмикронные технологии», ОАО «НИИПП», ООО «Элликс», ООО «ТУСУР-Электроника», показали, что выпускники университета не обладают необходимыми компетенциями по окончании обучения по специальности и тем более будучи бакалаврами. Магистратура приближает обучающегося к реальным потребностям в формировании компетенций, но не в полной мере.

В результате проведенного анкетирования выявлено следующее:

1. Суммарный банк компетенций в области проектирования и производства монолитных интегральных схем (МИС) СВЧ-диапазона содержит 26 позиций. Обеспечение формирования такого большого объема знаний, навыков и умений очевидным образом приводит к большому разрыву между вузовской подготовкой и реальными потребностями компаний, а также к «перегреву» образовательных программ переподготовки.

2. Состав потенциальных слушателей с высшим образованием, претендующих на участие в переподготовке, делится на две основных категории: 1) работающие технологии и проектировщики, занятые определенными операциями и видами разрабатываемых МИС; 2) аспиранты и магистранты, еще не закрепившиеся на определенном виде деятельности.

3. Потребности компаний в специалистах разрабатываемой области знаний и инженерии дифференцированы по следующим направлениям:

- а) технология МИС СВЧ;
- б) конструирование МИС СВЧ;
- в) проектирование МИС СВЧ;
- г) технологическое оборудование производства МИС СВЧ.

4. При определении достаточности исходного уровня знаний слушателей опрос показал, что руководство компаний и технические специалисты рекомендуют обратиться к основам физики полупроводников, физико-химических процессов в технологии на уровне обзорных лекций. Это обусловлено междисциплинарным характером наногетероструктурной электроники.

5. Согласно разработанной концепции были выделены блоки основных модулей программы переподготовки. Состав модулей блоков не совпал с исходной заявленной концепцией разработчиков программы переподготовки примерно на 20%. В основном указано на недостаточность подготовки по блоку «Проектирование и моделирование СВЧ МИС и технологических процессов их производства». Проведенные четыре семинара представителей университетов и технических специалистов компаний позволили сформулировать дополнительные требования к курсам в трех блоках.

6. Каждое из анкетируемых предприятий отмечает свои предпочтения в переподготовке, связанные со спецификой деятельности, что естественно и может быть реализовано через индивидуализацию учебного процесса.

Концепция программ переподготовки

Приведенные результаты анализа были использованы в разработке концепции Программы переподготовки, проект «Разработка образовательной программы переподготовки и УМК, ориентированных на потребности проектных компаний ГК «Роснанотех», реализующих инвестиционные проекты в области промышленного производства конкурентоспособных наногетероструктурных

монолитных интегральных схем СВЧ диапазона и дискретных полупроводниковых приборов». Дан- ный проект реализован как сетевой при участии Национальных исследовательских университетов ТГУ, МИЭТ (ТУ), НГУ, а также ряда зарубежных компаний и организаций: XLIM CISI Lemoges (Франция), Strategic Technologies Practice (Англия), Bell Labs, Alcatel- Lucent, Dublin (Ирландия), Kember Associates (Англия), OMMIC (Франция), Universita degli Studi di Roma (Италия), Univ. L'Aquila (Италия).

При разработке и реализации системы подготовки и переподготовки кадров для высокотехноло- гичных отраслей на примере наноэлектроники ставятся следующие цели [4–6]:

- Создание научно-образовательной среды нового типа, обеспечивающей ориентированную подготовку творческих активных специалистов, обладающих базовыми и специальными компетен- циями в исследовании, разработке, внедрении и использовании современных наногетероструктур- ных технологий СВЧ-электроники в производстве;
- Дальнейшее развитие кадровой и научной школы по наногетероструктурной СВЧ-электро- нике в рамках Сибирского центра компетенций по твердотельной СВЧ-электронике.

Основные концептуальные положения:

1. Подготовка и переподготовка кадров применительно к реализуемому проекту – это решение задачи формирования у обучаемых нового инновационного мировоззрения, новой технологической культуры и творческого подхода, основывающихся на получении и освоении новых технических знаний, формировании умений и навыков.

2. Частичный отказ от классической схемы «академического» образования, максимальная ори- ентирация на задачи проектных компаний, реализующих инвестиционные проекты в области про- изводства конкурентоспособной продукции наноэлектроники на основе наногетероструктурных монолитных интегральных схем СВЧ-диапазона, целевая подготовка необходимых кадров для со- временного производства наногетероструктур и СВЧ монолитных интегральных схем на их основе.

3. Обеспечение междисциплинарного характера образования специалистов в различных об- ластях фундаментальной и прикладной науки и техники, вовлечение в образовательный процесс представителей различных областей знаний из научной, образовательной, производственной и биз-нес-среды.

4. Гибкость образовательных программ для подготовки специалистов различных профилей, что достигается построением индивидуальных образовательных траекторий.

5. Обучение с применением современных «активных» форм обучения, сетевых технологий, стимулирующих интерес обучающихся к достижению измеримых результатов.

6. Эффективное использование имеющихся образовательных, кадровых и материальных ре- сурсов; привлечение наиболее квалифицированных профессоров и специалистов как в регионе, так и ведущих вузах страны; сетевой принцип образования, позволяющий использовать ресурсы раз-личных предприятий и организаций для повышения возможностей и сокращения затрат на уни- кальное оборудование.

7. Применение лучшего международного опыта для обеспечения качества и высоких темпов подготовки специалистов, приглашение известных представителей ведущих зарубежных школ и пред-приятий, в том числе из числа соотечественников. Организация краткосрочного обучения и стажировок специалистов в ведущих университетах и на современных предприятиях за рубежом.

8. Выполнение квалификационных выпускных работ повышенной сложности, как правило, с внедрением получаемых результатов исследований, проектирования, макетирования в процесс соз-дания инновационной продукции (стадии НИР, ОКР или ОТР). Предпочтительная технология вы-полнения – групповое проектирование, предполагающее взаимодействие внутри группы и группы со смежниками.

Роль инновационной образовательной программы

Подготовка кадров, осуществляемая в университетах Министерства образования и науки в рам-ках государственных образовательных стандартов, реагирует на изменения запросов промышленно-сти через открытие новых специальностей или направлений в течение достаточно длительного вре-мени. Поэтому технологии, сближающие возможности вузов и научноемких производств, всегда актуальны и востребованы. В ТУСУРе начиная с 2000 г. разработан ряд новшеств в образовательной дея-тельности, позволяющих учитывать и удовлетворять запросы рынка труда со стороны быстро раз-вивающихся научноемких производств. Самым динамичным и продуктивным оказался период разработки и выполнения в 2006–2007 гг. инновационной образовательной программы (ИОП) «Раз-

работка и внедрение в практику системы подготовки специалистов, обеспечивающей генерацию новой массовой волны предпринимателей научноемкого бизнеса», реализуемой в рамках национального проекта «Образование».

Цель программы – активизация инновационной деятельности выпускников ТУСУРа в экономике России за счет генерации новой волны предпринимателей научноемкого бизнеса, а также за счет подготовки специалистов, способных инициировать и реализовать инновационный проект на любом действующем предприятии. Достижение поставленной цели было обеспечено выполнением ряда мероприятий. Отметим те из них, которые позволили создать систему подготовки кадров в соответствии с вызовами времени.

1. Разработка и внедрение технологии группового проектного обучения (ГПО) на всех выпускающих кафедрах и в научных подразделениях университета, методическое и материально-техническое оснащение 30 лабораторий ГПО современным оборудованием.

2. Развитие инфраструктуры научных исследований путем создания НИИ, ЦКП, НОЦ, являющихся базой для проведения НИОКР и привлечения к этому процессу преподавателей, аспирантов и студентов, а также сотрудников научного сектора.

3. Обеспечение опережения уровня оснащенности технологическим, измерительным и аналитическим оборудованием подразделений ТУСУРа по сравнению с оснащенностью предприятий – партнеров УНИК по приоритетным направлениям развития, что повысило интерес заказчиков НИОКР к разработкам ученых университета.

4. Важным результатом реализации ИОП ТУСУРа является создание системы сетевых распределенных учебно-научных лабораторий и центров коллективного пользования как неотъемлемой части ресурсного обеспечения ИОП. При определении целей развития материальной базы лабораторий использовался комплексный подход к решению данной задачи.

Во-первых, созданы лаборатории разных уровней оснащения. Первый уровень представляет лаборатории группового проектного обучения. Эти лаборатории служат для вовлечения студентов в проектную деятельность со 2–3-го курсов обучения. Такие лаборатории имеют статус кафедральных подразделений. Они в большей степени являются учебными, но в силу их хорошей оснащенности вычислительной техникой, технологическим и измерительным оборудованием вполне отвечают требованиям проведения НИР. Лаборатория ГПО – это своеобразная копия особой экономической зоны для студентов, работающих в смешанных коллективах (командах). В такие команды также входят аспиранты, преподаватели и научные сотрудники. Здесь воплощается в жизнь сама идея ИОП ТУСУРа – выращивать инновационно активных специалистов.

Второй уровень лабораторий – учебно-научные лаборатории (УНЛ) с определенной специализацией по направлениям кафедр. Их уровень оснащенности определяется как профессиональный для решения сложных задач НИОКР. Пример: лаборатория электромагнитной совместимости, размещенная в специализированной комнате и оснащенная средствами электромагнитных измерений, частотного анализа, степени экранирования и т.п. УНЛ имеют статус кафедральных и межкафедральных подразделений.

Третий уровень – технологические лаборатории, которые имеют статус межкафедральных или межфакультетских лабораторий. Их основное назначение – обеспечение технологических запросов всех участников процесса обучения и исследования.

Четвертый уровень – центры коллективного пользования, сосредоточивающие на базе одного или нескольких подразделений уникальные приборы для проведения НИОКР.

Во-вторых, определена и реализована основная идея создания системы сетевых распределенных учебно-научных лабораторий и центров коллективного пользования, базирующаяся на стремлении обеспечить следующие цели:

1) достигнуть максимально высокой степени готовности обучающихся к выполнению инновационных разработок на основе современных научных и инженерных решений в области информационных технологий, электроники и приборостроения;

2) создать учебно-научные лаборатории нового типа, обеспечивающие обучение студентов, магистрантов и аспирантов на основе накопления базы знаний общего доступа и персонализированного типа в процессе выполнения разрабатываемых проектов и их реализации на имеющейся и вновь создаваемой технологической базе.

Обеспечен доступ студентов, аспирантов, магистрантов к хорошо организованным структурным элементам системы сетевых лабораторий:

- хранилища баз знаний теоретического характера на основе базовых электронных учебников, дополнительной литературы и научных публикаций;
- хранилища программных продуктов, позволяющих исследовать, моделировать и проектировать устройства, системы и другие объекты;
- базе системотехнических, схемотехнических, конструкторских и технологических решений – прототипов разработок;
- хранилища персонифицированных баз собственных разработок, являющихся интеллектуальной собственностью участников (авторов) проекта;
- распределенной системе обеспечения средств измерения и проведения испытаний объектов проектирования.

Значительные усилия были направлены на создание баз готовых решений, прототипов будущих разработок, а также на активизацию обучающихся по строительству персонифицированных баз собственных научных и инженерных находок, являющихся интеллектуальной собственностью участников (авторов) проектов. Организация и функционирование групп проектного обучения в лабораториях, как показал опрос, формируют у студентов мотивацию к обучению и самостоятельному творческому поиску – залогу их успеха, благосостояния и жизненной устроенности.

Столь обстоятельное внимание к развитию инфраструктуры образовательного и научного процессов, материально-техническому оснащению подразделений ТУСУРа в рамках выполнения ИОП позволило заложить фундамент обновленной системы подготовки кадров для высокотехнологичного бизнеса. Тем не менее эта система остается все еще достаточно инерционной, так как цикл обучения превышает по времени цикл обновления технологий в промышленности. Поэтому одновременно с модернизацией базовых образовательных траекторий ТУСУР стал развивать систему переподготовки кадров и получения второго образования на основе полученного высшего образования.

Роль ГК «Роснанотех» (РОСНАНО), как интегратора системы переподготовки кадров

Эволюция системы подготовки кадров для наукоемких предприятий в период начала реализации Президентской инициативы «Стратегия развитияnanoиндустрии» (2007 г.), федеральных целевых программ «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии», «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» и др. шла слишком медленно в силу специфики основных образовательных программ системы высшего профессионального образования. Уже в 2007 г. темпы модернизации экономики явно превышали возможности кадрового обеспечения новых проектов. Возникла проблема синхронизации наиболее важных составляющих процесса развития – исследований и наукоемких производств. Необходимость формирования новых подходов в образовательном процессе стала очевидной в становлении направлений в области нанотехнологий.

В 2009 г. ГК «Роснанотех» была разработана Концепция образовательной деятельности, утвержденная 04.08.09 г. за № 20. В этом документе предусматривалось создание национальной нанотехнологической сети (далее – ННС), формируемой в соответствии с Президентской инициативой «Стратегия развития nanoиндустрии» (поручение Президента Российской Федерации №Пр-688 от 24.04.2007 г.). В качестве одного из факторов, обеспечивающих развитие нанотехнологий в Российской Федерации, предполагалось значительное увеличение кадрового обеспечения организаций и предприятий, работающих по каждому из тематических направлений ННС. Квалификация кадров должна определять и уровень проводимых исследований в этой междисциплинарной области, и качество производственных решений в области nanoиндустрии.

В Концепции определены цели и основные задачи образовательной деятельности ГК «Роснанотех» (Корпорации):

Цели: Деятельность Корпорации в сфере образования нацелена на создание кадрового потенциала nanoиндустрии через поддержку программ опережающей переподготовки кадров, в первую очередь, для сотрудников проектных компаний, получивших поддержку Корпорации, и формализацию профессиональных требований nanoиндустрии к системе профессионального образования.

Для достижения поставленной цели должны быть решены три взаимосвязанные задачи [7]:

1. Создание комплекса образовательных программ дополнительного образования для nanoиндустрии, в первую очередь, для сотрудников компаний, получивших поддержку Корпорации (далее –

проектные компании), в целях своевременного обеспечения инвестиционных проектов Корпорации необходимыми кадрами.

2. Содействие формированию рынка квалифицированных специалистов для наноиндустрии по-средством разработки профессиональных стандартов и сертификации образовательных программ.

3. Поддержка образовательных проектов, способствующих решению первых двух задач и связанных с развитием образовательного контента и современных образовательных технологий.

Были сформулированы **основные принципы образовательной деятельности Корпорации:**

1. Нанотехнологии являются междисциплинарной областью фундаментальной и прикладной науки и техники. В связи с этим формирование кадрового заказа в интересах нанотехнологического направления является сложной многоаспектной задачей, основанной на потребности в профилированной подготовке специалистов в области физики, химии, биологии, медицины, материаловедения, высокопроизводительных вычислений, коммерциализации разработок и предпринимательства в высокотехнологичной сфере с учетом необходимости междисциплинарного подхода.

2. В реализацию образовательной деятельности Корпорации необходимо вовлекать представителей различных областей знаний и профессиональных сообществ, поддерживая институциональное и экспертное взаимодействие научной, образовательной и бизнес-среды в процессах формирования и актуализации образовательного контента.

3. Опираясь на опыт федеральных целевых программ и приоритетного национального проекта «Образование», следует использовать конкурсный механизм отбора образовательных проектов и программ, финансируемых Корпорацией.

4. Для обеспечения высоких темпов создания системы опережающей подготовки и переподготовки кадров для наноиндустрии должен активно использоваться международный кадровый потенциал и адаптироваться лучший международный опыт.

5. Общие принципы деятельности Корпорации – соблюдение государственных интересов, публичность и открытость, компетентность и независимость – в полной мере распространяются и на ее образовательную деятельность.

Приведем один из примеров деятельности ГК «Роснанотех» по разработке и реализации образовательного проекта в области наноэлектроники СВЧ в роли заказчика и интегратора, создающего необходимые условия для успешного выполнения программ переподготовки.

Инициатором проекта явилась ГК «Роснанотех». Проект генерировался на основе анализа состояния подготовки кадров в области наногетероструктурной электроники СВЧ. К началу проекта на территории Томской области не было выпуска прямых специалистов в указанной области, но состоялась подготовка по базовому направлению «Микроэлектроника» в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники и «Полупроводники» в Томском государственном университете. В то же время накоплен опыт работы в ООО «НПФ «Микран», ООО «Субмикронные технологии» по проектированию и изготовлению монолитных интегральных схем СВЧ на гетероструктурах на основе GaAs. Отсюда был сделан вывод о необходимости опережающей переподготовки группы слушателей из числа сотрудников проектной компании.

1. Исходные требования к решаемым задачам в рамках проекта.

Выполнение проекта осуществляется в системе опережающего обучения в новых условиях формирования наноиндустрии. Решаются задачи профессиональной переподготовки на двух уровнях: **первый** – обеспечивающий кадровые потребности инвестиционных проектов, поддерживаемых ГК «Роснанотех», с целью снижения дефицита квалифицированных специалистов в проектных компаниях Корпорации и повышения уровня реализуемости этих проектов; **второй** – направленный на создание и развитие кадрового потенциала наноиндустрии Российской Федерации и обеспечивающий кадровые потребности новых, не развитых ранее рынков труда.

2. Общие требования к разрабатываемой программе и технологиям апробации:

- прямое участие предприятия-заказчика в разработке, реализации и мониторинге программы;
- структура и содержание программы связаны с особенностями промышленной технологии, используемой компанией, и формируют компетенции, необходимые для всех этапов технологического процесса;
- обязательное партнерство вуза – исполнителя программы с ведущими российскими и зарубежными университетами и компаниями;

• модульный принцип построения программы, что позволяет в рамках одной программы, используя все доступные ресурсы других вузов, научных и производственных организаций, готовить сотрудников проектных компаний, выполняющих различные функции;

• использование современного оборудования: учебного и технологического (производственного).

3. Требования к программе.

Работа, учитывая ее новизну и практическое отсутствие учебно-методических материалов по проектированию и описанию технологий в той степени подробности, которая необходима для практических специалистов, разбита на этапы:

1) Разработка образовательной программы профессиональной переподготовки, ориентированной на инвестиционные проекты ГК «Роснанотех», реализуемых в Томской области, в области производства конкурентоспособной продукции наноэлектроники на основе наногетероструктурных монолитных интегральных схем СВЧ-диапазона и дискретных полупроводниковых приборов.

2) Проведение апробации разработанной образовательной программы профессиональной переподготовки путем организации и проведения обучения пилотной группы обучающихся слушателей.

3) Доработка по итогам пилотного обучения образовательной программы профессиональной переподготовки и УМК для размещения в электронном реестре образовательных программ ГК «Роснанотех».

Особое внимание уделено формированию у слушателей компетенций инженера в области технологий наногетероструктурных монолитных интегральных схем СВЧ-диапазона и дискретных полупроводниковых приборов (знания, умения, навыки). Сформулирован перечень компетенций в области фундаментальных знаний по физике и исследованию наногетероструктурных материалов и функциональных элементов на их основе, умениям и навыкам работы с технологическим оборудованием, измерительной техникой и в проектировании МИС СВЧ.

Перечисленные требования к программе совершенно нетрадиционны для высшей школы, т.к. весь процесс от разработки до апробации был рассчитан по времени на один год. Очевидно, что реализация была возможна только по сетевой технологии исполнения проекта с приглашением ведущих специалистов и России, и промышленно развитых стран.

В конкурсе на право выполнения проекта содержалось условие описания материально-технической базы, необходимой для выполнения апробации программы обучения в части прохождения практик. В данном случае наличие полноценного научно-образовательного центра «Нанотехнологии» в университете-исполнителе и соответствующего производства в компании-заказчике являлось решающим.

В процессе выполнения проекта осуществлялся мониторинг с анализом хода выполнения проекта и его результатов в следующих формах:

- 1) Отзыв специалистов проектной компании.
- 2) Визит куратора от РОСНАНО для промежуточной оценки результатов.
- 3) Визит независимых экспертов.
- 4) Экспертиза проекта по размещаемым материалам на электронной площадке.

В результате выполнения проекта разработаны программа переподготовки, учебно-методические материалы, проведена апробация разработанной образовательной программы профессиональной переподготовки путем организации и проведения обучения пилотной группы обучающихся из 15 сотрудников компании, проведена доработка программы по результатам апробации. Ставилась цель, во-первых, дать слушателям возможность восполнить знания, развивающие компетенции инженера нанотехнологий наногетероструктурных монолитных интегральных схем и дискретных полупроводниковых приборов СВЧ-диапазона, во-вторых, пополнить умения и навыки в рамках формируемых специальных компетенций.

Технологии и ресурсы реализации переподготовки

Применены следующие технологии обучения исходя из компетентностного подхода к переподготовке слушателей, имеющих профильное высшее образование:

– лекции, подготовленные в виде презентаций и в текстовом виде, которые раздавались слушателям накануне или после окончания очередного занятия. Лекции читались с применением электронных средств, в том числе по Web-технологии;

– лабораторные работы, выполнявшиеся на промышленном и учебном оборудовании компаний и университетов, привлеченных к реализации программы переподготовки (ТУСУР, НИУ ТГУ и НИУ МИЭТ (ТУ));

- практические занятия с применением современных и необходимых слушателям систем автоматизации проектирования (прежде всего – TCAD), средств моделирования при участии сотрудников компаний, большая часть практики проведена закрепленными руководителями от компаний;
- семинарские занятия с активным участием в качестве докладчиков слушателей, преподавателей, ведущих специалистов компаний, на 3 семинарах принимали участие в дискуссии иностранные специалисты;
- проведение интенсивной сессии на выезде в г. Москву в НИУ МИЭТ (ТУ), в течение которой выполнен цикл работ по наноэлектронике и проведены другие виды занятий;
- групповое проектное обучение при подготовке выпускных квалификационных работ с закрепленными консультантами и руководителями. Для каждой группы, состоящей из 2–3 слушателей, сформулировано общее техническое задание для мини-коллектива и частные задания для слушателей;
- привлечение ведущих специалистов из иностранных компаний Франции, Англии, Ирландии, из отечественных компаний и университетов городов Москвы, Новосибирска, Томска;
- участие слушателей с докладами на международных конференциях «Microwave Week – 2010», Paris, «Электронные средства и системы управления – 2010», г. Томск, в школе-семинаре «СВЧ-электроника», г. Томск.
- предзащита выпускных квалификационных работ на открытом семинаре с анализом результатов и рекомендациями по доработке от компании и руководителей работ;
- участие слушателей в школе-семинаре по электронике СВЧ с иностранным участием;
- защита слушателями выпускных квалификационных работ перед государственной аттестационной комиссией (председатель проф. О.П. Толбанов).

В МИЭТе была организована сессия с основной целью ознакомиться с состоянием научных исследований и разработок в области технологии создания транзисторов с использованием оптической литографии на структурах типа $A^{III}B^V$. В настоящее время МИЭТ проводит работы по выращиванию гетероструктур на основе GaN/AlGaN, которые представляют большой интерес для слушателей программы и компаний, по заданию которой осуществляется переподготовка. Знания в области выращивания тонких пленок углерода (графенов), разработки методов интеграции нанотрубок расширяют – методика химического роста нанотрубок на кремниевых пластинах закреплялась лабораторно-практическими занятиями.

Литература

1. Кобзев А.В. Университетские учебно-научные инновационные комплексы как основа развития экономики России / А.В. Кобзев, А.Ф. Уваров, В.Н. Ильюшенко // Электронные средства и системы управления: матер. Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч. – Ч. 1. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2004. – С. 3–7.
2. Кобзев А.В. «Оксфордская» модель развития учебно-научно-инновационного комплекса университета / А.В. Кобзев, А.Ф. Уваров // Инженерное образование. – 2004. – № 2. – С. 156–159.
3. Организация дистанционного обучения в условиях интеграции вузов / А.В. Кобзев, А.Ф. Уваров, В.К. Жуков, В.В. Кручинин, А.В. Носуленко // Высшее образование сегодня. – 2005. – № 3. – С. 24–29.
4. Актуальность и инновационная привлекательность научных исследований и разработок по направлению «Информационно-коммуникационные технологии и электроника» (ИКТ) – Томский потенциал / А.В. Кобзев, Ю.А. Шурыгин, Ю.П. Ехлаков, Н.Д. Малютин, А.Р. Келус // Инновации. – 2006. – № 8. – С. 62–65.
5. Опыт формирования и реализации инновационных проектов по направлению «Информационно-коммуникационные технологии и электроника» (ИКТ) / А.В. Кобзев, Ю.А. Шурыгин, Н.Д. Малютин, А.Р. Келус // Приборы. – 2007. – № 6 (84). – С. 3–7.
6. Шурыгин Ю.А. Концепция развития системы сетевых распределенных учебно-научных лабораторий и центров коллективного пользования и ее реализация в инновационной образовательной программе / Ю.А. Шурыгин, Н.Д. Малютин // Групповое проектное обучение: доклады научно-методической конф. – Томск, – 2006. – С. 18–22.
7. Концепция образовательной деятельности ГК «Роснанотех» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru/docs/27890/>, свободный (дата обращения: 12.12.2011).

Соболева Елена Николаевна

Д-р экон. наук, профессор, директор департамента образовательных программ
Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО
Эл. почта: Elena.Soboleva@rusnano.com

Плутенко Андрей Долиевич

Д-р техн. наук, профессор, зам. директора департамента образовательных программ
Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО
Эл. почта: Andrey.Plutenko@rusnano.com

Шурыгин Юрий Алексеевич

Д-р техн. наук, профессор, ректор ТУСУРа
Тел.: +7 (382-2) 51-05-30
Эл. почта: office@tusur.ru

Малютин Николай Дмитриевич

Д-р техн. наук, профессор, нач. научного управления ТУСУРа
Тел.: 8 (383-2)51-43-02
Эл. почта: ndm@main.tusur.ru

Soboleva E.N., Plutenko A.D., Shurygin Yu.A., Maljutin N.D.

Training and retraining system for specialists in the field of knowledge-intensive production of nanoelectronics: needs analysis, conceptual regulations, resources

The features of training and retraining system were considered in terms of providing staff training for science-driven enterprises through the example of nanoelectronics.

Keywords: retraining, high-tech enterprise, nanoelectronics.