

## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

*Карманова О.А.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Короткевич А.В. – к.т.н., доцент*

В статье рассматриваются проблемы обучения микро- и нано электронике, на основе использования перспективных методов интерактивного взаимодействия студента и педагога, через компьютерные виртуальные технологии, обеспечивающие получение высокого качества знаний и практических навыков, мотивирующие студентов к познанию и развитию их творческие способности.

Современный мир вступил в эпоху глобализации – процесс объединения в единую систему информационно-образовательного мирового пространства. Развитие информационных технологий предоставило новую, уникальную возможность проведения обучения специалистов технических вузов в высокотехнологической виртуальной образовательной среде, способствующей развитию актуальных институциональных образований и настраивающих системы взаимодействия между ними. Особенно, такая форма обучения актуальна в условиях проведения мероприятий, направленных на борьбу с распространением разного рода эпидемий, способных охватить подавляющее большинство стран мира, когда обучение в реальных условиях может стать недоступно.

При анализе развития микро- и наноэлектроники лауреат Нобелевской премии Ричард Фейман, подчеркивал, что известные нам законы физики не запрещают создавать объекты «атом за атомом». Манипуляция атомами вполне реальна и не нарушает никаких законов природы. Практические же, трудности ее реализации обусловлены лишь тем, что мы сами являемся слишком крупными и громоздкими объектами, вследствие чего, нам сложно осуществлять такие манипуляции [1].

Микро- и нано манипуляции требуют использование современного дорогостоящего оборудования, которые необходимо систематически обновлять, в связи с быстрым моральным износом. Усложнение разрабатываемых устройств микро- и нанотехники приводит к тому, что подготовка IT специалистов должна включать такие важные составляющие формирования базового набора компетенций, как знание теоретических основ информационных технологий, методов моделирования и проектирования компонентов микро- и нанотехники, а также наличие практических навыков использования наноструктур и нанотехнологий, к примеру:

- изготовление электронных схем (в том числе и объемных) с активными элементами, размерами сравнимыми с размерами молекул и атомов;
- разработка и изготовление наномашин, т.е. механизмов и роботов размером с молекулу;
- непосредственная манипуляция атомами и молекулами и сборка из них всего существующего.

Особенно остро стоит проблема интеграции теоретического материала с практическим применением в производстве для обучения технических специалистов. Использование элементов научно-исследовательской работы в учебном процессе позволяет студентам реализовывать свое инженерное творчество, получать опыт в проведении экспериментов, близких к реальной деятельности, в целом, повысить качество получаемого технического образования. Чем выше уровень интеграции науки и образования, тем большим потенциалом успешного развития обладает университет [2].

Огромным шагом на пути к решению проблем обучения микро- и наноэлектронике стало появление специальной компьютерной учебной среды, содержащей интерактивные виртуальные учебные объекты. Анализ мирового опыта формирования национальных и региональных программ по новым научно-техническим направлениям (микросистемная техника и нанотехнология) свидетельствует о том, что появившиеся в настоящее время интерактивные обучающие компьютерные системы призваны обеспечить доступность, непрерывность и высокое качество образования, на основе перспективных компьютерных технологий (Интернет, проектирование, моделирование). Цель таких инсталляций – сделать так, чтобы обучаемым было интереснее и легче изучать предметы, а преподавателям дать эффективный инструмент для реализации своих самых смелых педагогических замыслов. Главными недостатками имеющихся обучающих компьютерных комплексов являются их высокая цена и необходимость постоянного дорогостоящего сопровождения.

Актуальность создания «Интерактивного обучающего комплекса по микросистемным технологиям», в первую очередь, обусловлена подготовкой в университете специалистов новой формации, таких, которые способны самостоятельно творчески мыслить, формировать и реализовывать принимаемые решения.

Цель проекта «Интерактивный обучающий комплекс по микросистемным технологиям» – разработать системный комплекс адаптированного теоретического лекционного материала с мультимедийными дополнениями, помогающий слушателям быстрее и полнее воспринимать новые знания; адаптированного практического материала, оснащенного набором интерактивных компонентов и элементов микросистем, на основе трехмерной симуляции физических процессов и явлений, при конструировании микроустройств на виртуальном тренажере, позволяющий, благодаря

научному и техническому оснащению, не только отработать практические навыки, но принять участие в новых разработках.

Преимущества проектируемого «Интерактивного обучающего комплекса по микросистемным технологиям»:

- внедрение комплекса представит возможность студентам изучить лекции и закрепить теоретические знания, в рамках дисциплины: «Микро- и наноэлектромеханические устройства», приобретать необходимые практические навыки, не только во время ограниченных часов лабораторных работ в условиях реального эксперимента, но и дистанционно, неограниченное время, в виртуальной лаборатории (реалистичной графической визуализацией объекта исследования с прототипом применяемых трехмерных моделей разрабатываются в детальном соответствии с аналоговым оборудованием, а для динамической прорисовки объектов виртуального трехмерного пространства используется шейдерная технология, что позволяет добиваться высокого качества изображения в отношении прорисовки фактуры материалов, динамического освещения и построения теней) факультета Радиотехники и электроники кафедры Информационных радиотехнологий университета;

- интерактивные и коммуникационные свойства комплекса представят преподавателю возможность обновления контента, ведения интерактивного общения со студентами, определения последовательности изучения материала;

- использование современных имитационных компьютерных моделей позволит создать полноценную иллюзию работы с реальным оборудованием, фиксировать результаты обучения, что даст возможность педагогу получать готовые результаты уровня обученности по дисциплине и включать, при необходимости, другие виды, формы и методы обучения в образовательный процесс.

Практическая значимость «Интерактивного обучающего комплекса по микросистемным технологиям» определяется областью возможного применения:

- дистанционное обучение;
- демонстрационное сопровождение лекций;
- лабораторные занятия студентов и практикумы в компьютерных классах университета;
- системы повышения квалификации персонала;
- научные исследования с применением компьютерного проектирования и моделирования.

Таким образом, «Интерактивный обучающий комплекс по микросистемным технологиям», благодаря насыщенности необходимым, понятным теоретическим и практическим материалом, обладающий интерактивностью и круглосуточной доступностью с любой точки мира, может стать удобным способом обучения по предмету: «Микро- и наноэлектромеханические устройства».

При разработке «Интерактивного обучающего комплекса по микросистемным технологиям» использовались современные эффективные информационные и педагогические технологии, нацеленные, как на повышение профессионализма, так и в целом, на развитие когнитивных способностей обучающихся. Современные тенденции научно-технического развития демонстрируют, что в наступившем веке образованию придется стать непрерывным процессом в жизни каждого человека, который хочет быть востребованным на рынке труда. Образование должно продолжаться в течение всей его жизни. Только так, современный человек, сможет адаптироваться к технологическим инновациям, своевременно овладевать новыми знаниями и направлениями профессиональной деятельности, иметь возможность систематически повышать свое мастерство, следовательно, владеющего современными технологиями для дальнейшего карьерного роста инженера, что позволит обучающимся открыть путь к успеху, более благополучной и счастливой жизни; предоставит возможность студентам для дистанционного обучения, в том числе, с ограниченными физическими возможностями.

**Список использованных источников:**

1. Фейнман, Р. Ф. Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики\*[Электронный ресурс] // Р. Ф. Фейнман. Лекция в Калифорнийском технологическом институте в 1960 г., – Режим доступа: <http://do.chem.msu.su/rus/jvho/2002-5/4.pdf>. – Дата доступа: 21.02.2020.

2. Внедрение элементов научно-исследовательской работы в процесс высшего технического образования года [Электронный ресурс] //С. А. Биран, А. В. Короткевич, Д. А. Короткевич (Республика Беларусь, Минск, БГУИР) – Режим доступа: [https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/12111/1/Biran\\_Vnedreniye.PDF/](https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/12111/1/Biran_Vnedreniye.PDF/). – Дата доступа: 17.02.2020.