

Андреева Анжела Витальевна

заместитель декана по профориентационной работе факультета электроники,  
кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ)

г. Санкт-Петербург

Кузьмина Ксения Анатольевна

аспирант кафедры микро- и наноэлектроники

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ)

г. Санкт-Петербург

Лучинин Виктор Викторович

заведующий кафедрой микро- и наноэлектроника, доктор технических наук,  
профессор

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ)

г. Санкт-Петербург

Пратусевич Максим Яковлевич

директор президентского физико-математического лицея № 239, кандидат  
физико-математических наук

Президентский физико-математический лицей № 239

г. Санкт-Петербург

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ «СКВОЗНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» ДЛЯ  
РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
ОРИЕНТАЦИИ МОЛОДЕЖИ В СФЕРЕ НАНОИНДУСТРИИ**

*Развитие России ориентировано на восстановление фундаментальной  
науки формирование интегрированной в мировую развитой национальной  
инновационной системы. Это определяет необходимость увеличения числа*

*научных и инженерных кадров с высоким уровнем компетенции, создание условий для творческой молодежи по получению знаний и формированию навыков для использования ее возможностей в высокотехнологичных отраслях. Цель статьи – системное изложение информации о комплексе малобюджетных учебно-научных лабораторий для формирования технологической культуры в сфере наноиндустрии. Использование таких лабораторий будет происходить на трех уровнях: базовом, творческом и профессионально ориентированном.*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Потребность в реализации потенциала творческой молодежи определяет необходимость формирования современного инфраструктурного, методического и кадрового обеспечения. Учитывая, что наноиндустрия основана на междисциплинарных знаниях и межотраслевой деятельности и является основой нового технологического уклада, особое значение приобретает экспериментально-лабораторный базис для развития способностей и профессиональной ориентации российской молодежи.

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ ШКОЛЬНИКОВ

В ЛЭТИ разработан комплекс мероприятий по развитию творческих способностей российских школьников, в рамках которого внимание уделено лабораторно-методическому обеспечению в новых областях техно- и биотехносферы. Применительно к наноиндустрии сформирован комплекс нанолабораторий базового, творчески- и профессионально-ориентированного уровней. Экспериментально-методическое обеспечение этих лабораторий интегрировано в разрабатываемую образовательную программу, обеспечивающую:

- ознакомление учащихся с возможностями современной науки и технологии;
- активизацию исследовательской деятельности учащихся в естественных науках;

- содействие профессиональной ориентации учащихся;
- создание у учащихся позитивного образа инженера и научного работника;
- укрепление связей между школьным, научным и вузовским сообществами;
- привлечение новых педагогических работников для развития творческого потенциала учащихся;
- позиционирование школы в качестве центра технологической культуры как основы образовательных инициатив естественно-научного и профессионально-ориентированного образования.

В образовательную программу входят:

- перечень лабораторных работ и практических занятий;
- детальные инструкции;
- спецификации лабораторного оборудования и программного обеспечения;
- технические условия для лабораторно-практических занятий;
- критерии оценки лабораторных и практических работ, а также образцы форм отчетов;
- методические указания для учителей естественных предметов по введению предложенных работ в программы обучения;
- указания по организации обучающего проекта, в том числе по технологиям, используемым при реализации образовательных программ.

Программа "Нанолaborатории" имеет блочно-модульную структуру, адаптируемую к уровню знаний учащихся, их мотивации, имеющемуся ресурсу времени. Она ориентирована на школы с углубленным преподаванием естественных дисциплин, имеющие профильные классы и центры творчества молодежи. Исходя из непрерывности образования, программа может быть гармонизирована с подготовкой кадров по наноиндустрии в системе высших учебных заведений, ведущих обучение по направлениям: наноматериалы,

нанотехнологии и микросистемная техника, электроника и наноэлектроника, наноинженерия.

При реализации программы помимо более раннего начала учащимися творческой деятельности достигается образовательный эффект, определяемый фундаментализацией знаний; их междисциплинарным характером; конвергенцией физической и информационной составляющих образования; профессиональной ориентацией образования для формирования компетенций в выбранной сфере.

В рамках программы педагогам естественных наук предстоит повысить квалификацию в предметных областях; осуществить проектирование содержания и реализации конкретной программы, чтобы она не стала дополнительной нагрузкой для учащихся, а служила лучшему восприятию предмета; строить образовательный процесс совместно с преподавателями различных дисциплин. Инновационный характер программы будет способствовать активности учащихся и педагогов в рамках классно-урочной системы и вне ее пределов. Эта программа может быть реализована в рамках основных и дополнительных образовательных программ, чему способствует ее модульный характер.

В соответствии с предлагаемой программой учащимся предстоит выбрать траектории ее освоения, в том числе реализуемые проекты, состав их участников, свою роль в проектах. Они будут планировать свою деятельность при реализации проектов; получать необходимые знания; обработать результаты, включая их оценку, и составлять отчеты о проделанной работе.

Программа предусматривает мониторинг ее результативности по ряду целевых показателей. Результаты мониторинга включают число школьников, участвующих в "необязательных" проектах, в олимпиадах и конференциях по естественно-научным и инженерным направлениям, а также количество выпускников, поступивших в вузы по направлениям, непосредственно связанным с наноиндустрией.

### 3. ПРИБОРНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ

Как отмечалось ранее, приборно-инструментальная платформа предполагает три уровня оснащения нанолaborаторий. Базовый уровень лаборатории, развернутой ЛЭТИ в физико-математическом лицее №239, обеспечивает получение базового образования в области фундаментальных свойств наноматериалов, включая исследование тепло- и электропроводности, диэлектрической и магнитной проницаемости. Для этого за счет гранта правительства С.-Петербурга проведена интеграция лабораторных столов финской фирмы ТЕКЛАВ (партнера ЛЭТИ) и поставляющей лабораторное оборудование немецкой компании RHYWE Systeme. В результате сформированы многофункциональные компьютеризированные стенды. Компьютеризированные лабораторные стенды, управляемые с рабочего места преподавателя (4 шт.), содержат набор экспериментальных приборов и систему доступа к компьютерной сети и к Интернету. Разработаны методики и программы реализации лабораторных работ. Проведено обучение преподавателей лицея по программе повышения квалификации в области нанотехнологии и нанодиагностики. Для изучения структурно-морфологических наномасштабных объектов фирма NT-MDT предоставила лицу серийно выпускаемый атомно-силовой микроскоп Solver NEXT, позволяющий изучать объекты органической и неорганической природы с возможностью проведения физических, химических и биологических экспериментов.

Формируемый творчески-ориентированный лабораторный уровень будет обеспечивать решение междисциплинарных задач. Состав нанолaborатории этого уровня ориентирован на другую приборно-инструментальную платформу, позволяющую осуществлять атомную микроскопию объектов и реализовать ряд технологических операций с использованием неорганических и биоорганических материалов, в том числе нанолитографию, нанокластерную и молекулярную сборку. Фактически учебный цикл включает лабораторные

работы по физике, химии и биологии, в том числе исследование структуры биополимеров, создание наноразмерных дифракционных решеток, формирование молекулярных электронных цепей, создание биодетектора на основе массива ДНК.

Третий уровень обеспечивает профессионально-ориентированный комплекс "Нанолaborатории и нанодиагностика", разработанный в НОЦ "Нанотехнологии" СПбГЭТУ, который прошел более чем трехлетнюю апробацию и модификацию. Он включает два сектора, реализующих исследование и производство высокотехнологичных изделий на наноуровне.

Отличительные особенности профессионально-ориентированной лаборатории – возможность ее использования в учебном процессе и в научно-производственной деятельности с формированием знаний – умений, проведения исследований и мелкосерийного производства высокоинтеллектуальной продукции.

Это должно обеспечить формирование у учащихся комплекса компетенций для научно-практической деятельности.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Программа имеет практическую реализацию в международном проекте "Сквозное образование", созданным между СПбГЭТУ "ЛЭТИ", физико-математическим лицеем № 239, и Портлендским колледжем. В рамках проекта были написаны учебные пособия для школьников [1,2]. Дополнительно были разработаны авторская образовательная программа дополнительного образования для школьников 5-11 классов и авторские курсы для бакалавров и магистров СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Авторами программы являются работники Научно-образовательного центра «Нанотехнологии», а также работники кафедры микро- и нанoeлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

В программе принимают участие 18 лучших лицеев Санкт-Петербурга, а также Нахимовское военно-морское училище.

Кроме того, совместный экспериментальный проект – профессионально-

ориентированные курсы "Бионика. Нанокиборги" запускаются с 2015 года в формате MOOC (massive open online course). Доступ - свободный и открытый. Этот курс дает возможность приобрести знания в одном из самых востребованных и оплачиваемых областях современной науки. По окончании курса слушатели познакомятся с особенностями преподавания в конкретном университете, они ознакомятся с современными технологиями, оборудованием и научных направлений, бакалавры будут получать знания, необходимые для выбора научного направления в магистратуре и последипломной подготовки.

## 5. ВЫВОДЫ

В целом важно подчеркнуть, что исследования и разработки в наноиндустрии создают предпосылки к появлению мотивационных факторов для притока творческой молодежи в эту индустрию. Это сектор экономики, определяющий инновационное развитие России и вхождение ее в новый технологический уклад.

## ЛИТЕРАТУРНЫЕ ССЫЛКИ

1. А.В. Андреева, К.А. Кузьмина, *Методические указания по выполнению и оформлению учащимися научно-исследовательских работ в области нанотехнологий в домашних условиях (без специального оборудования)*, рукопись в печати

2. А.В. Андреева, Ю.В. Баулин, К.А. Кузьмина, В.В. Лучинин, Н.А. Лютецкий, *Нанотехнологии и микросистемная техника. Междисциплинарный курс лекций для дополнительного образования*, рукопись в печати