РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВУЗА. НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ЛЭТИ

***В.Кутузов**, д.т.н., **В.Лучинин**, д.т.н. / cmid_leti@mail.ru*

В документах, определяющих инновационную стратегию России, поставлена задача формирования в стране многопрофильного высокотехнологичного, экономически устойчивого, конкурентоспособного научно-технологического комплекса, обеспечивающего глобальное позиционирование государства на рынках военной и гражданской продукции. С учетом указанных приоритетов для занятия страной достойного положения на мировом рынке наукоемкой продукции, а также перехода к новому технологическому укладу представляется обоснованным развитие наноиндустрии. Цель представленной работы – системное изложение приоритетных направлений научной и инфраструктурно-организационной составляющих научно-образовательной платформы с приставкой "нано", формирующейся в С.-Петербургском государственном электротехническом университете (СПбГЭТУ) ЛЭТИ.

Движущими факторами, определяющими динамику развития нового технологического уклада в государстве, являются не только экономические стимулы, но и национальная и технологическая безопасность, социальная востребованность продукции и предоставляемых услуг. Обеспечение технологической безопасности России в существующей и прогнозируемой системе отношений определяет необходимость научно обоснованной устойчивой, достаточно независимой инфраструктуры обеспечения жизненно важных интересов страны. Базовые составляющие устойчивого развития России быть представлены на рис.1.

Обсуждая представленную схему, важно отметить, что в основе "мягкой силы" лежит интеллектуальный потенциал нации и инновационность продукции, конкурентоспособность которой достигается:

- динамичным использованием имеющихся научно-образовательных заделов;
- системным заимствованием передовых зарубежных технологий;
- поиском и реализацией оригинальных подходов и решений с формированием новых технологических ниш.

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ БАЗИС НАНОИНДУСТРИИ

Рассматривая развитие естественно-научного базиса наноиндустрии в рамках фундаментально-поисковых и прикладных исследований, важно отметить, что для решения задач по практическому использованию нанообъектов и систем с ранее неизвестными свойствами в качестве возможных приоритетов можно выделить:

- нетрадиционные виды симметрии и конформации с динамически перестраиваемой структурой;
- зависимость свойств материалов и систем от характеристических размеров и композиционно-структурной организации (нано- и метаматериалы);
- сбор и концентрацию различных видов энергии;

- передачу на основе синергетических процессов энергии, заряда и информации;
- "управление" в широком диапазоне длин волн и энергий физическими полями, в том числе локально-селективное;
- самоформирование, самоупорядочение и самоорганизацию;
- молекулярное распознавание объектов как базис селективности и избирательности процессов;
- конвергентные системы – интеграцию создаваемых искусственных неорганических структур и объектов биоорганической природы.

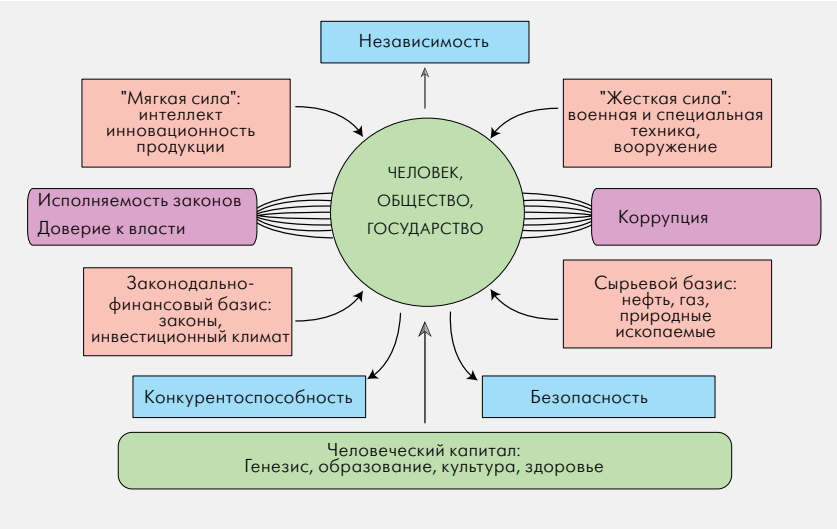

Рис.1. Базовые составляющие стабильного и устойчивого развития государства

К интеллектуальному технологическому базису нового поколения можно отнести следующие технологии:

- создание искусственных "неприродных" материалов (нано- и метаматериалы);
- управление потоками энергии; с использованием физических принципов;
- квантово-информационные;
- бионические робототехнические;
- биомедицинские;
- психофизиологические и когнитивные.

Обобщенные представления, отражающие возможные направления эволюции материаловедческого базиса для развития новых технологий и создания на их основе изделий микро- и нанотехники с ранее недостижимыми массогабаритными, энергетическими и тактико-техническими характеристиками, иллюстрируются рис.2.

Основные направления прикладных исследований, определяющие модель развития техники и технологий, можно сформулировать следующим образом:

- нано- и метаматериалы;
- распределенные самоорганизующиеся рефлексивные информационные сети;
- полифункциональный адаптивный интерфейс "человек-машина";
- искусственные органы и биоробототехнические системы;
- бионические, в том числе когнитивные, алгоритмы и принципы функционирования;
- искусственное модифицирование: генетическое, клеточное, на уровне органов;
- модифицирование поведения на психофизиологическом уровне.

Определяя основные принципы развития интегрированных и конвергентных систем на основе

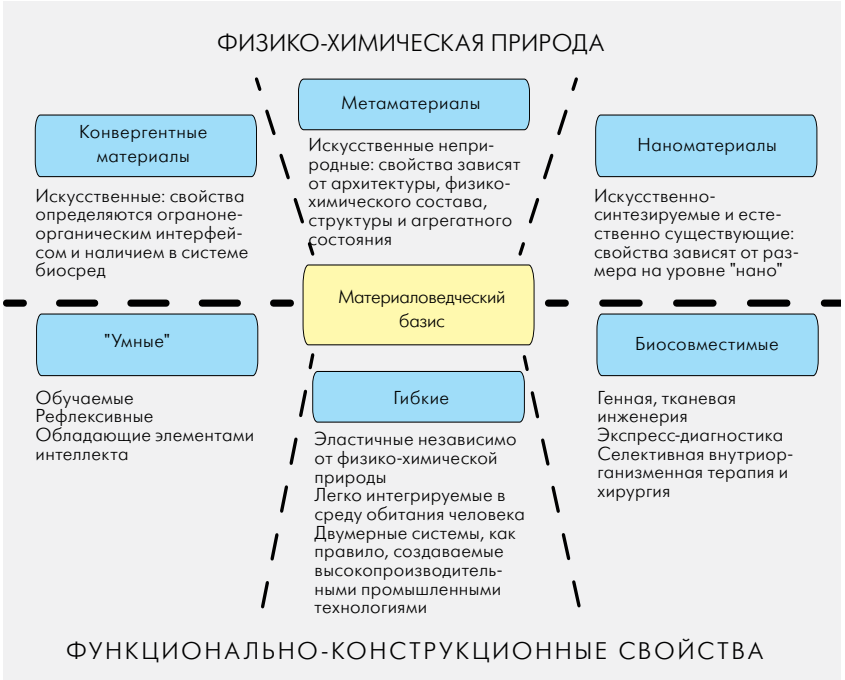

Рис.2. Эволюция материаловедческого базиса как основа развития новых технологий

наноразмерных элементов и интеграции элементов различной физико-химической природы (органической, биоорганической, неорганической), важно ориентироваться на те из них, которые имеют максимальную физиологическую совместимость с человеческим организмом и информационную адаптивность к алгоритмам его функционирования. Особую роль приобретает "интерфейс" между неживой и живой природой, поскольку человек, высоко оценивая ее достоинства, часто пытается наделить искусственные технические системы отдельными свойствами биосистем.

При рассмотрении биосред, как одного из элементов базиса искусственных конвергентных интеллектуальных и сенсорных наносистем будущего, следует обратить внимание на функционально-технологические особенности, определяемые структурными конформационными свойствами биомолекул и композиций на их основе, в том числе с неорганическими матрицами.

Таким образом, биоорганические и конвергентные биологические и неорганические надмолекулярные композиции за счет структурно-морфрологического и химического многообразия, особенностей переноса в них энергии, заряда и проявления свойств, присущих биосредам, могут рассматриваться как основа "функциональных" сред будущего. Такие среды характеризуются сверхбольшой информационной емкостью, высокой удельной энергонасыщенностью, селективностью к внешним воздействиям, ассоциативностью и распределенностью процессов обработки информации.

Таблица 1. Приоритетные социально ориентированные технологии

Приоритетные направления	Цели, задачи
Конвергентные системы и бионические технологии	Дружественный интерфейс "человек–машина". Полифункциональная умная “одежда.”
Человекозамещающие технологии	Замещение человека в экстремальных условиях
Информационно-безопасные технологии	Информационная безопасность, помехозащищенность, скрытность
Интеллектуальные антитеррористические технологии	Безопасность в зонах массового скопления людей

В них также могут сочетаться процессы функционирования и самообновляющегося синтеза [1]. Таким образом, важнейший фактор, определяющий развитие междисциплинарных технологий, – их направленность на обеспечение комфортной среды обитания и функционирования человека. Системам на их базе присущи миниатюрность, мобильность, интегрируемость, информационная емкость. Фактически, это свидетельствует о реальном проявлении "дружественного" интерфейса между техническими системами и человеком. Приоритетные направления развития социально ориентированных технологий представлены в табл.1.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ "НАНО"

Современные стратегические вызовы и технологическая модернизация, выдвигают во все мире требование технологической революции. Что касается нашей страны, то преодоление Россией разрушительных последствий 90-х годов прошлого столетия и ориентиры на инновационное развитие требуют новых форм инфраструктурного, научно-технологического и кадрового обеспечения.

В условиях дефицита компетентных научных и инженерных кадров к наиболее эффективным элементам, способным систематизировать, генерировать, распространять знания и умения, относятся вузы, выполняющие функции научно-образовательных центров компетенций.

Фактически, они должны взять на себя формирование новой технологической культуры и обеспечить:

- накопление, селекцию, систематизацию и инкубацию знаний в области научно-технических разработок и технологических ниш инфраструктурной модернизации предприятий и их кадрового обеспечения для реализации перехода к новой конкурентоспособной продукции;
- экспресс-трансформацию знаний от исследовательской к производственной стадии, включая моделирование и прототипирование высокоинтеллектуальных разработок;
- профессионально ориентированную системную подготовку и переподготовку высококвалифицированного научно-инженерного персонала для предприятий, включая формирование профессиональной элиты, обеспечивающей превосходство России в рамках отдельных критических технологий.

Для технологического и кадрового обеспечения приоритетных направлений науки, технологии и техники в РФ, в том числе критических технологий, ЛЭТИ предложил свою инфраструктуру, обеспечивающую наибольшую эффективность достижения одной из основных целей программы стратегического развития вуза – приведение профессионального образования в соответствие со стратегией социально-экономического развития России.

Прогнозируя развитие деятельности вуза (рис.3), отражающей его научно-образовательную культуру и необходимый организационно-экономический базис, в качестве приоритетов эксперты рассматривают формирование инновационной профессионально ориентированной и адаптированной инфраструктуры. В ее основу положено создание на базе ЛЭТИ (в кооперации с отраслевыми и академическими организациями)

- шести Научно-образовательных платформ (формирование системы профессионально ориентированного образования);
- двух Центров превосходства (генерация новых знаний в рамках "прорывных направлений" науки и технологий, поддержка и развитие научно-педагогических школ);
- Центра прототипирования и контрактного производства (эффективная форма реализации интеллектуального инновационного потенциала вуза) [2].

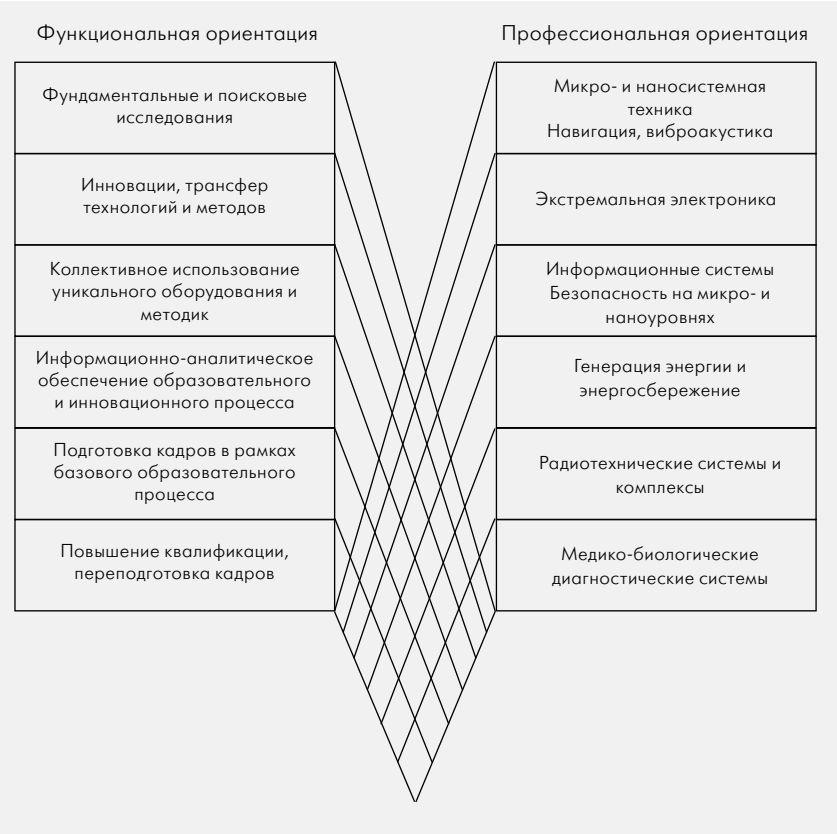

Рис.3. Матрица профессионально-функциональной ориентации ЛЭТИ

Особое значение приобретает конкурентоспособность вуза на российском и международном уровнях, проявляющаяся в востребованности инновационных разработок и образовательных услуг – выпускников на рынках труда и создаваемой наукоемкой продукции. В рамках одной из трех стратегических задач вуза – развития междисциплинарных исследований и опережающей инженерной подготовки кадров с необходимым набором компетенций по основным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики – в качестве приоритета определена индустрия наносистем.

Базовая цель формирующейся платформы определена как создание и устойчивое развитие эффективной инфраструктуры, обеспечивающей мобильность, гибкость, инновационность и конкурентоспособность профессионально ориентированного инженерного образования и научных исследований в соответствии с требованиями формирования в инновационной экономике страны наноиндустрии.

Базовая цель Центра превосходства по нано-, био-, информационным и когнитивным технологиям – формирование конкурентоспособного научно-образовательного кластера на основе сетевой интеграции инфраструктурного, информационно-аналитического и кадрового потенциалов ряда ведущих научных и промышленных организаций Северо-Западного федерального округа, имеющих современную приборно-технологическую базу, высококвалифицированный персонал, а также международное признание для проведения комплексных, междисциплинарных, “прорывных” исследований и разработок, эффективного использования и воспитания профессиональной элиты.

Цель межвузовского Центра прототипирования и контрактного производства микро- и нанотехники – эффективное использование

а) б)

Рис.4. Чистая комната ЛЭТИ: а –фотолитографический процесс; б – атомно-молекулярное осаждение

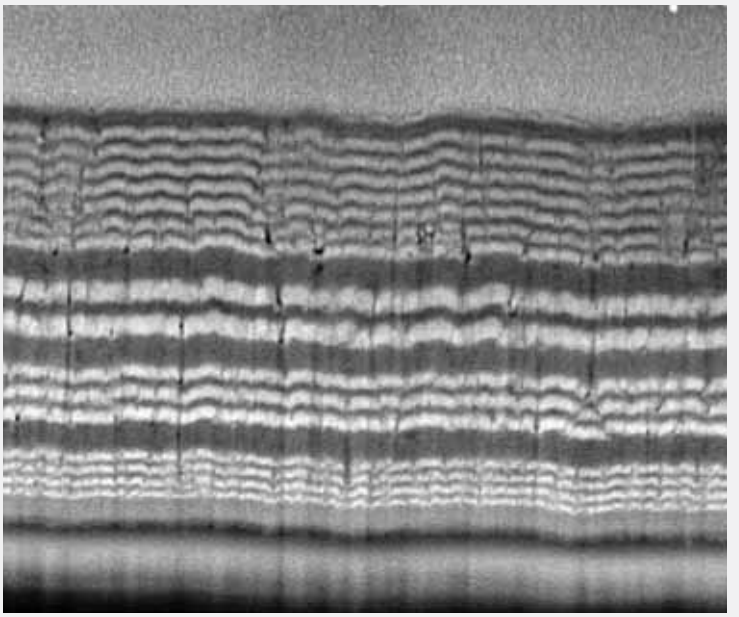

Рис.5. Нанослоевая интерметаллическая композиция

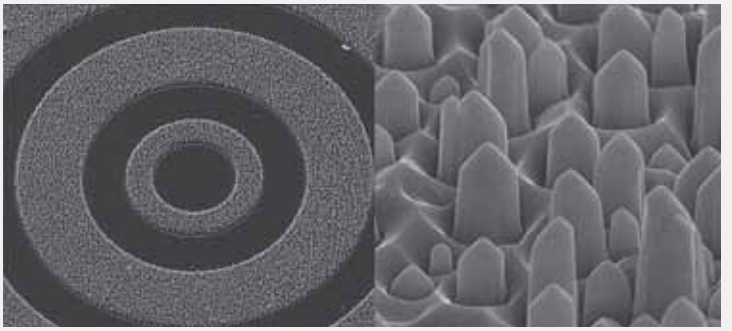

Рис.6. Топологически упорядоченный массив карбидокремниевых автоэмиссионных острий

научно-технологического, информационно-аналитического и кадрового потенциалов в рамках создания на базе вуза малого инновационного предприятия для контрактного производства наукоемкой продукции, как новой перспективной формы оказания услуг по оперативной коммерциализации инновационных идей, разработок и технологий. Подобные центры могут стать одной из наиболее эффективных форм участия вузов в национальной инновационной системе с реализацией экспресс-прототипирования разработок, инженерного обеспечения трансфера технологий, выпуска опытных партий продукции, оперативной профессионально-ориентированной инженерной подготовки кадров.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Современное состояние базовых организационных форм реализации инновационного потенциала ЛЭТИ при формировании нанотехнологической платформы отражено в табл.2. Базовым элементом данной платформы является чистая комната (рис.4) НОЦ "Нанотехнологии". Наиболее ярким примером, отражающим развитие в ЛЭТИ 2D- и 3D-наноразмерных технологий для систем с высоким локальным уровнем энерговыделения являются нанослоевые интерметаллические

Таблица 2. Распределенная нанотехнологическая платформа ЛЭТИ

Организационная форма	Назначение	Современное состояние
Центры превосходства	Интеграция интеллектуального потенциала в "прорывных" технологиях (непосредственная и дистанционная)	Нано-, био-, информационные и когнитивные технологии. Безопасность и противодействие терроризму
Научно-образовательные платформы	Модернизация и интеграция научно-исследовательского и образовательного процессов. Профессионально-ориентированное образование	Информационные, коммуникационные технологии и радиотехнические системы. Электронная компонентная база. Новые и возобновляемые источники энергии и энергосбережение. Информационные управляющие и навигационные системы. Биомедицина. Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных систем
Дизайн-центры	Моделирование и проектирование процессов и изделий (непосредственный и удаленный доступ)	Дизайн-центр проектирования микро- и нанотехники
Центры коллективного пользования	Научный и образовательный процесс (непосредственный и удаленный доступ)	НОЦ "Микротехнологии и диагностика". НОЦ "Нанотехнологии"
Центр контрактного производства	Прототипирование и мелко-серийное производства изделий (режим удаленного доступа)	Центр прототипирования и контрактного производства микро- и нанотехники
Центры мобильной профессиональной переподготовки кадров	Экспресс-обеспечение предприятий кадрами по профессионально ориентированным образовательным программам	Институт повышения квалификации инженерных и научно-педагогических работников. Повышение квалификации педагогических кадров России по направлению "Нанотехнология и нанодиагностика"
Региональные образовательные центры инновационной технологической культуры	Профессиональная ориентация и формирование современной нанотехнологической культуры у старшеклассников	Образовательный центр нанотехнологии на базе физ.-мат. гимназии №239 С.-Петербурга

композиции (рис.5) и топологически упорядоченные матрицы карбидокремниевых автоэмиссионных острий (рис.6).

Для системной координации деятельности национальной нанотехнологической сети [3] по поручению Минобрнауки России ЛЭТИ провел также редактирование и издание каталога "Интерактивные учебно-научные комплексы для выполнения работ в режиме удаленного доступа" [4].

Информацияо каталоге представлена на второй странице обложки данного номера журнала. Работа выполнена в рамках стратегической Программы СПбГЭТУ ЛЭТИ "Развитие междисциплинарных исследований и инструментально-технологической базы как основа непрерывного инженерного образования по приоритетным направлениям российской экономики" на 2012–2016 годы.

Литература

1. **Карасев А.В., Лучинин В.В.** Введение в конструирование бионических наносистем. – М.: Физматлит, 2009.
2. **Афанасьев П., Бохов О., Кутузов В., Лучинин В., Шестопалов М.** Реализация инновационного потенциала вуза. Центр прототипирования и контрактного производства микро- и нанотехники. – Наноиндустрия, 2012, №6 (36), с.52–60.
3. **ЛучининВ.** Сетевое взаимодействие НОЦ "Нанотехнологии" вузов России. – Наноиндустрия, 2011, №5, с.76–81.
4. **Иванов А., Кузнецова М., ЛучининВ., ПанинА., Петерпеловский В., Шкловер В.** Дистанционный доступ к многофункциональному аналитико-технологическому комплексу. – Наноиндустрия, 2011, №4, с.56–61.