

*Дементьев В.Е.*

## **НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА США – ОПЫТ ПОЛИТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА**

### **1. Национальная нанотехнологическая инициатива США: акцент на институциональные условия формирования и реализации стратегических целей**

Во многих странах при выработке научно-технической политики в области развития новейших технологий в той или иной степени учитываются подходы, реализуемые в странах-лидерах. Поскольку ведущие позиции по многим направлениям формирования нового технологического уклада принадлежат США, политика этой страны во многом служит ориентиром даже для высокоразвитых стран. Равнение на лидера уместно здесь и для России, поскольку стартовые позиции нашей страны в нанотехнологической гонке считаются достаточно хорошими.

Возможно сопоставление российской «Стратегии развития nanoиндустрии», имеющей статус президентской инициативы<sup>1</sup>, и «Национальной нанотехнологической инициативы» (National Nanotechnology Initiative), выдвинутой еще в 2000 году президентом Клинтонем для усиления американской конкурентоспособности в нанотехнологиях и координации с этой целью федеральных усилий в сфере исследований и разработок.

Национальная нанотехнологическая инициатива (ННИ) – программа взаимодействия многих заинтересованных организаций, которая поддерживает исследования и разработки, развивает инфраструктуру этой поддержки, включая образование и распространение знаний, коммерциализирует нанотехнологии. Кроме продвижения в новых технологических решениях, ННИ также внедряет в общественное сознание и различные возможности использования нанотехнологий в социальной сфере. Как указывает Генеральный директор Концерна «Наноиндустрия» М.А. Ананян, реализация Национальной нанотехнологической инициативы обеспечит Соединенным Штатам Америки мировое лидерство в военной и экономической областях на многие десятилетия.<sup>2</sup>

В рамках реализации ННИ государство вложило большие деньги в развитие инфраструктуры научных исследований. Были созданы нанотехнологические центры в 60 университетах страны и пять сетей. За первые три года реализации программы было выдано 2500 грантов приблизительно 300 академическим организациям и приблизительно 200 предприятиям малого бизнеса и некоммерческим организациям во всех 50 штатах. К исследованиям было привлечено около 40000 специалистов, имеющих опыт работы по крайней мере в одном аспекте нанотехнологии. Открылись курсы переподготовки специалистов, работающих в других отраслях промышленности. Параллельно началась расширенная подготовка молодых специалистов в университетах по новым программам, ориентированным на нанотехнологии. Более того, началась реорганизация всей системы

---

<sup>1</sup> Распоряжение Пр-688 от 24.04.2007.

<sup>2</sup> Ананян М. НаноРоссия - сейчас или никогда! // Нанотехника, 2005, №3 (<http://spkurdyumov.narod.ru/Ananyan.htm>).

образования в стране, включая школьное. Цель этой реорганизации — повысить уровень образования молодого поколения Америки, который уже не соответствует новым задачам. Многие делается для изменения менталитета американских школьников, интерес которых к науке и технологиям устойчиво падал на протяжении многих лет. Вся система образования должна строиться вокруг нанотехнологий. Так как они объединяют в себе физику, химию и биологию, то эти дисциплины необходимо преподавать не по отдельности, а в гармоничном комплексе. Существенно, что вокруг этого же ядра в США намерены строить и преподавание социальных наук.<sup>3</sup>

Особое значение имеет то, что в США уже накоплен значительный опыт совершенствования Национальной нанотехнологической инициативы (ННИ). В соответствии с законом 2003 года о нанотехнологических исследованиях и разработках в 21 веке (The 21<sup>st</sup> Century Nanotechnology Research and Development Act) Национальная нанотехнологическая инициатива должна пересматриваться каждые три года. Первое обновление ННИ произошло в декабре 2004 года, второе – в декабре 2007 года.<sup>4</sup> Большую роль в ревизии ННИ играют независимые обзоры, которые готовятся Президентским Комитетом Советников по Науке и технике (President's Council of Advisors on Science and Technology)<sup>5</sup> и Национальным Исследовательским Советом Национальных Академий (National Research Council of the National Academies).<sup>6</sup>

Свой вклад в корректировку ННИ вносят тематические рабочие группы, объединяющие научных, правительственных и промышленных экспертов. В этих группах вырабатываются рекомендации по различным прикладным направлениям исследований, с учетом социального значения их результатов определяются экономические стратегии развития таких направлений.

Фактически неизменными остаются цели Национальной нанотехнологической инициативы:

Цель 1: Реализация программы научных исследований мирового класса в сфере нанотехнологий. Речь идет о гарантировании с помощью этих исследований лидерства Соединенных Штатов во многих областях, включая космос, сельское хозяйство, энергетику, защиту окружающей среды, здравоохранение, информационные технологии, транспортные системы и национальную оборону.

Цель 2: Ускорение передачи новых технологий в производство для коммерческой и общественной выгоды.

---

<sup>3</sup> Эрлих Генрих. Нанотехнологии как национальная идея // Химия и жизнь, 2008, №3.

<sup>4</sup> The National Nanotechnology Initiative - Strategic Plan. December 2007 ([www.nano.gov](http://www.nano.gov)). Материалы этого плана взяты за основу при написании данной статьи.

<sup>5</sup> The National Nanotechnology Initiative: Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel. Report of President's Council of Advisors on Science and Technology. April 2008.

<sup>6</sup> The National Nanotechnology Initiative. Strategy for Nanotechnology-Related Environmental, Health, and Safety Research. Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering and Technology Committee on Technology National Science and Technology Council. February, 2008.

Цель 3: Развитие образовательных ресурсов, человеческого капитала, соответствующей инфраструктуры как условий успешного продвижения в нанотехнологической сфере.

Цель 4: Обеспечение ответственного развития нанотехнологии. Речь идет о том, чтобы максимизируя выгоды от нанотехнологии, не забывая о потенциальных рисках и развивать средства управления ими.

Национальная нанотехнологическая инициатива создает основу для разнообразных программ исследований и разработок в сфере нанотехнологии, определяя общие цели, приоритеты и стратегии и доводя их до отдельных участников. Такая координация создает синергический эффект, обеспечивает повышение отдачи от направляемых в эту сферу ресурсов. В настоящее время НИИ охватывает деятельность двадцати пяти федеральных агентств. У тринадцати из них имеются свои бюджеты нанотехнологических исследований и разработок. Собственного бюджета у Национальной нанотехнологической инициативы нет, однако через планирование бюджетов агентств она влияет на формирование Федерального бюджета.

НИИ – это стратегический план, фиксирующий консенсус участвующих агентств относительно целей и приоритетов действий в нанотехнологической сфере. В соответствии с этим планом каждое из агентств в пределах своей компетенции выполняет собственные нанотехнологические программы, получающие через НИИ межведомственную согласованность. НИИ дает не просто общие целевые установки, но выявляет главные проблемные области, где необходимо сосредоточение ресурсов для обеспечения успеха всей инициативы. В рамках НИИ выделяются как важнейшие прикладные возможности нанотехнологий, так и исследовательские задачи, решение которых имеет критическое значение для реализации этих возможностей. Таким образом, ведомственные амбиции и интересы подчиняются национальным целям.

## **2. Программные направления Национальной нанотехнологической инициативы**

Программные направления являются главными предметными областями, в которые сгруппированы взаимосвязанные проекты НИИ. Эти направления служат организационной основой для реализации этой инициативы. Продвижение в выделенных направлениях принципиально важно для достижения целей НИИ. Инвестиции в каждую из предметных областей отражаются в ежегодном НИИ приложении к Бюджетному посланию Президента. Восемь программных направлений нанотехнологической инициативы определены следующим образом:

1. Основы наноявлений и нанопроцессов: наращивание фундаментальных знаний в физических, биологических, и технических науках относительно того, что происходит в наномире. Разработка научных и технических принципов, связанных с наноструктурами, процессами и механизмами.
2. Наноматериалы: исследования, нацеленные на открытие новых наноматериалов и нооструктур и выявление их свойств, на расширение возможностей проектирования и

синтезирования контролируемым образом наноматериалов и наноструктур с заданными свойствами.

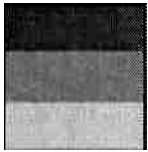
3. Наноинструменты и системы: развитие нанотехнологических научных и технических принципов для создания новых или совершенствования существующих инструментов и систем. Использование наноструктур и наноматериалов для повышения их эффективности или функциональных возможностей. Применяемые при этом знания и технологии должны относиться к наносфере, однако на улучшаемые инструменты и системы такое ограничение не распространяется.
4. Нанометрология и стандарты для нанотехнологии: продвижение в этом направлении является важным фактором новых достижений в нанотехнологических исследованиях, коммерциализации их результатов и включает разработку следующего поколения инструментов для определения характеристик, синтеза и проектирования наноматериалов, структур, устройств и систем. Сюда относятся и меры, связанные с развитием стандартов, включая стандарты для спецификации материалов, их тестирования и изготовления.
5. Нанопроизводство: исследования, нацеленные на обеспечение возможностей массового, надежного и рентабельного производства наноматериалов, структур, устройств и систем.
6. Нарращивание абсорбционного потенциала: Оказание консультационных услуг и другие меры по поддержке и развитию национальной научной инфраструктуры для осуществления нанотехнологических исследований и технических разработок, включая укрепление связей между наукой и производством.
7. Окружающая среда, здоровье и безопасность: Изучение влияния нанотехнологий на экологию, здоровье и безопасность, оценка соответствующих рисков, поиски методов управления ими.
8. Образование и социальные эффекты: образовательные меры, включая подготовку материалов для школ и студенческих программ, техническое обучение и общественные коммуникации. Исследование, направленное на выявление и оценку разных аспектов влияния нанотехнологий на общество, включая социальные, экономические, образовательные, этические и правовые последствия.

В стратегическом плане ННИ в редакции 2004 года фигурировали семь программных направлений, включая социальную предметную область. Для лучшего понимания задач национальной нанотехнологической инициативы и управления ее ресурсами в новой редакции ННИ эта предметная область разделена на два программных направления: Окружающая среда, здоровье и безопасность и Образование и социальные эффекты.

Предметные области выделяют направления инвестиций, необходимых для достижения целей ННИ. Таблица 1 показывает связи между программными направлениями и этими целями. Видно, что для каждой цели важно продвижение по нескольким направлениям. Вместе с тем, отдельные цели формируют свои приоритеты среди программных направлений. С другой стороны, каждое из этих направлений имеет свою ведущую цель.

Таблица 1

Связь между программными направлениями и целями ННИ

Связь		Цель 1: Реализация программы научных исследований мирового класса в сфере нанотехнологий	Цель 2: Ускорение передачи новых технологий в производство для коммерческой и общественной выгоды	Цель 3: Развитие образовательных ресурсов, человеческого капитала, соответствующей инфраструктуры как условий успешного продвижения в нанотехнологической сфере	Цель 4: Обеспечение ответственного развития нанотехнологии
Основы наноявлений и нанопроцессов		критическая	первичная	первичная	первичная
Нanomатериалы		критическая	первичная	первичная	первичная
Наноинструменты и системы		первичная	критическая	первичная	первичная
Нанометрология и стандарты для нанотехнологии		первичная	первичная	первичная	критическая
Нанопроизводство		первичная	критическая	первичная	первичная
Наращивание абсорбционного потенциала		первичная	первичная	критическая	первичная
Окружающая среда, здоровье и безопасность		первичная	первичная	первичная	критическая
Образование и социальные эффекты		первичная	первичная	первичная	критическая

Источник: The National Nanotechnology Initiative - Strategic Plan. December 2007.

Программные направления разворачиваются в задачи соответствующих групп агентств. Таким образом выявляются возможности ускорения реализации целей ННИ через улучшение координации деятельности агентств. Для агентств, имеющих ННИ бюджеты, теснота связей, показанных в таблице 2, примерно соответствует уровню отвечающих этой инициативе инвестиций.

Однако миссии и тех агентств, у которых нет таких бюджетов, могут иметь широкое пересечение с задачами ННИ. Управление по контролю за продуктами и лекарствами (Food and Drug Administration или FDA) регулирует широкий ассортимент товаров, включая продукты,



косметику, лекарства и ветеринарные продукты, некоторые из которых используют нанотехнологии или содержат наноматериалы. Таким образом, для выполнения FDA его регулирующей миссии необходимы исследования биологического взаимодействия наноматериалов.

Таблица 2

Связи между программными направлениями и миссиями агентств-участников НИИ

■ - Первичные □ - Вторичные

Агентства	Программные направления	Основы наноявлений и нанопроцессов	Наноматериалы	Наноинструменты и системы	Нанометрология и стандарты для нанотехнологии	Нанопроизводство	Наращивание абсорбционного потенциала	Окружающая среда, здоровье и безопасность	Образование и социальные эффекты
BIS (DOC)		□	■	■	■	□			
CPSC		□	□	■	■	□		■	□
CSREES (USDA)		□	■	■	□	□		□	■
DOD		■	■	■	□	■	□	□	□
DOEd								□	■
DOE		■	■	□	□	□	■	□	□
DHS		■		■	■		□		
DOJ				■					
DOL			□			□		■	■
DOS		□	□	□	□	□	□	■	■
DOT		■	□	■		■		■	
DOTreas			■	■					
EPA		□	■	■	□	■		■	□
FDA (HHS)		□	□	■	□	□		■	
FS (USDA)		□	■	■	□	■		□	
IARPA		□	■	■		□			
ITC			■	■		■			
NASA		□	■	■		□	□		
NIH (HHS)		■	□	■	□			■	□
NIOSH (HHS)			□			□		■	□
NIST (DOC)		■	■	□	■	■	□	□	
NRC					■				
NSF		■	■	□	□	■	■	■	■
USGS (DOI)		■			■			■	
USPTO (DOC)			■	■	■	■			

Источник: The National Nanotechnology Initiative - Strategic Plan. December 2007.

В таблице 2:

- BIS (DOC) - Bureau of Industry and Security (Бюро по промышленности и Безопасности-подразделение Министерства торговли);
- CPSC - Consumer Product Safety Commission (Комиссия по безопасности потребительских продуктов);
- CSREES (USDA) - Cooperative State Research, Education, and Extension Service (Агентство Министерства сельского хозяйства, занимающееся биологическими, физическими и социальными исследованиями, связанными с сельскохозяйственной наукой, экономическим анализом, статистикой, высшим образованием);
- DHS - Department of Homeland Security (Министерство национальной безопасности);
- DOD - Department of Defense (Министерство обороны);
- DOE - Department of Energy (Министерство энергетики);
- DOEd - Department of Education (Министерство образования);
- DOJ - Department of Justice (Министерство юстиции);
- DOL - Department of Labor (Министерство труда);
- DOS - Department of State (Госдепартамент);
- DOT - Department of Transportation (Министерство транспорта);
- DOTreas - Department of the Treasury (Казначейство);
- EPA - Environmental Protection Agency (Управление по охране окружающей среды);
- FDA (HHS) - Food and Drug Administration (Управление по контролю за продуктами и лекарствами – подразделение Министерства здравоохранения);
- FS (USDA) - Forest Service (Лесная служба – Агентство Министерства сельского хозяйства);
- IARPA - Intelligence Advanced Research Projects Activity (Агентство по проектам передовых исследований);
- ITC - International Trade Commission (Международная торговая комиссия);
- NASA - National Aeronautics and Space Administration (Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства);
- NIH - National Institutes of Health (Национальный институт здоровья);
- NIOSH (HHS) - National Institute for Occupational Safety and Health / Centers for Disease Control and Prevention (Национальный институт профессиональной безопасности и здоровья / Центр профилактики и контроля болезней – подразделение Министерства здравоохранения);
- NIST (DOC) - National Institute of Standards and Technology (Национальный институт стандартов и технологий – подразделение Министерства торговли);
- NRC - Nuclear Regulatory Commission (Комиссия по ядерному урегулированию);
- NSF - National Science Foundation (Национальный научный фонд);
- USGS (DOI) - U.S. Geological Survey (Американское агентство по природным ресурсам – подразделение Министерства внутренних дел);

USPTO (DOC) - U.S. Patent and Trademark Office (Американское бюро по патентам и торговым маркам – подразделение Министерства торговли).

Среди других участников научного профиля Национально нанотехнологической инициативы: Комитет по науке Национального совета по науке и технологиям, Комитет по технологиям Национального совета по науке и технологиям, Национальный институт рака, Лаборатория нанотехнологических характеристик, Национальный институт экологических наук о здоровье, Национальное нанотехнологическое координационное бюро, Подкомитет по науке, инженерии и технологии на наноуровне, Исследовательский центр нанонауки Министерства энергетики, Национальный совет по науке и технологиям, Президентский комитет советников по науке и технике, Рабочая группа по глобальным нанотехнологическим проблемам, Рабочая группа по применению нанотехнологии в охране окружающей среды и здравоохранении, Рабочая группа по нанопроизводству и инновациям, Национальная консультативная группа по нанотехнологиям, и др.

### **3. От стратегических целей нанотехнологической инициативы к их реализации**

*Цель 1: Реализация программы научных исследований мирового класса в сфере нанотехнологий.*

Меры по реализации этой цели включают инвестиции по разным направлениям исследований и разработок, определение передовых рубежей нанотехнологических исследований, координацию инвестиций через агентства, развитие сотрудничества в сфере нанотехнологических исследований.

**Направления инвестиций в исследования и разработки.** НИИ финансирует развитие как отдельных наук, так и междисциплинарные исследования, охватывающие биологию, химию, физику, материаловедение и др. Средства вкладываются в фундаментальные исследования, прикладные разработки, развитие технологии. Поддержку получают индивидуальные исследователи, творческие коллективы и научные центры.

Финансирование индивидуальных исследователей позволяет НИИ поддерживать широкий диапазон идей, включая исследовательские предложения, которые, в случае успеха, могут привести к многообещающим результатам. Деятельность творческих коллективов способствует осуществлению междисциплинарных исследований, углублению знаний о наномире. Значительные средства предоставляются крупным исследовательским центрам. Такие центры способны усилить федеральные инвестиции, вкладывая собственные средства в инструменты и оборудование из других источников. Предоставление возможностей использования уникального оборудования широкому кругу исследователей в центрах коллективного пользования – принципиальный элемент научной инфраструктуры НИИ.

**Определение передовых рубежей нанотехнологических исследований.** Разработка и реализация программы научных исследований мирового класса требует выявления, оценки возможностей и стимулирование именно новых идей. *Эффективное средство выявления перспективных направлений – формирование и государственная поддержка рабочих групп,*



нацеленных на осмысление и прогнозирование существующих и будущих вызовов и ответов на них. Такие рабочие группы включают экспертов от академии наук, правительства и промышленности, чтобы определить возможности и потребности, предложить механизмы реализации возможностей и потребностей, рекомендовать стратегии координации усилий и повышения отдачи от средств, выделяемых агентствами (министерствами, комиссиями, агентствами и т.д. – исполнительными органами правительства США). Текущие области общих интересов нескольких агентств, которые станут предметами будущих рабочих групп:

- датчики и нанoeлектроника;
- энергетика;
- возможности наноматериалов;
- медицинские приложения.

**Координация инвестиций.** Ни у одного из органов Федерального правительства нет полномочий самостоятельной экспертизы нанотехнологических возможностей, выполнения всех необходимых исследований или обеспечения всех необходимых стандартов. Таким образом, во всех ключевых областях требуется координация научно-исследовательских программ НИИ между многими агентствами. Такое стремление к достижению синергического эффекта часто является единственно эффективным подходом. Даже в областях преимущественно интереса узкой группы агентств, потенциальные выгоды могут получить адекватную оценку лишь при анализе с позиций более широкой межведомственной перспективы.

Успешная координация инвестиций Федерального правительства в нанотехнологические исследования требует согласованных приоритетов. Для выработки таких приоритетов с учетом правительственных мнений представителей участвующих в НИИ агентств включают в рабочие группы, где эти приоритеты обсуждаются. Участников рабочей группы просят в предварительном порядке представить свое видение вызовов, потребностей и приоритетов для ознакомления с этими материалами заинтересованных агентств. Предусматривается участие в рабочих группах и представителей общественности. Принятие общих решений в рамках НИИ происходит с учетом результатов деятельности этих групп.

**Взаимодействие и сотрудничество.** Признавая междисциплинарную природу нанотехнологии и уникальные области компетенции различных федеральных научных агентств, эти агентства рассматривают возможности обмена своими специалистами. Такие обмены усиливают межведомственные связи в областях взаимного интереса и расширяют кругозор федеральных специалистов. Ученые с опытом работы в других агентствах лучше подготовлены для помощи своим агентствам в разработке и осуществлении программ исследований. Помимо содействия такого рода обменов в стратегическом плане НИИ предусматривается проработка возможностей организации, где оправдано, подобных обменов между агентствами и промышленностью. Международное сотрудничество будет развиваться через участие в многосторонних организациях и через существующие соглашения о науке и технике с другими странами.

*Цель 2: Ускорение передачи новых технологий в производство для коммерческой и общественной выгоды.*

Для реализации достижений мирового класса исследований важно обеспечить передачу их результатов в практику, способствовать коммерциализации новых нанотехнологий. В соответствии со стратегическим планом ННИ будет содействовать этому через обмен информацией с ведущими отраслями промышленности, включая информацию о ее технологических потребностях.

**Координация с промышленностью.** Инструментом такой координации выступают группы связи, включающие представителей правительства и частного сектора и позволяющие обмениваться информацией о программах исследования ННИ и выявлять потребности промышленности на ранних стадиях их формирования. Такие группы работают в электронной и химической промышленности. В повестке дня формирование подобных групп в других секторах.

Взаимодействие с промышленностью во всех стадиях инновационного процесса ускоряет превращение лабораторных разработок в рыночный продукт. Группы связи и рабочие группы ННИ помогают агентствам выявить исследования, имеющие конкурентоспособную перспективу в промышленном использовании.

Повышению отзывчивости науки на запросы промышленности призвано служить и участие представителей промышленности в наблюдательных советах исследовательских центров. С другой стороны, сотрудничество с промышленностью помогает оценке реальных эффектов нанотехнологических нововведений.

Стратегическим планом предусматривается дальнейшее использование уже существующих механизмов передачи технологии для коммерческого развития, таких программ как «Инновационные исследования в малом бизнесе», «Передача технологий малому бизнесу», «Промышленные технологии». Эти программы не нацелены непосредственно на нанотехнологии; однако агентства могут выдвинуть их на первый план, стимулируя активность в соответствующем направлении.

**Создание благоприятной деловой среды.** Защита интеллектуальной собственности особенно важна в ранних стадиях развития технологии. Американское бюро по патентам и торговым маркам (USPTO) продолжает развивать свои способности в оценке изобретений, основанных на достижениях в нанотехнологии.

Важным аспектом ННИ является создание благоприятной международной торговой среды для коммерциализации нанотехнологии. Этому служит международная координация нанотехнологических исследований, связанных с экологией, здравоохранением и безопасностью, разработок необходимых для развития торговли стандартов через американское участие в нанотехнологических мероприятиях, спонсируемых Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР), Международной организацией по стандартизации и другими международными организациями. Поддержка развития соответствующих стандартов расчищает пути для продвижения нанотехнологической продукции американских компаний на внутренний и международные рынки.

**Меры вне федеральной программы нанотехнологических исследований.** ННИ в дополнение к федеральной программе нанотехнологических исследований сотрудничает с другими правительственными и неправительственными организациями, заинтересованными в укреплении американского потенциала нанотехнологии, повышении коммерческой и социальной отдачи от него.

Многие региональные организации, органы власти штатов и местные органы власти предпринимают шаги по формированию нанотехнологических кластеров, объединяющих университеты, инвесторов, фирмы с общими производственными процессами, потребителей и поставщиков этих фирм.

*Цель 3: Развитие образовательных ресурсов, человеческого капитала, соответствующей инфраструктуры как условий успешного продвижения в нанотехнологической сфере.*

Хорошо образованное население, высококвалифицированная рабочая сила имеют большое значение для успеха ННИ. Программы в области нанонауки, инженерии и технологии призваны помочь вырастить новое поколение исследователей и изобретателей для этой области науки и производства.

Большое значение имеет здесь и поддерживающая материальная инфраструктура в виде специализированных сооружений и оборудования. В рамках ННИ создана сеть междисциплинарных исследовательских центров и центров коллективного пользования с современным оборудованием для научных и прикладных нанотехнологических исследований. Федеральное финансирование этих капиталоемких услуг исследования делает их доступными для широких кругов исследователей.

**Нанотехнологическое образование.** Поддерживаемые ННИ исследовательские программы в сфере нанотехнологий стимулируют подготовку соответствующих специалистов в университетах и колледжах. Предпринимаемые в этом направлении меры включают:

- совершенствование существующих программ, разработанных для продвижения нанотехнологических знаний в среднюю и высшую школу;
- развитие образовательных модулей, включающих нанотехнологию в учебные планы разных дисциплин;
- расширение международного обмена студентов и исследователей, работающих в связанных с нанотехнологией областях;
- организация курсов, например летних школ, для ознакомления преподавателей и студентов с возможностями поддерживаемых ННИ научных центров.

**Подготовка рабочей силы для нанотехнологий.** Эта рабочая сила должна включать исследователей нанотехнологии, технический персонал, инженеров - технологов, и рабочих производства. Для развития такой рабочей силы ННИ помимо представленных выше образовательных программ будет поддерживать развитие партнерства между промышленностью и образованием.

**Полное использование НИИ инфраструктуры.** Широкому доступу, к обширной инфраструктуре, созданной за прошлые семь лет и включающей исследовательские центры и центры коллективного пользования, до сих пор уделялось большое внимание в НИИ. Сохранение такого доступа для малых предприятий, исследователей из академических и промышленных кругов планируется и в дальнейшем. Обеспечение полной укомплектованности центров с учетом потребностей в обновлении оборудования остается заботой НИИ. Меры по интенсификации использования НИИ инфраструктуры включают:

- распространение информации о доступности различных пользовательских услуг и возможностях сотрудничества с учеными в исследовательских центрах НИИ;
- развитие информации об оборудовании, которое имеется в центрах коллективного пользования;
- предоставление опытных специалистов для обучения пользователей управлению доступным оборудованием;
- модернизация оборудования для сохранения передового уровня услуг;
- координация информационного обмена между исследовательскими организациями, центрами коллективного пользования, в частности, информацией, касающейся методов безопасной обработки наноматериалов.

*Цель 4: Обеспечение ответственного развития нанотехнологии.*

Ответственное развитие нанотехнологий предполагает, что федеральное правительство принимает во внимание их влияние экологию, здоровье людей, общественные отношения. Такой подход приводит к необходимости поддержки фундаментальных исследований, направленных на изучении этого влияния.

Ответственное развитие нанотехнологии также влечет за собой выстраивание взаимодействия с заинтересованными лицами, обмен с ними информацией о возможных рисках и путях их снижения. Такое взаимодействие помогает общественности и агентствам НИИ принимать хорошо осведомленные решения на доверительной основе.

**Влияние нанотехнологий на экологию и здоровье людей.** Агентства НИИ профинансировали первоочередные, основополагающие исследования в этом направлении. Свой вклад в оценку нанотехнологических рисков вносит их изучение промышленностью и другими странами. Американское участие в международных усилиях по анализу рисков нанотехнологий не отменяет собственных параллельных исследований. Тем самым поддерживается возможность самостоятельных оценок США в этой сфере. Готовится документ, раскрывающий стратегию и приоритеты соответствующих исследований в рамках НИИ.

**Социальные измерения нанотехнологий.** Нанотехнология, как другие новые области технологии, способны оказать на общество труднопредсказуемое влияние. Речь идет об исследовании этических, юридических и социальных эффектов нанотехнологии. При поддержке Национального научного фонда два исследовательских центра сосредоточились на исследовании социальных измерений нанотехнологии. К социальным эффектам относят, в

частности, доступ к благам, которые получаются в результате применения нанотехнологий, их влияние на рынок труда, вопросы конфиденциальности, возникающие в силу наличия сенсоров, реализованных на основе нанотехнологий.

Социальные эффекты нанотехнологии – еще одно обстоятельство, определяющее важность информирования общественности о результатах и планах НИИ. Помимо вебсайтом НИИ ([www.nano.gov](http://www.nano.gov)) для этих целей используются основанная Национальным научным фондом сеть (Nanoscale Informal Science Education), круглые столы и другие формы взаимодействия с общественностью.

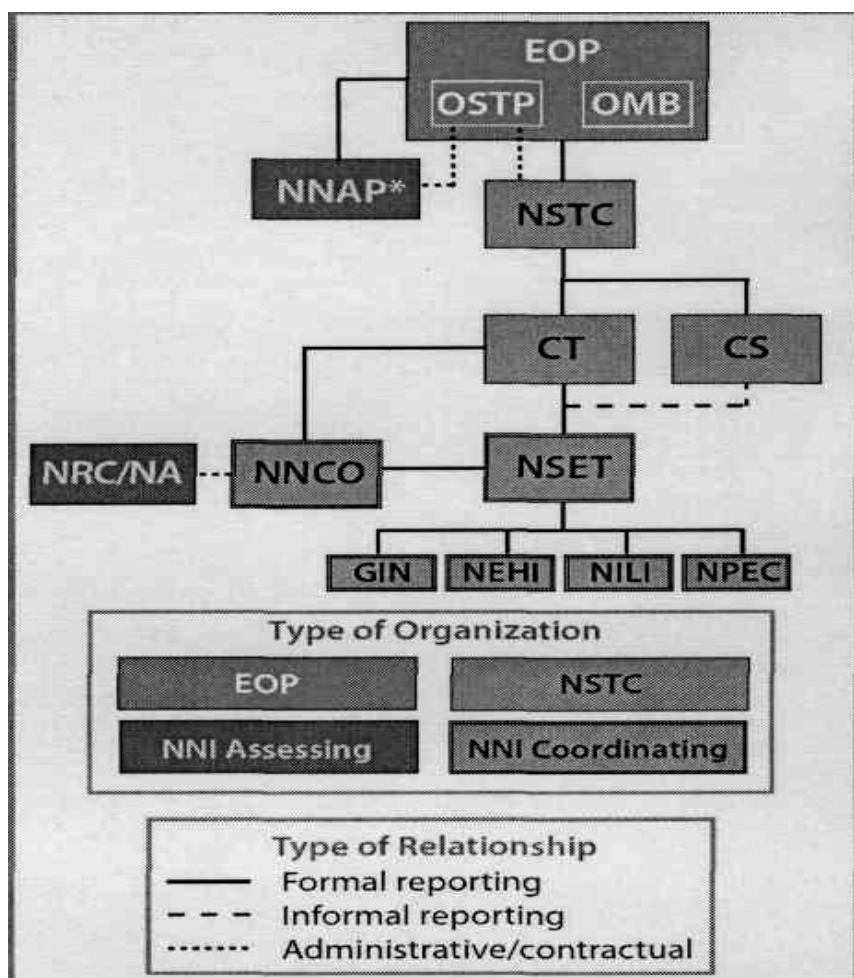
#### **4. Организационное обеспечение Национальной нанотехнологической инициативы США**

Координацию действий Федерального правительства в сфере нанотехнологических исследований осуществляет Подкомитет по науке, инженерии и технологии на наноуровне (NSET). Этот подкомитет работает под руководством Национального совета по науке и технологиям (NSTC) как подразделения Комитета по технологии (СТ). Функции исследования, развития выполняются участвующими в НИИ агентствами. Неправительственные организации периодически анализируют реализацию НИИ и дают рекомендации по ее совершенствованию. Общая схема взаимодействия партнеров по НИИ представлена на рис. 1. Роли отдельных партнеров описаны ниже.

**Предистория.** Зарождение НИИ относится к сентябрю 1998, когда была сформирована Межведомственная рабочая группа по нанотехнологии. Эта рабочая группа спонсировала семинары и исследования для определения роли государства в развитии нанотехнологической науки и техники и прогноза их будущего развития. Два года спустя эти усилия трансформировались в федеральную инициативу. Подкомитет NSET был организован под NSTC Комитета по технологии, чтобы служить органом, ответственным за межведомственную координацию. Национальное нанотехнологическое координационное бюро (NNCO) было впоследствии создано целью технической и административной поддержки деятельности Подкомитета по науке, инженерии и технологии на наноуровне.

В 2003 г. президент США подписал закон 108-153, который называется «Акт об исследованиях и развитии нанотехнологии в XXI веке». Тем самым была признана необходимость скоординированной федеральной программы для нанотехнологических исследований и разработок. Этот закон формализовал многие координационные структуры, организованные NSTC, и определил дополнительные механизмы, призванные гарантировать проведение Правительством гласной, с информированием общественности политики в сфере нанотехнологических исследований. Этим законодательным актом закреплено участие в НИИ двух неправительственных организаций: Национального нанотехнологического координационного совета (NNAP) и Национального исследовательского совета при Национальных академиях (NRC/NA), на которые возложены функции периодической оценки (экспертизы) НИИ.





**Рис. 1. Организации, участвующие в координации и экспертизе НИИ**

Источник: The National Nanotechnology Initiative - Strategic Plan. December 2007.

EOP - Executive Office of the President – Администрация президента;

OSTP - Office of Science and Technology Policy (EOP) – Департамент научной и технологической политики;

OMB - Office of Management and Budget (EOP) – Департамент управления и бюджета;

NNAP - National Nanotechnology Advisory Panel – Национальный нанотехнологический координационный совет;

NNCO - National Nanotechnology Coordination Office - Национальное нанотехнологическое координационное бюро;

NSET - Nanoscale Science, Engineering, and Technology Subcommittee of the NSTC - Подкомитет по науке, инженерии и технологии на наноуровне;

NSTC - National Science and Technology Council - Национальный совет по науке и технологиям;

NRC/NA - National Research Council of the National Academies - Национальный исследовательский совет при Национальных академиях;

CS - Committee on Science of the NSTC – Комитет по науке;

CT - Committee on Technology of the NSTC – Комитет по технологии;

GIN - Global Issues in Nanotechnology Working Group of the NSET Subcommittee - Рабочая группа по глобальным нанотехнологическим проблемам;

NEHI - Nanotechnology Environmental and Health Implications Working Group of the NSET Subcommittee - Рабочая группа по применению нанотехнологии в охране окружающей среды и здравоохранении;

NILI - Nanomanufacturing, Industry Liaison, and Innovation Working Group of the NSET Subcommittee - Рабочая группа по нанопроизводству и инновациям;

NPEC - Nanotechnology Public Engagement and Communications Working Group of the NSET Subcommittee – Нанотехнологическая рабочая группа по связям с общественностью.

**Подкомитет по науке, инженерии и технологии на наноуровне (NSET) и его рабочие группы.** Среди координационных функций этого подкомитета – совершенствование стратегического плана ННИ, подготовка ННИ приложений к бюджетному посланию Президента, финансирование рабочих групп, обеспечивающих выработку правительственных решений по нанотехнологическим вопросам. Каждое агентство, участвующее в ННИ, представлено в этом подкомитете. Заседания подкомитета происходят не менее шести раз в год.

Работая в составе подкомитета, агентства-участники ННИ формируют общие цели, определяют приоритеты и вырабатывают планы для ННИ. Такие разработки направляются в агентства для подготовки мер по осуществлению запланированных исследований и разработок. Подкомитет не только планирует, но и обеспечивает финансирование мероприятий, направленных на достижение целей ННИ. Финансирование осуществляется через агентства. Подкомитет взаимодействует с заинтересованными академическими кругами, промышленностью, представителями штатов и местных властей, с международными организациями. О своих действиях подкомитет отчитывается перед комитетом по науке (CS) Национального совета по науке и технологиям (NSTC).

В настоящее время при Подкомитете по науке, инженерии и технологии действуют четыре рабочие группы.

**Рабочая группа по глобальным нанотехнологическим проблемам.** Эта рабочая группа координирует международные действия в сфере нанотехнологии, ведет мониторинг иностранных нанотехнологических программ, стремится к расширению международного сотрудничества в нанотехнологических исследованиях. В составе рабочей группы есть представители от всех федеральных агентств, у которых есть программы исследований по нанотехнологии, а так же от многочисленных агентств, вовлеченных в международные отношения.

Международное сотрудничество в нанотехнологических исследованиях, особенно *во внеконкурентной и предконкурентной сферах* отвечает как целям ННИ, так и собственным

целям иностранных партнеров. Такое сотрудничество признается важным для обеспечения безопасного и ответственного использования нанотехнологии во всем мире.

**Рабочая группа по применению нанотехнологии в охране окружающей среды и здравоохранении.** Чтобы полностью реализовать позитивный потенциал нанотехнологии, важно знать, как безопасно использовать спроектированные наноматериалы в лаборатории, в производстве, на рабочих местах и в потребительских товарах, понять возможное влияние таких материалов на экологию и здоровье. Рабочая группа координирует усилия ННИ по обеспечению каналов для обмена информацией и выработке стратегии исследований нанотехнологических рисков и мер по защите от таких рисков.

Эти исследования должны обеспечить глубокое понимание того, как материал наноразмеров взаимодействует на молекулярном и клеточном уровне, каково взаимодействие наноматериалов с окружающей средой, каковы жизненный цикл, способ транспортировки, трансформация наноматериалов в окружающей среде и сроки их существования, как идентифицировать и характеризовать потенциальное воздействие наночастиц на человеческий организм и развить соответствующие методы контроля воздействия при работе с наноматериалами.

**Рабочая группа по нанопроизводству и инновациям.** Технологические нововведения во многом определяют смысл ННИ. Они требуют тесного сотрудничества всех участников инновационного процесса: исследователей, руководителей промышленных предприятий, правительственных органов, инвесторов. Рабочая группа разрабатывает меры, призванные облегчить нанотехнологические нововведения, ускорить промышленное внедрение нанотехнологий, расширить обмен между федеральными агентствами, академическими кругами, штатами и местными организациями. Соответствующие меры Федерального правительства включают межведомственное сотрудничество в области стандартов, спецификации, прикладных нанотехнологических исследований, осуществление программ стимулирования инновационной активности малых предприятий.

Группы связи с промышленностью, в которых участвуют представители бизнеса и ННИ - ключевой инструмент коммерциализации результатов нанотехнологических исследований. Эти группы рассматривают коммерческие перспективы таких исследований, намечают новые их направления, выявляют лучшие методы передачи технологии; ищут возможности для ускорения необходимых производству нанотехнологических стандартов, терминологии, спецификации, методов наноизмерений.

**Нанотехнологическая рабочая группа по связям с общественностью.** Эта рабочая группа координирует и поддерживает агентства-участники ННИ в их усилиях по повышению информированности общественности, политиков и других заинтересованных групп о нанотехнологии и ее значении, о ННИ. В сфере внимания рабочей группы такое формирование приоритетов нанотехнологических исследований, которое учитывало общественную озабоченность как связанными со здоровьем, экологическими, так и этическими, юридическими и социальными последствиями нанотехнологических нововведений.

**Национальное нанотехнологическое координационное бюро (NNCO).** В рамках технической и административной поддержки Подкомитета по науке, инженерии и технологии на наноуровне это бюро координирует подготовку и публикацию документов о планах и финансировании НИИ, организует заседания Подкомитета NSET и его рабочих групп. Бюро организационно обеспечивает деятельность и других финансируемых НИИ рабочих групп, готовит и публикует их отчеты. По запросам Конгресса NNCO координирует подготовку информации о НИИ для него. Директор NNCO инициирует работу над трехлетним аналитическим обзором НИИ, выполняемым Национальным исследовательским советом при Национальных академиях (NRC/NA). NNCO организует как общественные обсуждения в разной форме (интернет конференции, семинары и др.), так и образовательные мероприятия по нанотехнологической тематике.

Финансируется NNCO за счет агентств-участников Подкомитета NSET. Белый дом в лице сопредседателя Национального совета по науке и технологиям (NSTC) назначает Директора NNCO по согласованию с сопредседателем Подкомитета NSET.

**Администрация президента (EOP).** Представители администрации президента участвуют в деятельности НИИ, чтобы обеспечить согласованность и скоординированность мероприятий НИИ и правительственных приоритетов. Основную роль здесь играют такие подразделения администрации как Департамент научной и технологической политики (OSTP) и Департамент управления и бюджета (OMB).

Департамент научной и технологической политики обеспечивает межведомственную координацию политики в сфере науки и техники и руководит деятельностью Национального совета по науке и технологиям. Представитель OSTP в Подкомитете NSET является его сопредседателем. Таким образом достигается, с одной стороны, информированность администрации президента, с другой – правительственная поддержка мероприятий НИИ.

Департамент управления и бюджета отвечает за координацию бюджетов агентств и финансирования исследований в рамках НИИ. Каждый год этот департамент собирает информацию о совокупных федеральных инвестициях в нанотехнологические исследования, и о соответствующих инвестициях отдельных агентств.

**Экспертиза НИИ.** Ежегодный межведомственный анализ результатов реализации целей и приоритетов НИИ прилагается к бюджетному посланию президента. Этот анализ, фактически являющийся ежегодным отчетом, охватывает (1) действия Подкомитета NSET и (2) мероприятия, касающиеся четырех целей НИИ.

Законом («Акт об исследованиях и развитии нанотехнологии в XXI веке») установлена периодическая экспертиза НИИ внешними консультативными органами. Речь идет об использовании двух независимых экспертных органов. Во-первых, при президенте действует Национальный нанотехнологический координационный совет (NNAP), консультирующий президента и Национальный совет по науке и технологиям в вопросах, касающихся НИИ. Этот экспертный орган должен давать оценку федеральной программе нанотехнологических исследований каждые два года. Члены NNAP – руководители промышленности и академических исследовательских институтов с обширным опытом в управлении большими

организациями науки и техники. Кроме того, NNAP определил группу экспертов по нанотехнологии, вносящих свой вклад в подготовку аналитических обзоров NNAP.

Во-вторых, в соответствии с Законом раз в три года экспертизу НИИ должен проводить Национальный исследовательский совет при Национальных академиях (NRC/NA). К этой экспертизе привлекается широкий круг специалистов в области нанотехнологии. Таким образом правительство получает независимую оценку своей политики в сфере науки, технологии, здравоохранения.

Выполненные экспертизы (первый обзор NNAP был выпущен в мае 2005, первый обзор NRC/NA был закончен в ноябре 2006) ориентировали на усиление внимания к исследованиям нанотехнологических рисков, к подготовке рабочей силы и специалистов. Новый аналитический доклад по НИИ, подготовленный Национальным нанотехнологическим координационным советом, опубликован в апреле 2008 года.<sup>7</sup>

Российские программные документы в сфере нанотехнологий в определенной мере учитывают опыт Национальной нанотехнологической инициативы США. Вместе с тем остается актуальной задача более четкой проблемной ориентации российской государственной политики в этой сфере. Полезен опыт НИИ и для совершенствования координации нанотехнологических действий отечественных государственных органов между собой и с бизнесом. Важным принципом Национальной нанотехнологической инициативы США является фактическое дублирование как независимой экспертизы результатов реализации НИИ, так и независимой подготовки рекомендаций по дальнейшему развитию нанотехнологий.

---

<sup>7</sup> The National Nanotechnology Initiative: Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel. Report of President's Council of Advisors on Science and Technology. April 2008.