

# **КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У ШКОЛЬНИКОВ ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССОВ И СТУДЕНТОВ УЧРЕЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

**Е.Н. Надеждин**

## **Введение**

Начало XXI века ознаменовано началом новой научно-технической революции, важнейшей особенностью которой является стремительный переход к комплексному освоению и внедрению высоких технологий и соответствующей им техники. Фундаментальные и прикладные исследования в области нанотехнологий открывают перед цивилизацией беспрецедентные возможности и, по консолидированному мнению экспертов, могут стать ключом к будущему жизнеобеспечению человечества в различных сферах его деятельности.

В интересах удовлетворения потребностей развивающейся российской nanoиндустрии в специалистах с хорошей фундаментальной подготовкой возникла необходимость динамичного сбалансированного развития образовательного сегмента национальной наносети (ННС), ориентированного на все уровни кадрового обеспечения. На эффективность принимаемых решений в области нанонауки и nanoобразования существенно влияют следующие факторы:

- многоаспектность предметной области и протяженность временного интервала, требуемого для подготовки квалифицированного специалиста;
- существенные временные и материальные затраты на обучение и адаптацию молодых дипломированных специалистов к условиям промышленного производства и рынка наноматериалов и нанотехнологий;

- консервативность существующих образовательных программ, ограничивающих предметные области знаний в условиях расширения спектра интересов нанонауки и области приложений нанотехнологии;

- неустойчивость в определении горизонтов основных промышленно значимых направлений развития индустрии наносистем.

**Концепция** имеет **основной целью** систематическое изложение принципов и направлений развития дидактических компонентов существующей системы популяризации знаний в области высоких технологий и формирования у старших школьников профильных классов и у студентов колледжей технического профиля nano-технологической культуры, отвечающей современным вызовам научно-технического прогресса.

Методологическую базу разработки концепции составили:

- передовой опыт междисциплинарной подготовки кадрового резерва для национальной нанонауки и nanoиндустрии;

- теория и методология информатизации образования;

- технология активных методов обучения с использованием средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ).

## **1. Понятийный аппарат предметной области**

**Культура** (лат. *cultura* – земледелие, воспитание, почитание) – понятие, имеющее множество значений в различных областях. Под культурой традиционно понимают области человеческой деятельности, связанные с самовыражением (религиозный культ, подражание) человека, проявлением его субъективности (характера, компетентностей, навыков, умений и знаний).

В широком смысле **культура** – исторически определенный уровень развития общества, творческих сил и способностей человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности людей, а также в создаваемых ими материальных ценностях.

**Нанотехнологическая культура** личности определим как определенный уровень развития методологических знаний, творческих сил и способностей человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности,

отношении к социально-экономическим и технологическим процессам в техносфере, а также в создаваемых им материальных ценностях, с учетом новых представлений о наноразмерных эффектах.

**Мировоззрение** (нем. *Weltanschauung*) - совокупность взглядов, оценок, принципов и образных представлений, определяющих самое общее видение, понимание мира, места в нем человека, а также - жизненные позиции, программы поведения, действий людей. Мировоззрение придает человеческой деятельности организованный, осмысленный и целенаправленный характер.

**Научное мировоззрение** выводит общие принципы строения мира и закономерности его развития, основываясь на данных конкретных наук, обобщая эти данные. Однако связь между научным мировоззрением и конкретными науками не односторонняя. В свою очередь научное мировоззрение вооружает конкретные науки общей теорией строения мира, научным методом познания и преобразования действительности. Это позволяет конкретным наукам более успешно раскрывать тайны материального мира. Такая двусторонняя связь научного мировоззрения и конкретных наук является свидетельством их родственности: и то и другое относится к понятию «наука».

**Нанотехнология** определяется нами как совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, хотя бы в одном измерении, и в результате этого получившие *принципиально новые качества*, позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба.

Практический аспект нанотехнологий включает в себя производство устройств и их компонентов, необходимых для создания, обработки и манипуляции атомами, молекулами и наночастицами. Подразумевается, что не обязательно объект должен обладать хоть одним линейным размером менее 100 нм – это могут быть макрообъекты, атомарная структура которых контролируемо создается с разрешением на уровне отдельных атомов, либо же содержащие в себе нанобъекты. В более широком смысле этот термин

охватывает также методы диагностики, карактерологии и исследований таких объектов.

Качественное отличие нанотехнологии от традиционных естественнонаучных дисциплин связано с проявлением нелинейных наноэффектов, когда привычные, макроскопические технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее.

## **2. Новые условия осуществления образовательной деятельности.**

### **Принципы междисциплинарной подготовки кадров**

Современный этап научно-технической революции развивается в условиях затяжного мирового финансового кризиса. Находясь в состоянии глубокой модернизации, система отечественного образования пока не может адекватно ответить на вызовы времени и приступить к реализации масштабных задач по обеспечению кадрового резерва инновационной экономики. Ситуация усугубляется естественными процессами, обусловленными переходом к двухуровневой системе профессионального образования. Нестабильность и ограниченность финансовой базы многих образовательных учреждений тормозит обновление лабораторной базы и освоение ИКТ.

Ослабление ведущих научных школ и частичная потеря преемственности в подготовке преподавательских кадров тормозит освоение на высоком качественном уровне новых образовательных программ. Определенные проблемы вызывает ситуация, связанная с ослаблением мотивации молодежи к выбору инженерных профессий.

Подчеркнем, что реалии наших дней требуют ускоренного формирования многоуровневой системы нанотехнологического образования: абитуриент, студент, бакалавр, магистр, аспирант, докторант. В ней особое место занимают школьники старших классов и учащиеся других типов учебных заведений. Ознакомление данной категории с основами и перспективами нанотехнологий приобретает важное значение.

Наноотрасли потребуют не только высокого уровня образованности специалистов, но и обладания интегрированными (синтезированными) знаниями из области естественно-математических, технических и гуманитарных наук. Программы подготовки специалистов-нанотехнологов должны обеспечить охват:

- а) **фундаментальных наук** (математика, физика, химия, микробиология);
- б) **инженерных наук** (механика, электротехника, биохимия, генетика;
- в) **информационных наук** (молекулярное кодирование, био-вычисление, информационное моделирование).

В настоящее время в России отсутствуют достаточные условия для воспроизводства и развития интеллектуального кадрового потенциала в ряде областей фундаментальной науки, что обуславливает высокий риск деградации отечественной фундаментальной науки и утраты престижа России как научной державы. Анализ структуры и динамики национальной экономики показывает, что существуют явные разрывы в классическом инновационном цикле и в переходе от фундаментальных исследований через научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы к коммерческим технологиям.

Низкий уровень развития сектора прикладных разработок и неразвитость инновационной инфраструктуры в части коммерциализации передовых технологий приводят к тому, что за рубеж из России поставляются преимущественно знания при крайне недостаточном уровне экспорта технологий. Ресурсы предпринимательского сектора ориентированы в основном на закупку импортного оборудования, при этом предлагаемые сектором исследований и разработок знания в большей степени востребованы за рубежом. Таким образом, капитализация изначально высокого интеллектуального ресурса происходит преимущественно за пределами России, а значительные средства предпринимательского сектора исключены из процессов воспроизводства отечественного сектора исследований и разработок.

Ключевое значение для изменения положения дел в области разработок и освоения высоких технологий имеет инновационная система непрерывного

образования, отвечающая современным требованиям и способная создать необходимый кадровый резерв развивающейся наноиндустрии.

Междисциплинарное образование «закладывается в средней школе, развивается на этапе бакалавриата, закрепляется в магистратуре, где в сопоставимых объемах осваиваются курсы физического, химического, биологического и информационного направлений...» [6, с. 21].

Объективный анализ состояния учебно-лабораторной базы ведущих вузов и научно-образовательных центров России, привлекаемой для подготовки будущих специалистов в области высоких технологий, показывает, что здесь существует множество нерешенных проблем:

- а) уникальность и высокая стоимость лабораторного оборудования;
- б) нехватка преподавателей, имеющих опыт проведения занятий по дисциплинам профессионального цикла на международном уровне и готовых к разработке учебно-методических материалов нового поколения, соответствующих требованиям ФГОС;
- в) отсутствие сформированного информационного образовательного ресурса в области нанотехнологий и в целом национальной информационной образовательной среды;
- г) относительно низкий уровень естественнонаучной подготовки абитуриентов;
- д) ослабленная мотивация обучаемых в вопросах глубокого усвоения учебной программы по направлению профессиональной подготовки.

### **3. Краткая характеристика предметной области**

Выделим следующие существенные черты образования и обучения в областях нанонауки и нанотехнологий:

- а) междисциплинарность, понимаемая как способ комплексного изучения проблемы с опорой на инструментарий нескольких дисциплин;
- б) фундаментальность – в основе лежит базовое естественнонаучное образование;

в) непрерывность: от школы к вузу и, далее, в научные исследования или практическую деятельность (технологии и бизнес);

г) широкая и многоплановая кооперация между учебными и исследовательскими институтами и производством.

В условиях принципиально изменившейся ситуации одной из основных задач высшей школы стала максимально быстрая адаптация учебного процесса, направленная на выпуск инженеров нового поколения - разработчиков высоких технологий, знающих предметную область, владеющих современной элементной базой, умеющих работать с современными инструментальными средствами проектирования, контроля и диагностики. Проведенный анализ тенденций развития таких областей как электроника, автоматика, радиотехника, информатика и связь свидетельствует о нарастании интеграционных процессов в указанных научно-технических направлениях.

Исходя из того, что нанотехнологий являются междисциплинарной областью фундаментальной и прикладной науки и техники, **основные принципы** нанообразования можно сформулировать следующим образом:

- обеспечение потребности в профилированной подготовке специалистов в области физики, химии, биологии, медицины, материаловедения и высокопроизводительных вычислений;

- вовлечение представителей различных областей знаний и профессиональных сообществ, для поддержания взаимодействия научной, образовательной и бизнес-среды в процессах формирования и актуализации образовательного контента;

- целенаправленное просвещение молодежи, формирование соответствующего научно-технического и технологического мировоззрения, позволяющего с готовностью воспринимать и диалектически оценивать новейшие достижения нанотехнологии.

#### **4. Задачи реализации концепции**

Выделим несколько взаимосвязанных задач настоящего проекта:

- создание предпосылок для устойчивого, поступательного внедрения в общественное сознание положительного имиджа нанотехнологий на уровне понимания и полной осознанности выбора заинтересованной молодежью своей будущей карьеры;

- выявление, развитие одаренности и ранняя профессиональная ориентация старших школьников;

- обеспечение углубленного изучения профилирующих предметов программы полного общего образования, а именно физики, химии, биологии, информатики, математики;

- создание условий для межпредметной интеграции на каждой ступени обучения, дифференциация содержания образования и индивидуализация обучения старшеклассников на базе комплексного применения средств ИКТ;

- развитие навыков проектно-исследовательской деятельности старших школьников профильных классов и студентов учреждений технического профиля среднего профессионального образования;

- расширение возможности успешной социализации обучающихся, обеспечение преемственности между общим, средним и высшим образованием, формирование основ для дальнейшего научного самоопределения или профессиональной ориентации в сферы высоких технологий;

- содействие продвижения имиджа России как одного из мировых лидеров nanoиндустрии;

- определение основных направлений деятельности инфраструктурных и образовательных программ популяризации наноматериалов и нанотехнологий.

Таким образом, выделим два основных направления осуществления идей концепции:

- апробация цикла научно–популярных лекций, разъясняющих основные понятия и термины, раскрывающие наиболее перспективные области использования и направления развития нанотехнологий и их современные достижения для мотивации молодежи к выбору карьеры в области



наноматериалов и нанотехнологий и воспроизводству молодых кадров nanoиндустрии;

- привлечение старших школьников и студентов технических колледжей к активной исследовательской работе через проведение простейших экспериментальных работ по изучению свойств наноматериалов на базе научно-образовательных центров и передвижных лабораторий с использованием специального лабораторного оборудования и приборов.

## **5. Основные положения концепции**

**Актуальность** проекта обусловлена становлением принципиально новой парадигмы науки и появлением научно-технологической ситуации, которая призвана обеспечить прорывное развитие человечества в XXI веке.

**Проблемная ситуация** обусловлена противоречием между потребностями цивилизации в ускоренном развитии нано-, био-, инфо-, когнитивных технологий и неготовностью большей части общества к восприятию и практическому использованию результатов «технологического прорыва».

**Главные черты** современного этапа развития научно-технической сферы можно представить в виде положений [6, с.16]:

а) переход от задач анализа к задачам синтеза искусственных материалов с наперед заданными свойствами через контроль процессов, происходящих на атомарно-молекулярном уровне;

б) сближение и взаимопроникновение органического мира и органического мира живой природы;

в) междисциплинарный подход вместо традиционно «узких» классических специализаций;

г) конвергенция науки и высоких технологий.

## **Особенности проекта**

Предлагаемая Концепция рассматривается в контексте общей программы создания инфраструктуры системы нанообразования России с учетом известных направлений деятельности «Школьной Лиги РОСНАНО».

Важнейшей составной частью модели является социально-экономическое партнерство образовательных учреждений общего, среднего и высшего профессионального образования между собой, академическими НИИ и с предприятиями, работающими в области высоких технологий.

Модель предусматривает целенаправленное наращивание знаний и базовых навыков старших школьников и студентов технических колледжей в естественнонаучной области, формирование практических и информационных компетенций в вопросах использования современного оборудования, проведения лабораторных исследований, создания самостоятельных инновационных проектов. Значительное место необходимо будет отвести реализации модульного принципа обучения посредством создания и реализации вариативных образовательных программ элективных курсов, межпредметных программ дополнительного образования.

#### **Основные направления деятельности:**

- расширение научного кругозора и приобщение обучаемых к системе знаний нанонауки;
- формирование естественнонаучного мировоззрения и нанотехнологической культуры, определяемых новейшими достижениями в области высоких технологий;
- формирование в обществе адекватного представления о предметной области нанотехнологий, преимуществах нанотехнологической продукции и перспективах ее применения;
- формирование у школьника и студента устойчивого интереса к нанотехнологиям как к перспективной области самореализации;
- обеспечение доступа обучаемых к электронным образовательным ресурсам (в области нанообразования) через специализированные порталы РАО, научно-образовательных центров ННС;
- формирование у предпринимательской среды интереса к нанотехнологиям как источнику потенциально прибыльных проектов для инвестирования и объекту приложения личных компетенций;

- формирование у научной и преподавательской среды интереса к инфраструктурным и образовательным проектам в области нанотехнологий.

**Основные задачи в области популяризации** заключаются в следующем:

- создание и поддержание устойчивого интереса к нанотехнологиям, демонстрация перспективности этой области как сферы профессиональной и личностной самореализации;

- обмен и распространение информации о научных и инженерных разработках в области нанотехнологий и передовом опыте их успешной коммерциализации в России и за рубежом;

- создание и поддержание интереса к технологическому предпринимательству в сфере нанотехнологий, демонстрация успешных проектов;

- раскрытие перспектив нанотехнологий как фактора, определяющего научно-технический прогресс цивилизации;

- раскрытие перспектив национальной nanoиндустрии, развитие которой создает возможность для преодоления технологического отставания России от США, стран Европы и Юго-Восточной Азии;

- формирование представления о конкретных людях, организациях, которые осуществляют свою деятельность в нанонауке и nanoиндустрии, информирование о возможных местах обучения и работы в образовательных учреждениях, научных организациях, кампаниях в сфере nanoиндустрии.

**Задачи формирования нанотехнологической культуры** обучаемых:

- представление методологических знаний о физико-химических процессах, лежащих в основе нанотехнологий на доступном уровне и с опорой на имеющиеся знания учебных предметов (дисциплин);

- формирование естественнонаучного мировоззрения в аспектах расширения представления о наноразмерных эффектах, способах производства, сертификации и использования наноматериалов в различных областях;

- преодоление имеющегося субъективного недоверия и скептицизма к нанопродукции, в том числе: в вопросах обеспечения экологической безопасности.

### **Формы реализации Концепции:**

- просветительские проекты (элективные курсы, лекции, семинары, круглые столы и др.);

- специализированные конкурсы и олимпиады;

- выставочная деятельность, в т. ч.: с использованием мобильных средств;

- предоставление как физического, так и дистанционного доступа обучаемым к специализированному лабораторному оборудованию для выполнения первичных экспериментальных исследований;

- издательские проекты, в том числе по созданию электронных средств учебного назначения с расширенными мультимедийными возможностями;

- интернет-проекты, связанные с формированием научно-популярного контента;

### **Ожидаемые результаты**

В результате решения комплекса задач по реализации проекта с использованием накопленного опыта образовательной деятельности и ресурсов национальной нанообразовательной сети ожидается:

- завершение формирования районных центров нанообразования, организующих образовательные программы с нанотехнологическим компонентом содержания образования;

- увеличение количества выпускников системы общего образования с высоким уровнем подготовки в области нанотехнологий;

- увеличение количества изданных и распространенных программ и учебных комплексов по направлениям нанотехнологий;

- увеличение количества мероприятий, способствующих популяризации нанотехнологических знаний (олимпиады, конкурсы, научно-практические конференции и др.) на региональном уровне;

- увеличение количества общеобразовательных учреждений с введением предварительной и профильной подготовки в области нанотехнологий;

- укрепление материально-технического состояния профильных кабинетов (физики, химии, биологии, информатики) образовательных учреждений;

В качестве критериев успешности осуществления Концепции следует рассматривать:

- поступление выпускников лицеев региона в колледжи и вузы, реализующие основные образовательные программы подготовки специалистов в области высоких технологий;

- увеличение среди старших школьников и студентов технических колледжей числа участников, призеров и победителей всероссийских школьных олимпиад по нанотехнологиям;

- увеличение числа обучающихся, привлеченных к проектно-исследовательской деятельности в различных областях нанотехнологии;

- получение патентов исполнителями (школьниками, студентами), сертификатов и других охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности;

- утверждение общеобразовательных школ (лицеев) в качестве экспериментальных площадок РАО по проблеме апробации научно-методических разработок и образовательных технологий с использованием средств ИКТ;

- положительные отзывы экспертов о качестве учебно-методических материалов и электронных образовательных ресурсов;

- успешное участие образовательных учреждений в типовых проектах «Школьной Лиги РОСНАНО».

## **6. Ожидаемые результаты**

Выделим условно четыре характерных этапа реализации Концепции на практике.

**На первом этапе** (январь-март 2012 г.) – осуществлены сбор и систематизация материала, разработка основного содержания факультативного курса «**Введение в нанотехнологии**» (24 часа). Здесь произведен системный анализ имеющихся учебно-методических материалов и созданы оригинал-макеты лекций (в формате чтения 2 x 45 минут) со старшими школьниками классов инженерного, физико-математического и медицинского профилей. Авторский вариант тематического плана факультативного курса представлен на сайте ИИО РАО ([http://www.iiorao.ru/iio/pages/educational/year\\_teacher/umm/](http://www.iiorao.ru/iio/pages/educational/year_teacher/umm/)).

**На втором этапе** (апрель-июнь 2012 года)– разработка мультимедийных материалов к лекциям и лабораторным занятиям и апробация лекционного курса. Лекции будут прочитаны в классической форме на базе МОУ «Лицей № 1» и «Лицей № 4», г. Тула.

**На третьем этапе** (июль-декабрь 2012 года) – после завершения работ тексты лекций будут модифицированы с учетом накопленного опыта апробации исходных учебно-методических материалов. Дополнительно будут созданы видео- и электронные презентации, которые будут размещены на сайте ИИО РАО и в специализированных блоках Российского портала информатизации образования.

**На четвертом этапе** (сентябрь 2012 – май 2013 г.) – планируется проведение открытых викторин, конкурсов и олимпиад по нанотехнологиям среди старших школьников с привлечением в качестве организаторов профессорско-преподавательского состава и аспирантов технических вузов, в частности, Тульского государственного университета.

Определяющим для осуществления настоящего Проекта на региональном уровне являются опережающая разработка, развитие и адаптация комплекса базовых моделей и учебно-методических материалов в интересах популяризации научных знаний в области нанотехнологий с опорой на базовые знания обучаемых по естественнонаучным предметам (дисциплинам).

Базовые модели основаны на творческом использовании опыта ведущих вузов России в подготовке специалистов в области высоких технологий, теории

и методологии информатизации образования, на прямом сотрудничестве школы, учреждений СПО и вузов технического профиля. Конечное назначение моделей – выбор рациональных форм профориентации и популяризации научных знаний среди избранной аудитории обучаемых и через это обеспечение стабильности развития системы вузовской подготовки высококвалифицированных кадров в области наукоемких направлений для научных учреждений, высокотехнологичных предприятий и реализации инновационных проектов в бизнесе.

Важной особенностью проекта является межпредметная интеграция и активное развитие у обучающихся навыков самообразования, самостоятельной творческой и исследовательской деятельности в перспективной высокотехнологичной области знаний на основе использования реализации дидактического потенциала ИКТ.

Профилирующими предметами в проекте (на уровне лицея) являются физика, биология, химия, информатика и математика. Такой подход позволит подготовить специалистов способных успешно работать на стыке наук, потребность в которых в настоящее время велика и неизбежно будет расти в связи с всеобщей интеграцией и информатизацией.

В процессе реализации проекта используются следующие технологии:

- дистанционное обучение;
- сетевые технологии доступа к информационным ресурсам;
- развивающие технологии;
- модульная технология;
- развитие памяти и культуры мышления;
- математическое моделирование;
- изучение языка науки и создание гипертекстов;
- опора на опыт ученика как источник образования;
- межпредметные погружения.

## **Заключение**

Системный анализ проблемы массовой подготовки кадрового резерва для инновационной экономики России высветил проблему ранней профориентации молодежи на освоение высоких технологий. Осуществление предлагаемой Концепции позволит последовательно и целенаправленно формировать нанотехнологическую культуру у молодого поколения, начиная со школьной скамьи. Неизбежные материальные затраты будут скомпенсированы осознанным выбором молодым человеком будущей профессии и стремительным его восхождением к вершинам профессиональной компетенции.

В числе ожидаемых результатов проекта по формированию нанотехнологической культуры и научного мировоззрения школьников профильных классов и студентов колледжей технического профиля укажем:

- увеличение числа обучающихся, включенных в систему непрерывного профильного образования в области естественных наук;
- высококачественная довузовская подготовка обучающихся, включающая развитие навыков самообразования, самостоятельной творческой и исследовательской деятельности;
- индивидуальное сопровождение наиболее одаренных школьников (студентов), содействие началу ранней научной (технологической) карьеры;
- успешное решение проблемы подготовки высококвалифицированных специалистов в области естественных наук, способных работать в междисциплинарной области.

## **Литература**

1. Алферов Ж.И., Асеев А.Л., Гапонов С.В. и др. Наноматериалы и нанотехнологии // Микросистемная техника. 2003. №8. С. 3-13.
2. Балабанов В.И. Нанотехнологии: Правда и вымысел /В.И. Балабанов, И.В. Балабанов. М.: Эксмо, 2010. 384 с.



3. Гапоненко Н.В. Развитие нанонауки: глобальные и региональные тенденции и правительственные инициативы // Наука. Инновации. Образование. М.: ИД «Парад». 2006. Вып. 2.

4. Глинк Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: пер. с англ. М.: Мир, 2002. С. 589.

5. Головин Ю.И. Наномир без формул. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 543 с.

6. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6. №1-2. С.13-23.

7. Ковальчук М.В. Нанотехнологии - фундамент наукоемкой технологии 21 века // Российские нанотехнологии. -2007. №№ 1, 2.

8. Ковальчук М.В. Органические наноматериалы, наноструктуры и нанодиагностика //Вестник РАН. 2003. Т.73. №5. С.405-412.

9. Концепция образовательной деятельности ГК «Роснанотех». Утверждена Наблюдательным советом ГК «Роснанотех» 04.08.2009 г. М.: 2009.

10. Концепция федеральной целевой программы «Исследования разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы».

11. Лучинин В.В. Введение в индустрию наносистем. Федеральный портал. URL: [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru)

12. Надеждин Е.Н. Информационное обеспечение профессиональной подготовки специалистов в области нанотехнологий // Информационная среда образования и науки. 2011. Вып. 4. URL: [http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/num\\_4\\_2011/](http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/num_4_2011/)

13. Надеждин Е.Н. Современные проблемы подготовки специалистов в области нанотехнологий // Ученые записки ИИО РАО. 2010. Вып. 33. С. 22-57.

14. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления развития: пер. с англ. / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. М.: Мир, 2002. С. 292.

15. О федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 - 2012 годы» (постановление Правительства Российской Федерации от 17 октября 2006 г. № 613).

16. О федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 годы (постановление Правительства Российской Федерации от 28 июля 2008 г. № 568).

17. Основы политики Российской Федерации в области науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу // Поиск. 2002. № 16. (19 апреля).

18. Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года (Программа президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии» (утверждена Президентом Российской Федерации 24 апреля 2007 г. № Пр-688).

19. Профессионально ориентированное кадровое обеспечение nanoиндустрии / Иванов А., Корляков А., Лучинин В.В., Таиров Ю.М. // Nanoиндустрия. 2009. № 4. С. 76-81.

20. Роберт И.В. Информатизация образования как трансфер-интегративная область научного знания // Ученые записки ИИО РАО. 2009. Вып. 29. Ч.1. С. 3-13.

21. Роберт И.В., Козлов О.А. Концепция комплексной, многоуровневой и многопрофильной подготовки кадров информатизации образования. М.: ИИО РАО, 2005. 31 с.

22. Российская национальная нанотехнологическая сеть. URL: <http://rusnanonet.ru/events/2010/11/09/43616/>

23. Садовничий В.А. Образование в области нанотехнологий в классических университетах (на примере МГУ имени М.В. Ломоносова) // Тезисы докладов Международного форума по нанотехнологиям «Нанофорум-2008». М.: РОСНАНО, 2008.

24. Сайт образовательной программы <http://www.mp.msisa.ru/>

25. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / составители И.В. Роберт, Т.А. Лавина. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 69 с.

26. Федеральная целевая программа «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2010 годы», утвержденная Постановлением Правительства Российской Федерации № 2-498 от 2 августа 2007 года.

27. Федеральный интернет-портал «Нанотехнологий и наноматериалов»  
URL: <http://www.portalnano.ru/>.

28. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. М.: Техносфера, 2008.-352 с.

29. Ягодкин Ю.Д., Астахов М.В, Филонов М.Р. и др. Развитие кадровой и информационно-аналитической составляющей инфраструктуры наноиндустрии // Тезисы докладов Международного форума по нанотехнологиям «Нанофорум-2008». М.: РОСНАНО, 2008.