# СОЗДАНИЕ УЧЕБНО-НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ 3D-НАНО­РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ

## Л. А. Крукиер, Г. В. Муратова, А. В. Солдатов

Южный федеральный университет, Южно-Российский региональный центр информатизации

Ростов-на-Дону

muratova@sfedu.ru; krukier@sfedu.ru; soldatov@sfedu.ru;

Новейшие нанотехнологии наряду с компьютерно-информационными технологиями и биотехнологиями являются фундаментом научно-технической революции в XXI веке, сравнимым с преобразованиями в технике и обществе, вызванными крупнейшими научными открытиями XX века. Одним из важных направлений нанотехнологий является создание новых материалов с заданными свойствами. Для эффективного развития деятельности по созданию элементов и структур нанометрового диапазона размеров и систем на их основе требуются разработка новых методов диагностики и исследования материалов и сред разной природы и назначения.

В то же время одним из условий успешной деятельности в области нанотехнологий является создание системы подготовки и целенаправленного воспроизводства высококвалифицированных кадров нового поколения, способных решать любые поставленные задачи, а также выработать фундаментально новые подходы.

Важным фактором образовательного процесса является использование сетевых образовательных и научных ресурсов ведущих вузов, научных учреждений страны, осуществляющих подготовку и переподготовку кадров для наноиндустрии. Необходимым условием успешного обучения специалистов является создание образовательной среды, включающей не только базы знаний, электронные учебники и пособия, но и виртуальные среды для исследователей, обеспечивающие возможность удаленного доступа к современному оборудованию.

В Южном федеральном университете, крупнейшем вузе юга России, благодаря реализации национального проекта в области образования, была создана мощная техническая база, закуплено и установлено самое современное оборудование, в том числе для исследований в нанотехнологиях. Актуальным вопросом для повышения эффективности использования оборудования является создание научно-образовательных центров и центров коллективного пользования, обеспечивающих доступ к уникальному оборудованию исследователей других вузов и научных центров России.

В настоящий момент в ЮФУ в рамках выполнения Госконтракта федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2010 годы» создается функционирующий в режиме удаленного доступа интерактивный учебно-научный комплекс для исследований и диагностики 3D-наноразмерной структуры материалов.

Основными исполнителями данного проекта являются два подразделения ЮФУ – ЦКП «Наноразмерная структура вещества», созданной на физическом факультете ЮФУ, и Южно-Российский региональный центр информатизации ЮФУ, в составе которого работает ЦКП «Информационно-коммуни–кационные технологии и вычислительный эксперимент на высокопроизводительных вычислительных комплексах».

Создаваемый учебно-научный комплекс (УНК) обеспечит возможность дистанционного обучения студентов, аспирантов, исследователей и разработчиков методам исследования 3D-наноразмерной (атомной и электронной) структуры материалов на основе XAFS – спектроскопии на базе спектрометра рентгеновского поглощения Rigaku R-XAS и проведения научно-исследовательских работ с использованием авторской методики определения параметров 3D-наноразмерной структуры материалов, апробированной на мировом уровне.

XAFS-спектроскопия является единственной методикой среди всех методик, использующих рентгеновское излучение, которая позволяет определять параметры 3D-наноразмерной атомной структуры материалов, не имеющих дальнего порядка в расположении атомов.

Актуальность создания УНК, обеспечивающего возможность дистанционного обучения и проведения исследований 3D-наноразмерной структуры материалов на базе уникального оборудования, включающего спектрометр рентгеновского поглощения Rigaku R-XAS, обусловлена потребностью в кадрах и доступу к современному оборудованию широкого круга проектных, исследовательских и научно-образовательных коллективов, осуществляющих исследования и разработки в области нанотехнологий и наноиндустрии, междисциплинарных направлениях, а также реализующих инновационные программы подготовки кадров для нанотехнологий и наноиндустрии.

Применение авторской методики исследования 3D-наноразмерной структуры материалов на базе единственного в Европе лабораторного спектрометра рентгеновского поглощения, произведенного в 2008 году по спецзаказу корпорацией Rigaku, даст возможность определения трехмерной атомарной локальной наноразмерной геометрии и электронной структуры в различных типах новых перспективных материалов с пространственным разрешением на субатомном уровне.

Разрабатываемый авторский метод основан на новом методе анализа тонкой структуры экспериментальных спектров высокого разрешения: рентгеновского поглощения (международный термин XANES) и потерь энергии электронов (международный термин EELS). Наиболее важными объектами для исследования разрабатываемым методом являются материалы в наноразмерном состоянии: нано-кластеры, нанотрубки, а также дефекты и примеси в твердых телах, активные центры в белках, металлические комплексы, катализаторы.

Учебно-научный комплекс включает систему удаленного доступа, обеспечивающую работу пользователей через веб-браузер, возможность многопользовательского режима работы. Разработанный регламент удаленного доступа обеспечит защиту от некорректных действий априори неквалифицированного пользователя по управлению установкой.

Важной частью УНК является симулятор учебно-научного комплекса, предназначенный для воспроизводства в виртуальной среде на персональном компьютере функциональных возможностей уникального научного оборудования. Именно симулятор может быть использован в процессе обучения для отработки рабочих навыков управления прибором, которые необходимы исследователю для проведения реальных экспериментов на уникальном научном оборудовании.

Дальнейшее сотрудничество физиков, математиков, специалистов в области информационных технологий ЮФУ в рамках выполнения Госконтракта позволит создать современный учебно-научный комплекс, позволяющий осуществлять моделирование и проводить исследования 3D-наноразмерной структуры материалов, а также обеспечивать удаленный доступ к оборудованию для исследователей других научных центров.