

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС УДАЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ «SPM LAB»

Власов А.И., Ивченко М.О., Шахнов В.А.

МГТУ им.Н.Э.Баумана, НОЦ «Наносистемы», <http://nanotech.iu4.bmstu.ru>

В последние годы методы сканирующей зондовой микроскопии позволили достичь уникальных научных результатов в различных областях физики, химии, биологии и микроэлектроники. Новые экспериментальные возможности данного направления — неразрушающий характер исследований, высокое пространственное разрешение делают особенно перспективным применение СЗМ (в частности, атомно-силовой микроскопии — АСМ — и рамановской спектроскопии) для изучения структуры и свойств различных материалов.

НОЦ «Наносистемы» уделяет большое внимание работам, связанным с развитием образовательной инфраструктуры с удаленным доступом через Интернет к комплексу нанотехнологических исследований на базе сканирующих зондовых микроскопов и рамановских спектроскопов, расположенных в системообразующих образовательных учреждениях. Создаваемый комплекс с удаленным доступом к СЗМ значительно расширит географию потенциальных потребителей данных измерительных методик и взаимный информационный обмен.

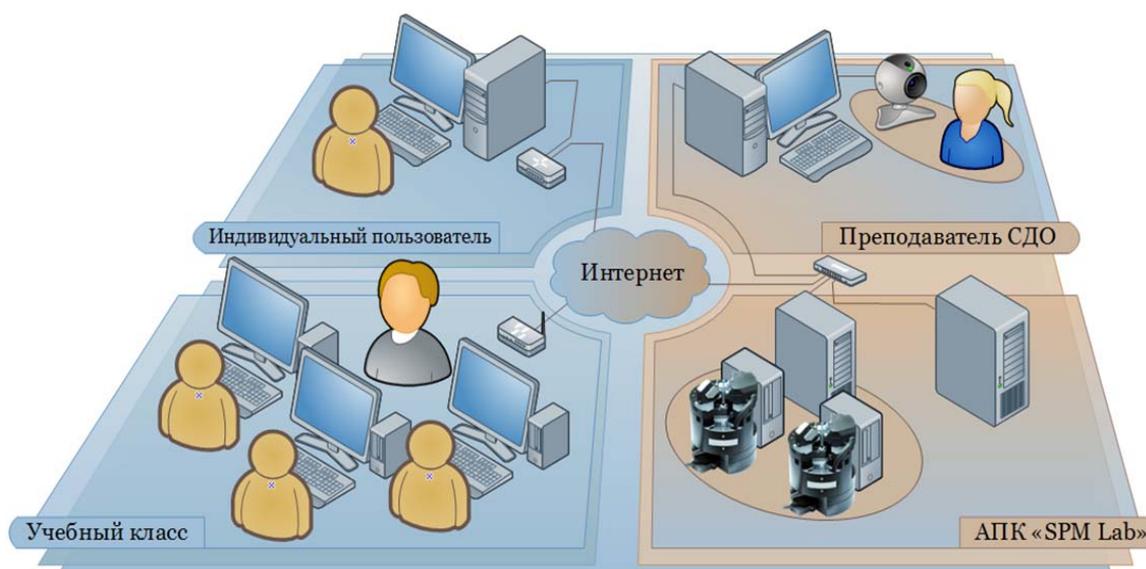
Аппаратно-программный комплекс (АПК) «SPM Lab» легко приспосабливается под различные модели нанотехнологического оборудования, реализуя модульный принцип построения архитектуры. Программное обеспечение АПК реализует концепцию тонкого клиента, что означает, что пользователю не требуются специальные приложения для работы с системой, кроме веб-браузера. Система предоставляет веб-интерфейс пользователю, через который он может проводить эксперименты по исследованию геометрии и состава образцов, которые по его запросу размещаются на рабочем столе прибора лаборантом [1-3].

Информация, получаемая методами зондовой микроскопии, может неадекватно отображать реальные особенности поверхности, что является следствием влияния инструмента исследования на объект и приводит к наблюдению артефактов. Эти артефакты, как правило, легко учитываются на качественном уровне при интерпретации результатов СЗМ, однако специфика ряда задач может потребовать количественных оценок и методов восстановления реальной геометрии объектов. Предоставление таких методов в качестве пользовательских инструментов является одной из важных особенностей разрабатываемого АПК.

Для проведения химического анализа, изучения состава и строения веществ применяется рамановская спектроскопия – вид спектроскопии, основанный на эффекте Рамана (неупругое рассеяние оптического излучения на молекулах вещества заметным изменением его частоты). Спектр Рамана обладает многочисленными особенностями, которые характерны молекулярной структуре образца и обеспечивает надёжное сравнение и определение различий материалов. Преимущества рамановской спектроскопии: неразрушающий контроль, однозначные результаты, быстрое сканирование. Получение спектров рамановского рассеяния не требует глубоких теоретических познаний от исследователя, что является важным обстоятельством при внедрении АПК «SPM Lab» в образовательный процесс.

Перед создаваемым АПК ставятся три основные задачи:

1. Проведение удаленных экспериментов в области СЗМ и рамановской спектроскопии с последующей обработкой результатов сканирования и формированием библиотеки экспериментов используя методологию «тонкого клиента».
2. Обеспечение возможности визуализации результата проведенного эксперимента и экспериментов из библиотеки с применением технологии Java в 2D и 3D.
3. Обеспечение возможности внедрения АПК в систему дистанционного обучения (СДО), использующую видеоконференц-связь.



Модульная концепция комплекса «SPM Lab» и его применения

На рисунке приведена схема, демонстрирующая модульную концепцию системы и его практические применения. Внедрив АПК (правый нижний квадрант схемы) в СДО, преподаватель СДО (правый верхний квадрант) имеет возможность удаленно «читать» лекционный материал и проводить семинары, применяя средства видеоконференц-связи для пользователей системы, изображенных в левой части схемы. Последними могут являться как индивидуальные пользователи, так и учебные классы с собственными преподавателями, подготовленными по материалам учебно-методических комплексов, разработанных в рамках проекта.

Обобщенный маршрут проведения эксперимента в комплексе «SPM Lab» выглядит следующим образом [1-3]:

1. Формирование эксперимента под руководством преподавателя СДО (задание параметров сканирования);
2. Наблюдение движения зонда относительно образца в режиме реального времени при сканировании;
3. Визуализация результата сканирования с отображением топологии образца в двух или трех измерениях с возможностью цифровой обработки, а также, в случае рамановских экспериментов, возможность анализировать спектр рамановского рассеяния для любой из точек поверхности образца.
4. Добавление полученных результатов в общую межпользовательскую библиотеку экспериментов – инструмента взаимного информационного обмена между исследователями, учениками и другими пользователями комплекса.

Литература

1. М.О. Ивченко. Цифровая обработка спектров рамановского рассеяния // Сборник трудов международной конференции «Научно-технические технологии и интеллектуальные системы 2009» - М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2009. С.112-115.
2. Т.И.Агеева, А.М.Афонин, А.И.Власов и др. Информационные технологии в инженерном образовании / Под ред. С.В.Коршунова, В.Н.Гузнецова. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007. - 432 с.: ил.:
3. Koloskov S.V., Shakhnov V.A, Vlasov A.I. Internet technology in the remote engineer education systems// Proceedings of the fourth european conference on product and process modeling in the building and related industries portoroz. - Slovenia, 9-11 september 2002. PP.713-714