

## **Система удаленного управления экспериментом ФемтоСкан, ее использование в дистанционном образовании.**

Филонов А.С., Темкина Н.А., Яминский И.В.  
н.с. студент д.ф.м.н.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

[filonov@nanoscopy.org](mailto:filonov@nanoscopy.org) [temkina@nanoscopy.org](mailto:temkina@nanoscopy.org) [yaminsky@nanoscopy.org](mailto:yaminsky@nanoscopy.org)

В 21 веке современная лаборатория должна использовать все новейшие технологии в своей работе. Появление Интернет, безусловно, стало одним из крупнейших событий, перевернувших нашу жизнь. Поэтому интеграция возможностей Интернет в работу лаборатории явилась вполне осознанным и необходимым шагом. При создании сканирующего зондового микроскопа ФемтоСкан в него изначально была заложена возможность управления им с удаленного компьютера. Происходило это в середине 90-х годов, когда в России Интернет только начинал входить в повсеместный обиход. Тем не менее, приоритеты были расставлены правильно, и в настоящее время мы располагаем прибором, который не имеет аналогов по возможностям работы через сеть. Все операции по управлению микроскопом могут быть выполнены с удаленного компьютера, подключенного через Интернет (кроме первоначальной установки образца, разумеется). Еще одним замечательным свойством разработанной установки является то, что к микроскопу может быть подключено одновременно несколько пользователей. При этом команды управления могут идти только от одного пользователя, а результаты измерений поступают ко всем наблюдателям.

Программное обеспечение, управляющее микроскопом, состоит из нескольких блоков, часть которых специфична для данного прибора, а другие довольно универсальны. Универсальные блоки, которые могут быть использованы для автоматизации других приборов, мы выделили в набор библиотек, которые можно считать некоей унифицированной платформой для создания систем управления научным оборудованием. Библиотеки состоят из трех основных блоков:

- управление состоянием прибора через его представление в виде набора параметров (переменных)
- передача данных через Интернет, синхронизация удаленных компонент (клиента и сервера), аутентификация и шифрование
- пользовательский интерфейс

Все три части взаимосвязаны, главная объединяющая идея – это представление прибора в виде набора параметров. Для описания прибора используется несложный язык, с его помощью описывается преобразование от внутреннего представления параметров к реальному представлению (например, от битов ЦАП/АЦП в силу тока) и обратно. Задаваемые пользователем реальные значения автоматически проверяются, преобразуются во внутреннее представление, при этом так же автоматически обновляются зависимые параметры. Все операции унифицированы, и для расширения набора параметров не требуется дополнительного программирования пользовательского интерфейса – все реализуется через добавление пары строк в скрипт описания прибора.

Один и тот же прибор можно представить по-разному путем смены пользовательского интерфейса – в библиотеках реализована широко используемая сейчас технология «скинов» – различных графических оболочек.

Программное обеспечение разделяется на две части – серверную и клиентскую. К одному серверу может подключаться несколько клиентов, и такая схема открывает широкие возможности для дистанционного образования – например, учитель может управлять прибором, а ученики наблюдать за его действиями, а в какой-то момент функция управления может быть передана одному из учеников.

Так же возможность одновременного подключения нескольких клиентов удобна в реализации технической поддержки – ее можно осуществлять без выезда на место установки прибора.

Мы приглашаем всех заинтересованных лиц для активного сотрудничества, путем участия в дальнейшей разработке библиотек, совершенствования протоколов управления. Особенно интересно для нас будет реализовать на базе нашей платформы систему управления новым прибором, или модернизировать существующий прибор, добавив в него возможность управления через Интернет.

Платформа «ФемтоСкан» положена в основу создания нового экспериментального открытого лабораторного практикума зондовой микроскопии на кафедре физики полимеров и кристаллов Физического факультета МГУ.