

УДК 621.387.322

**С.В. Чернышёв, М.В. Потапов, А.А. Семенов, В.Ф. Тетёркин,  
А.А. Новиков, Ю.М. Стрючков, А.В. Цуканов**

## УДАЛЁННЫЙ ДОСТУП К НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

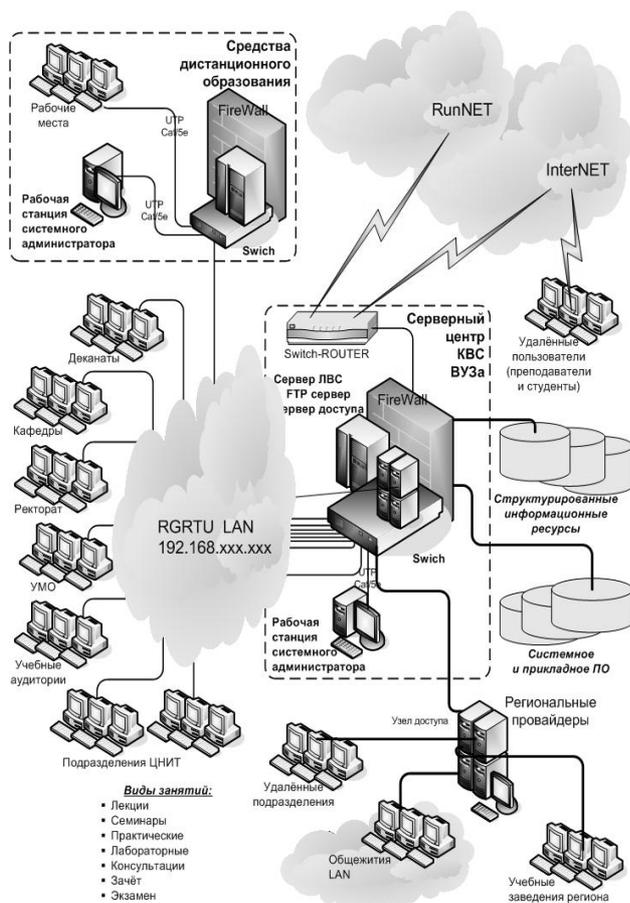
*Решение задачи обеспечения удалённого доступа к программному интерфейсу и рабочему столу аналитических установок для нанодиагностики на основе корпоративной сети университета*

**Ключевые слова:** удалённый доступ, управление экспериментом.

**Постановка задачи.** Задача доступа удалённых пользователей к дорогостоящему, сложному в эксплуатации нанотехнологическому оборудованию для проведения обучения и переподготовки кадров, для проведения научных исследований и конструкторских разработок связана с нетривиальным решением ряда проблем, среди которых: реализация нескольких моделей доступа, сопряжение с реальным оборудованием, необходимость двустороннего видео- и аудиообмена с удалённым пользователем, ограниченные пропускные способности каналов связи, конечные вычислительные ресурсы и асимметричные операционные среды.

Основа удалённого доступа – это гетерогенная, территориально-распределённая корпоративная информационная система университета (рисунок 1), имеющая выход в глобальные сети Internet и Runnet, охватывающая все корпуса и общежития вуза, услугами которой пользуются более 7 тысяч пользователей – обучающихся, преподавателей, сотрудников [1]. Цель информатизации – обеспечение регулярного оперативного доступа сотрудников и обучающихся к локальным и глобальным информационным ресурсам, к современным системным и прикладным программным средствам, технологиям, к средствам вычислительной техники и телекоммуникаций, к уникальному оборудованию, а также создание полезных ликвидных программно-информационных ресурсов. На защищённых программно-технических и телекоммуникационных средствах обеспечен удалённый, многопротокольный доступ пользователей к разнообразным информационным (суммарная ёмкость более двух терабайт) и техническим ресурсам ВУЗа. Средствами системы дистанционного обучения и веб-портала (сайта) университета обеспечивается доступ обучающихся к нанотехнологическому оборудованию, размещённому как на территории центрального и лабораторного корпусов университета, так и на площадках

других организаций. Реализованы три модели доступа. **Непосредственный доступ** к оборудованию, на котором обучающийся имеет возможность управления экспериментом посредством задания параметров на блок сопряжения и получения результатов в электронном виде. **Виртуальный доступ** посредством программ-эмуляторов. **Опосредованный доступ через оператора**, когда весь процесс экспериментов транслируется обучаемому с многоракурсных видеокамер и с монитора управления установкой.



**Рисунок 1 – Корпоративная информационная система университета**

Для реализации поставленных задач были разработаны и проведены серии экспериментов, в том числе по отображению процесса работы с помощью видеокамер и доступа к рабочему столу компьютера, на котором проводится наноэксперимент.

**Выбор камеры удалённого доступа** потребовал решать задачи аппаратно-программного сжатия аудио- и видеопотоков, разумной минимизации информативности источников, адресной маршрутизации этих потоков. Этим условиям и условию непосредственного доступа к видеокамере (не используя другого оборудования, такого как ПК) удовлетворяют IP-видеокамеры. Они непосредственно включаются в сеть и предоставляют прямой доступ по сети ко всем настройкам, а также к просмотру изображения через веб-браузер.

В процессе выбора модели видеокамеры рассматривались типичные представители линеек продуктов фирм Linksys и AXIS, а именно Linksys PVC2300-EU и AXIS P1311. Имея схожие характеристики (разрешение изображения до 640x480 пикселей, частоту кадров до 30 с<sup>-1</sup>, несколько протоколов сжатия видео и звука) первоначально была выбрана Linksys PVC2300-EU как наиболее приемлемая по цене. В результате экспериментов, в которых измерялась загрузка канала при различных параметрах и удовлетворительном качестве изображения наблюдалась большая загрузка канала. Но основным недостатком было существенное рассогласование звука и изображения (до нескольких секунд) и периодическое прерывание звукового сигнала абсолютно при всех параметрах. Поэтому была выбрана камера AXIS P1311, в которой отсутствуют указанные недостатки.

В ходе экспериментов был замечен эффект зависимости скорости потока от характера изображения. В случае статичного изображения скорость минимальна, а при активном движении – динамике изображения ёмкость потока возрастает. Зависимость скорости потока от формата сжатия приведена в таблице. В экспериментах выбраны: формат сжатия звука AAC 16 кГц и частота кадров 15 с<sup>-1</sup>. Следует отметить, что ввиду большой информативности потоков информационного обмена, пришлось ограничить доступ к оборудованию только одного обучающегося одновременно. Это привело к необходимости реализации авторизации доступа и расписания занятий [2].

Формат сжатия	Поток информации, Мбит/с
Motion JPEG	4,51–4,81
MPEG-4	0,65–1,35
H.264	0,17–0,75

**Обеспечение удалённого доступа через веб-браузер.** Распространённый способ подключения к удалённому рабочему столу напрямую по протоколам SSH, RDP и VNC не подходит в силу необходимости отображения информации на интернет-странице. Безопасное решение на базе доступа по протоколу SSH с обеспечением перенаправления отображения рабочего стола X11 ограничивает круг операционных систем (ОС). Это ОС Linux/Unix-подобные и Apple. В ОС Windows используется другой способ реализации графического интерфейса. Также решение на базе SSH требует дополнительных подготовительных действий от пользователя вне интернет-навигатора – это организация защищённого туннеля, что возможно далеко не всегда. Поддержка решений на базе удалённого рабочего стола RDP/VNC осуществляется во всех ОС с помощью сторонних программ. Существуют кроссплатформенные программные продукты для протокола доступа к удалённому рабочему столу по протоколам VNC/RDP (рисунок 2). Во всех VNC-серверах предусмотрено задание пароля для ограничения доступа к рабочему столу. Пароли передаются зашифрованными, в то время как поток данных не шифруется.

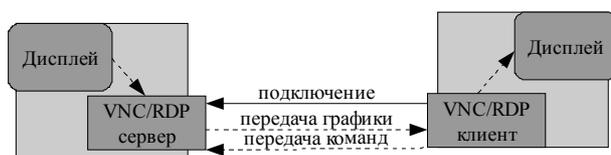
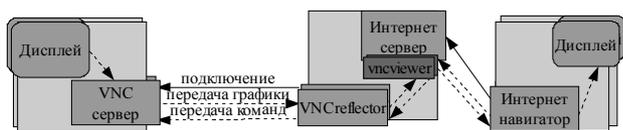


Рисунок 2 – Схема работы по протоколу VNC/RDP

В экспериментах для отсылки и просмотра вида рабочего стола по VNC-протоколу используется кроссплатформенное приложение TightVNC, в состав которого входят программа-клиент `vncviewer.jar`, написанная на языке Java и программа-сервер.

Поскольку просмотр удалённого рабочего стола осуществляется на портале по нанотехнологиям, то `vncviewer.jar` находится на компьютере-сервере портала и работает в рабочем пространстве программы интернет-сервера. Запущенное Java-приложение из рабочего пространства интернет-сервера из соображений безопасности ограничивает доступ только к адресу текущего сервера. Таким образом, программному клиенту невозможно подключиться к VNC-серверу на другом компьютере. Для подключения к удалённому рабочему столу и трансляции графики на сервере портала использовался кроссплатформенный ретранслятор VNCreflector (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Схема работы по протоколу VNC/RDP с ретранслятором**

В результате исследований была получена следующая рабочая схема:

- создаётся интернет-страница с внедрённым объектом — `vncviewer.jar`. В качестве адреса сервера указывается текущий адрес (`localhost`) и порт, через который транслируют нужный `VNCreflecto`r;

- запускается VNC-сервер, создаётся пароль к подключению;

- запускается `VNCreflecto`r с указанием созданного пароля и адреса VNC-сервера, что позволяет ему подключиться к VNC-серверу;

- пользователь заходит на интернет-страницу портала просмотра рабочего стола, что автоматически загружает `vncviewer.jar` на интернет-навигатор пользователя, клиентская часть которого подключается к соответствующему экземпляру `VNCreflecto`r, ретранслирующего удалённый рабочий стол подсоединённого к нему VNC-сервера.

Рассмотренная схема была успешно апробирована. Отмечено, что поток данных зависит от площади обновляемого изображения и для всех экспериментов не превышал 600 Кбит/с.

**Реализация эксперимента.** 1. ОС Linux/Unix требует установки приложения `TightVNC` для Linux, запуска программы клиента или сервера (в графических интерфейсах KDE и GNOME присутствуют программы использующие `TightVNC`), установки `Java Runtime Environment (JRE)` для Linux на компьютере-клиенте для отображения рабочего стола с помощью `vncviewer`.

2. ОС Apple MacOS требует в настройках удалённого доступа к рабочему столу отключе-

ния использования `AppleApplet` (появляется возможность подключения по VNC-протоколу не только с MacOS). Возможно использование `VINO` в качестве VNC-сервера. Установка `JRE` для MacOS на компьютере-клиенте необходима для отображения рабочего стола с помощью `vncviewer`.

3. ОС Microsoft Windows требует установки приложения `TightVNC` для Windows, выбора подключения к серверу или выполнения роли сервера, установки `JRE` для Windows на компьютере-клиенте для отображения рабочего стола с помощью `vncviewer`.

Для всех трёх ОС на межсетевых экранах должны быть разрешены на установление соединения стандартные порты `http/https` и рабочие порты `vnc` и `VNCreflecto`r. VNC-сервер должен обладать достаточно мощным процессором для захвата и сжатия изображения с частотой не менее 10 кадров/с. Аппаратная конфигурация интернет-сервера должна обеспечивать обслуживание веб-сервера. Для комфортной работы удалённого пользователя желательно наличие дисплея с разрешением более транслируемого VNC-сервером.

**Выводы.** В результате проведённых работ и реальных экспериментов, сеансов доступа созданы: технические, технологические и учебно-методические ресурсы для полноценного и эффективного проведения удалённого обучения с использованием нанотехнологического оборудования.

#### **Библиографический список**

1. Информатизация университета. Внутренние нормативные документы. Сборник документов. Выпуск 1. Под ред. М.В. Потапова. – Рязань: ООО «Политех», 2007. – 188 с.

2. Информатизация инженерного образования: электронные и образовательные ресурсы. Выпуск 3. Под ред. С.И. Маслова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 424 с.