**Апробация платформы проекта "Разработка и внедрение в учебный процесс инструментов визуализации объектов высокого уровня абстракции"**

Апробация разрабатываемой платформы проводилась неоднократно, причем не только в стенах НИУ ВШЭ, но и на площадках различных других учебных заведений: ВМК МГУ, ВГУ и др. Наполнение аудиторных занятий современными визуальными материалами – одна из актуальнейших тем сейчас. Очевидно, что студент, который получил доступ к визуальному образу некоторого абстрактного понятия, способен понять связанный с ним материал намного лучше.

Наша платформа даёт студенту возможность посмотреть визуальные материалы не на далёком проекторе за кафедрой, а на смартфоне, планшете или ноутбуке прямо рядом с ним. По своему опыту мы знаем, что такой способ гораздо эффективнее. Кроме того, у студента есть возможность самостоятельно «покрутить» рассматриваемый объект, запустить анимацию, остановить ее в любой удобный для него момент.

Для преподавателей наша система также даёт многочисленные преимущества. Человек, который ведет занятия, получает возможность «собрать» текущую лекцию (из визуальных и текстовых модулей) у себя дома, показать собранную презентацию без (или с) использования проектора в аудитории на своей лекции. Очень важным преимуществом является возможность задавать вопросы аудитории по ходу лекции, с возможностью автоматического получения обратной связи. Преподавателю мгновенно поступает информация описывающая степень понимания аудиторией излагаемого материала. Также он может задать своим студентам 4-5 минутную проверочную работу. При этом не требуется тратить время на сбор листков, на проверку. Все делается по нажатию одной кнопки, после которого у преподавателя появляется таблица с подробным результатом для каждого его студента.

При проведении апробаций в аудиториях находилось достаточно много студентов. Например, система была использована на лекциях по курсу «Математический анализ», который читается на 1-м курсе ФКН НИУ ВШЭ. В частности, на лекции 6 октября 2015-го обсуждались следующие темы: предел числовой последовательности, частичные пределы, теорема Больцано-Вейерштрасса, свойства сходящихся последовательностей. Результат апробации предлагаемого подхода явно положительный. В проверочном опросе приняло участие 99 студентов. Относительно заметная доля «серых» ответов получились из-за того, что проверочная работа была достаточно сложной (что легко можно скорректировать), а Wi-Fi соединение на Кочновском проезде разрывалось примерно через минуту бездействия устройства. Планируется в дальнейшем начать использовать сеть HSE.Work и контактировать с теми, кто занимается поддержкой беспроводной сети.

После проведения апробации были осуществлены небольшие доработки системы, в частности, например:

• Была убрана кнопка «Отказаться от ответа» у преподавателя;

• Была добавлена кнопка «Продолжить лекцию» для преподавателя в разделе «Начать лекцию»;

• Процент ответивших опрос теперь округляется до двух значащих цифр;

• Полоска с кнопками «Предыдущий слайд» и «Следующий слайд» перемещена вплотную вниз экрана.

В ближайшее время планируется автоматизировать добавление текстовых модулей на сервер.

Нужно отметить, что небольшая задержка между лектором и студентом сделана специально. Принцип работы синхронизации web-приложений основан на том, что клиентский браузер автоматически опрашивает сервер на предмет изменений с какой-то периодичностью. Чем выше частота запросов, тем быстрее клиентский браузер видит изменения. Однако с частотой запросов увеличивается нагрузка на сервер и канал. В нашем случае нами было принято решение, что задержка между запросами обновлений к серверу равная 3-м секундам является оптимальным интервалом. Такой интервал позволяет получать обновление слайдов в диапазоне от 0 до 3 секунд, что вполне приемлемо в рамках лекции. В то же время такая задержка не создает ощутимой нагрузки на сервер, даже в случае, если число пользователей достигает нескольких сотен студентов.

Для студентов НИУ ВШЭ появилась очень удобная возможность входа в нашу систему с помощью LMS. Все это происходит быстро и автоматизировано.

Полученные результаты были интересны преподавателям, ведущим занятия по математическому анализу на первом курсе ФКН НИУ ВШЭ. Удачно составленные тесты дают весьма информативный «срез знаний» всего курса. Причём участие и временные затраты профессорско-преподавательского состава минимальны.