# О проекте «Перспективные направления и формы использования компьютерных технологий в школьном курсе математики»

В.Н.Дубровский

Проект развивался в нескольких направлениях. Одно из них – обоснование и реализация наиболее эффективных способов использования в преподавании математики интерактивных математических систем (ИМС). Так называют программы с наглядным и понятным визуальным интерфейсом, позволяющие строить модели математических объектов – геометрических фигур, графиков функций и т.п. – и манипулировать этими объектами, изменяя их исходные точки и параметры. Учителя впервые получили возможность давать ученикам доступные экспериментальные задачи по математике, как открытые, исследовательские, так и обычные, но допускающие поиск решения через компьютерный эксперимент, не требующий навыков программирования. Важность включения элементов исследования и эксперимента в традиционный школьный курс математики признана педагогическим и математическим сообществом, и за 30 лет, прошедших с выхода в свет первых образцов ИМС, созданы тысячи учебных ресурсов на их основе. Но для подавляющего большинства учителей они все еще остаются terra incognita. Среди целей проекта – создать условия для широкого внедрения интерактивных систем в учебный процесс, для чего, в первую очередь, обеспечить учителей учебными и методическими материалами и заинтересовать ими. В рамках проекта подготовлена адресованная учителям книга А.И. Сгибнева «Геометрия на подвижных чертежах» – курс из 10 занятий по динамической геометрии для учеников 6-10 классов, каждое задание в котором начинается с компьютерного эксперимента и содержит тему или сценарий самостоятельного исследования. Тем же автором разработаны два обширных альбома интерактивных моделей на платформе GeoGebra к широко используемым в школах пособию и задачнику по планиметрии М.В. Волчкевича. О популярности этих альбомов говорит число просмотров – более 18 000.

Интернет-порталы – самый прямой и быстрый путь «доставки» компьютерных материалов учителям и учащимся. Важнейшим из них для нашего проекта, наряду с Московской Электронной Школой и СберКлассом, стал портал 1С:Урок. На нем размещен наш основной инструмент для создания интерактивных моделей – ИМС «Математический конструктор» (МК), над которым работает ряд участников нашего коллектива, и разработанные в формате МК в период работы над проектом виртуальные лаборатории, содержащие сотни интерактивных моделей. К настоящему моменту выпущены лаборатории по планиметрии, стереометрии, теории вероятностей, две лаборатории по графикам функций и две по математическому моделированию. Подготовлена к выпуску еще одна объемная новая разработка – цифровой учебный комплекс по стереометрии, включающий все необходимое для изучения этого предмета: учебник, разнообразные по форме задачи и упражнения для практики и контроля и почти 300 интерактивных моделей с 3D эффектами.

В то же время, статистика использования компьютерных материалов на портале 1С:Урок показала, что даже учителя математики, уже проявившие желание использовать электронные ресурсы, предпочитают более традиционные их формы – упражнения с автоматической проверкой или просто учебные тексты. Согласно другому проведенному нами исследованию, существует значительное различие между количеством учителей и других людей, вовлеченных в проблемы образования, которые поддерживают использование средств автоматизации вычислений в учебном процессе и теми, кто имеет психологические барьеры по отношению к этому (людей с барьерами в 10 раз больше). Поэтому значительные усилия были направлены на то, чтобы облегчить учителям освоение нового для них вида учебных материалов. Кроме проведения многочисленных очных и публикации записанных вебинаров, была разработана концепция технологических карт, обеспечивающих учителя детальными инструкциями по проведению уроков с использованием интерактивных моделей (проект «Динамическая математика»). За небольшое время со старта проекта (февраль 2023 г.) им воспользовались почти 2000 учителей. По результатам проведенного опроса, более 75% считают его полезным для своей работы.

Другое направление нашей работы – разработка концепции нового для российского школьного образования курса математического моделирования и создание учебного пособия и комплекта цифровых материалов по этому курсу. Книга В.Н.Дубровского и В.В.Усатюка «Математическое моделирование для школьников» состоит из трех частей. Первая посвящена моделированию с использованием МК и рассчитана, в перспективе, на массовую школу. В ней приводятся задачи, описано построение моделей к ним и сценарии их исследования по таким, например, сюжетам, как форма висячих мостов, спутниковая антенна, планетная система, опыт «игла Бюффона». Вторая часть знакомит учителей и учеников с основными методами математического моделирования и требует более высокой математической подготовки. Темы рассматриваемых задач: бросание камешка (с учетом сопротивления воздуха); астрономический симулятор; два подхода к модели «Хищник-жертва»: уравнения Лотки-Вольтерры и агентное моделирование; SIR-модели эпидемии и др. Ряд сюжетов обсуждаются в обеих частях на разных уровнях. В третьей части приводятся задачи конкурсов по математическому моделированию. Их сюжеты вполне реальны и почерпнуты из самых разных областей: банковского дела, зоологии, городского хозяйства и т.д. Такие конкурсы – важное средство пропаганды идеи внедрения математического моделирования в школьные Апробация курса проходила в рамках летней образовательной сессии для преподавателей системы детских технопарков «Кванториум» и специального курса для учащихся СУНЦ МГУ.

Параллельно с двумя основными направлениями, на более отдаленную перспективу велись исследования о возможности сочетания раннего знакомства с программированием с формированием математической грамотности, исходящие из гипотезы о том, что навыки абстрактного мышления, необходимые для программирования, естественным образом формируются при методически правильном изучении математики.

По результатам исследований опубликованы 2 книги, 34 статьи; получена государственная регистрация программы для ЭВМ «1С:Математический конструктор 9.0», выпущена 10 версия программы; сделано около 30 докладов на конференциях и семинарах; проведены серии вебинаров для педагогов.