

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДА

“Изучение взаимосвязи концептуальных математических понятий, их цифровых представлений и смыслов как основы трансформации школьного математического образования”

С.Н.Поздняков

Введение

Серьезной проблемой в условиях быстрого и неконтролируемого развития цифровой информационной среды стала уязвимость сложившихся методик обучения перед цифровыми инструментами, замещающими интеллектуальные процессы ученика.

В рамках проекта исследовалась возможность расширения множества репрезентаций математических понятий, развития методик работы с ними и организации учебного процесса, обладающих устойчивостью относительно отрицательного влияния окружающей цифровой среды.

Теоретические результаты

В качестве теоретического аппарата в исследовании использовалась теория конструирования общих информационных пространств. Показано, что “граничными объектами” (средствами эффективного взаимодействия людей, объединенных общим контекстом) в рамках “практикующих сообществ” (множества взаимодействующих людей, объединенных общей целью, в данном случае, изучением математики в какой-то форме) являются, во-первых, средства репрезентации математических понятий, во-вторых, традиции этих сообществ. Таким образом, именно эти два направления исследований являются главными для передачи смыслового содержания курса математики.

Показано, что устойчивость относительно отрицательного влияния интеллектуальных систем имеет место у тех составляющих учебного процесса, которые связаны с продуктивными мыслительными процессами. Например, устойчивыми к быстрому развитию цифрового окружения являются виды деятельности, в которых ученик выступает в активной роли. Для некоторых - таких как экспериментально-поисковая деятельность, конструктивная деятельность, моделирование - цифровое окружение открывает дополнительные возможности.

Слабым звеном являются методики, базирующиеся на “отложенном понимании”, в основе которых лежит предварительная выработка технических навыков и неосмысленное запоминание информации.

Предложены следующие изменения в содержании и методическом обеспечении курса математики

- Уменьшение веса разделов, которые строятся на операционной репрезентации математических понятий.
- Расширение множества репрезентаций математических понятий.
- Использование инструментальных репрезентаций математических понятий для формирования соответствующих им внутренних представлений.
- Развитие класса задач на “умственное моделирование. Например, задач на приведение примеров и контрпримеров.
- Увеличение роли конструктивных задач. Развитию этого класса задач способствует возможность автоматической верификации утверждений посредством использования программных средств, проверяющих, удовлетворяет ли построенная конструкция заданным свойствам.
- Введение элементов дискретной математики и теоретической информатики в курс математики. Обоснованием этому является то, что цифровое пространство стало

равноправным элементом окружающей среды, поэтому ученик должен понимать основы его устройства и пользоваться математическими инструментами не как черными ящиками, а как инструментами для продуктивной деятельности.

Существенным фактором для реализации продуктивного обучения является изменение системы оценки знаний. Тотальный административный контроль препятствует развитию горизонтальных связей и естественному созданию сообществ, объединенных общими смыслами. Он должен быть заменен "неинвазивным мониторингом", когда центр тяжести переходит на взаимодействие учитель-ученик, в рамках которого возможна формирующая оценка (formative assessment). Такое взаимодействие хорошо поддерживается цифровыми предметными средами, верифицирующими решения и генерирующими обратную связь ученику (примером являются среды динамической геометрии).

Практические результаты

Возможность расширения множества репрезентаций математических понятий при уменьшении объема операционной деятельности реализована в новом учебнике М.И.Башмакова ("Математика" : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования).

В рамках проекта исследованы возможности современных систем компьютерной математики (символьной алгебры) для проведения исследований в теории чисел, доступных на уровне физико-математических школ.

Подготовлена серия статей в цикле "Компьютер как новая реальность математики", в совокупности составляющих учебное пособие "Экспериментальная математика: организация исследовательской деятельности в теории чисел" (256 с.) (автор Н.А.Вавилов). Курсы по этой тематике читаются автором для школьников, углубленно изучающих математику (Образовательного центра «Сириус», летний лагерь СПбГУ для учеников старших классов физ.-мат. Школ Санкт-Петербурга).

Возможность опоры на экспериментальную деятельность для формирования представлений о новых математических понятиях исследовалась в рамках Международного Конкурса по применению ИКТ в естественных науках, технологиях и математике «Конструируй, Исследуй, Оптимизируй». За время проекта разработаны 9 сюжетов-лабораторий для проведения экспериментальных исследований. В конкурсе приняли участие около 3000 учеников из около 200 школ 32 регионов России, Беларуси, Казахстана.

Построен курс для корректировки знаний по математике, полученных в старших классах школы, при переходе в вуз. Цель курса - знакомство абитуриентов с вузовским курсом математики с параллельным повторением тех разделов школьной математики, которые определяют успешность освоения вузовской программы. В разработанном курсе реализован следующий методический подход — создание интегральных сюжетов, объединяющих различные репрезентации математических понятий. Интегральность сюжетов проявляется в использовании связей математики и теоретической информатики, связей различных разделов математики между собой с применением разнообразных доступных школьникам компьютерных инструментов.

Показано, что для поддержки продуктивного обучения необходимо обратить внимание на все этапы работы с задачей: этап постановки задачи, этап экспериментального исследования, включающий конструирование и моделирование, этап верификации частичных решений, этап формализации решения и его логического представления.

Второй и третий этапы допускают компьютерную поддержку, не замещающую интеллектуальную деятельность ученика.

Разработаны новые типы задач - "сюжеты", в которых теоретическая часть работы ученика проходит за "листом бумаги", а экспериментальная и конструктивная - с компьютерной

поддержкой. Разработано 6 предметных сред для постановки конструктивных задач, манипулирования объектами среды и верификацией ответов. Создано около 100 различных конструктивных сюжетов. В эксперименте за 3 года приняли участие более 1000 школьников и студентов.

Показана растущая роль моделирования, которое может потеснить программирование с развитием систем автоматической поддержки кодирования. Разработан курс "Моделирование для начинающих". Курс "Моделирование для начинающих" регулярно проводится на базе политехнического университета Петра Великого и внедрен в "школьном варианте" в учебную программу в школе Санкт-Петербурга № 554.

Возможность создания самоорганизующихся "практикующих сообществ" как основы передачи смыслового содержания предмета проверена в эксперименте создания студенческого университета "ИТ-ЛЭТИ" для изучения прикладных аспектов математики и информационных технологий. За время проекта в студенческом университете было сделано 5 выпусков, из которых 4 прошли без организационной поддержки преподавателей. За это время в работе "ИТ-ЛЭТИ" приняли участие более 2000 студентов, студентами поставлено и проведено более 25 курсов, создана группа в ВКонтакте с более чем 800 подписчиками, выложены более 150 видеозаписей на YouTube, которые были просмотрены более 35 000 раз