

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А.Л.СТОЛЯРЕВСКАЯ

Украина, г.Харьков, Восточноукраинский филиал международного Соломонова университета

Многие страны мира выражают озабоченность относительно возможности удовлетворения потребностей обучаемых в знаниях, умениях и навыках, необходимых для развития промышленности, торговли, а также исследований, которые смогут содействовать поддержке экономического процветания и социального благополучия. Эти знания, умения и навыки достигаются соответствующим образованием, получением необходимой квалификации в области математики, науки и техники. Примерами являются ТЕМ – образование [1], MST-программы [2].

Приоритетными направлениями Украины в области образования являются [3]: повышение качества образовательных услуг, обеспечение равного доступа к качественному образованию на всех уровнях, повышение конкурентоспособности национальной системы образования и ее интеграция в единое европейское образовательное пространство.

Одними из путей расширения сотрудничества с европейскими странами в области преподавания и обучения математике может стать присоединение к форумам ученых из Центральной и Восточной Европы CADGME. Речь идет о четырех конференциях CADGME (Computer Algebra and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Education - системы компьютерной алгебры и динамической геометрии в математическом образовании), которые проводились следующими организациями: Университетом города Печ, Венгрия (2007), Центром символьных вычислений RISC, Хагенберг, Австрия (2009), Университетом Южной Богемии, Глубока-над-Влтавой, Чехия (2010) и Университетом города Нови-Сад, Сербия (2012). Труды конференций размещены в открытом доступе на соответствующих сайтах [4].

Технологии в математическом образовании. Признанными технологиями в процессе преподавания и обучения математики считаются калькуляторы, электронные таблицы, геометрический блокнот Sketchpad, системы компьютерной алгебры (CAS) и системы динамической геометрии (DGS).

CAS изначально задумывались в начале 1970-х годов исследователями, работающими в области искусственного интеллекта. Первыми системами были Reduce

[5], Derive [6] и Macsyma [7]. Коммерческие версии этих программ по-прежнему доступны. Две самые успешные коммерческие CAS программы – это Maple [8] и Mathematica [9]. Несколько других программных пакетов, таких как MathCAD и MATLAB, включают Maple Kernel для выполнения символических расчетов.

Системы динамической геометрии DGS представляют собой компьютерные программы для интерактивного создания и манипулирования геометрическими построениями. Характерной особенностью таких программ является то, что они создают геометрические модели объектов, таких как точки, линии, круги и т.д., вместе с зависимостями, которыми эти объекты могут быть связаны друг с другом. Пользователь системы может манипулировать моделями, перемещая некоторые из их частей, а программа изменяет другие части, так что зависимости сохраняются. В отличие от программ, которые просто создают изображения, графика в программе DGS является визуализацией абстрактной модели (имеющей геометрическую природу) и, в частности, обеспечивает визуальный интерфейс для манипуляций. Примерами систем динамической геометрии являются Cabri [10], Cinderella [11], GeoGebra [12].

В последние годы наблюдается тенденция большего использования на практике систем динамической геометрии, особенно системы GeoGebra.

GeoGebra свободно распространяемая динамическая геометрическая среда, которая была создана командой программистов из разных стран мира на языке Java (идея принадлежала Маркусу Хогенвартеру). GeoGebra переведена на 58 языков, в том числе, на русский и украинский. О популярности GeoGebra свидетельствует тот факт, что в июне 2013 года вышел специальный выпуск Европейского журнала современного образования (Россия, Сочи), посвященный использованию GeoGebra в учебном процессе [13].

Интеграция технологий в процесс преподавания и обучения математике.

При простом использовании технологии применяются ради технологий часто наугад, применяются редко либо время от времени, произвольно и иногда не вовремя. При интеграции технологии применяются методично и целенаправленно, являются составной частью учебного процесса. При простом использовании технологии применяются зачастую для осуществления действий, которые легко выполнимы и без применения технологий, т.е. являются по сути второстепенными для обучения. При интеграции технологии являются необходимым элементом обучения, применяются для поддержки учебных целей и задач, используются для облегчения действий, которые иначе было бы трудно или невозможно выполнить. При простом использовании

технологии, в основном, применяются преподавателем. При интеграции технологии необходимы для того, чтобы заинтересовать обучаемых в материале, инициировать работу обучаемых сообща как внутри, так и вне классных комнат.

Цель работы. Целью работы является анализ процесса интеграции технологий в процесс преподавания и обучения математике.

Основные компоненты профессиональной подготовки преподавателя, применяющего технологии. Компонентами профессиональной подготовки преподавателя являются:

- Концепция того, что значит обучать математике, интегрируя технологии в обучение;
- Знание учебных стратегий и представлений для преподавания отдельных математических тем с технологией;
- Знание студенческого понимания, мышления и обучения с применением технологий по такому предмету как математика;
- Знание учебных программ и учебных материалов, которые интегрируют технологии в обучение математике.

Анализ докладов на тему интеграции технологий. На конференциях CADGME предлагались следующие темы для обсуждений.

Обучение: влияние CAS-DGS на преподавание математики, изменение роли учителя, обучение учителей, подготовка учителей, дистанционное обучение и CAS, обучение с развивающейся системой автоматизированного доказательства теорем (TPS - Theorem-Proverbased Systems).

Изучение: влияние CAS-DGS на обучение студентов, отношение студентов к CAS-DGS, понимание/знание CAS-DGS, алгебраические навыки CAS, инструментарий, обучение с развивающейся системой TPS.

Учебный план: создание среды обучения и учебных планов, реализация учебных программ и учебных практик /инновационные практики, перспективы TPS для разработки учебных программ и администрирования.

Оценивание: оценивание в CAS-DGS средах, CAS-DGS в сетевых системах оценивания, оценка поэтапного решения задач с использованием TPS.

На конференциях были представлены доклады ученых, преподавателей и учителей из разных стран мира. Всего было заслушано более 300 докладов. Доклады по темам можно распределить следующим образом: CAS-13%, Theorem-Prover (системы

автоматизированного доказательства теорем) - 7%, DGS-15%, GeoGebra-13%, по вопросам преподавания-20%, обучения-12%, другие исследования-35%. Динамика изменения количества докладчиков по перечисленным темам на четырех конференциях дана на рисунках 1-2.

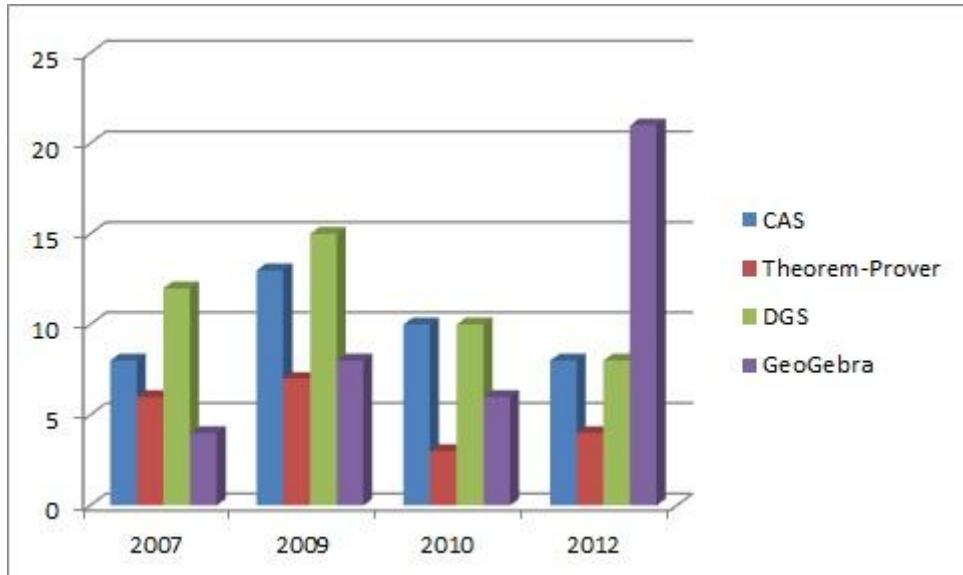


Рис.1. Итоги конференций по развитию/использованию CAS-DGS

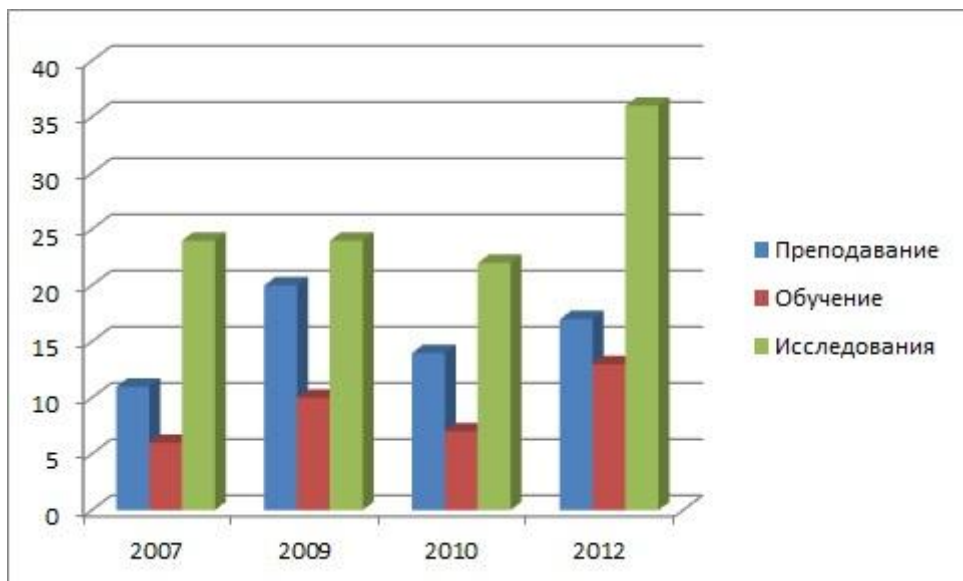


Рис. 2. Итоги конференций по вопросам преподавания и обучения с использованием CAS-DGS

По теме «Системы автоматизированного доказательства теорем» было представлено 20 докладов. Доказательства теорем по праву считаются самой трудной частью математики. По этой причине доказательства часто опускаются в большинстве школ. Новые технологии помогают исправить эту ситуацию.

Математика является наукой, которая вырабатывает интуицию и позволяет решать задачи с помощью рассуждений. В математическом образовании математические рассуждения развиваются постепенно: сначала, с помощью экспериментов и наблюдений, изучаются свойства математических объектов, таких как числа и геометрические объекты. Далее на первый план выходит вопрос о том, почему некоторые свойства математических объектов сохраняются во всех возможных ситуациях, и ответ на него дает конечную цепочку аргументов, то есть доказательство. Методика аргументаций, рассуждений, доказательств находит свое продолжение в университетской математике. Метод аргументаций, рассуждений, доказательств понимается как процесс, руководящее правило, и может быть явно и всесторонне описан механическим (алгоритмическим) способом. Автоматизация рассуждений (компьютерная логика) получила теоретическое и практическое развитие в течение последних четырех десятилетий и к настоящему времени является частью символьных вычислений, в которых системы компьютерной алгебры являются важной составляющей. В то время как компьютерная алгебра теперь все больше и больше используется в математическом образовании, автоматизированы методы рассуждений до сих пор редко включаются в систему обучения математике.

На секциях CADGME «Автоматические рассуждения и математическое образование» были представлены автоматизированные системы рассуждений, которые могут служить базой для использования в средней школе и в академическом математическом образовании [14, 15].

Преимущества и недостатки использования технологий и, особенно, систем компьютерной алгебры на уроках математики обсуждаются во всем мире. Г.Вейганд в докладе «Тезисы об использовании систем компьютерной алгебры в следующем десятилетии» [16] пытается ответить на вопрос, каким будет значение CAS в ближайшие годы. Г.Вейганд подчеркивает что следует развивать модель компетенций для оценки способностей студентов при работе с CAS, разрабатывать критерии для адекватного представления так называемых «CAS-решений». Также нужна глобальная концепция преподавания и обучения с новыми технологиями по отношению к традиционным стилям обучения.

Преподаватель математики должен поддерживать у обучаемых потребности в математической компетентности. Отношение к математике включает студенческие идеи, релевантные их интересам, их представлениям о полезности математики, их компетенции в решении математических задач. Самовосприятие студентом своей

компетенции или способностей лежит в основе ряда психологических теорий, направленных на объяснение цели обучения и выбора, связанного с достижением цели. Положительное отношение к компетенции связано с положительным и когнитивными и поведенческими результатами и положительными намерениями участвовать в дополнительной математической деятельности. Негативное восприятие математических компетенций негативно влияет на будущий выбор студентом карьеры, особенно в области науки, технологии, инженерии и математики (STEM). В докладе [17] говорится о том, как эффективное использование технологий может помочь студентам поддержать их математическую самооценку.

В настоящее время учителя математики сталкиваются с множеством технологических инструментов и ресурсов, которые доступны с помощью технических средств и, в частности, через интернет. Тем не менее, учителя могут испытывать трудности при координации образования, которое использует эти новые возможности. Для того чтобы учитель сумел извлечь выгоду из технологий в повседневном преподавании математики, ему следует иметь больше знаний о новых методах преподавания, которые возникают в обогащенном технологией классе. Интеграция технологий в математическое образование вовсе не должна быть принята как должное, ее успех зависит от нескольких, иногда сложных, факторов. Одним из факторов является инструментальное становление студентов, которое может быть трудоемким и нетривиальным процессом. Второй фактор относится к учителю. Учителя считаются важнейшими «игроками» в математическом образовании, и их способность использовать возможности технологии в значительной мере определяет успех интеграции технологий. При использовании цифровых технологий учителя сталкиваются с новыми, иногда дестабилизирующими ситуациями, которые ставят под сомнение существующую практику преподавания. Для решения этой проблемы было введено понятие инструментальной оркестровки. В работе [18] описана оркестровка для учителей, использующих апплеты в курсах алгебры и геометрии. Результаты эксперимента показывают, что учителя предпочитают использовать оркестровку, связанную с их взглядами на математическое образование.

В докладе П.Эндрюса «Понимание культурных аспектов исследований в области преподавания и обучения математике» [19] говорится, что недавние исследования подчеркивают значимость культурной локализации учителя как детерминанты не только его видения математики, но и дидактических стратегий.

Тем не менее, большинство исследований в области преподавания и изучения математики предполагает, что математика как совокупность знаний является кросс-культурной постоянной, т.е. исследования, проводимые в одном культурном контексте, имеют прозрачную и беспроблемную трактовку в другом контексте. Это предположение пронизывает все аспекты исследований в области математического образования, и исследования в области использования технологий для облегчения математического обучения не являются исключением.

В своем выступлении П. Эндрюс останавливается на том, как культура влияет на образование в целом и на математическое образование, в том числе, и на обогащенное технологией математическое образование.

В последние годы появилось много электронных ресурсов для работы с технологиями. Они могут быть использованы в учебном процессе. Ресурсы должны быть подготовлены так, чтобы их было легко адаптировать в соответствии с конкретными дидактическими ситуациями. Требования к ресурсам следующие: ресурс должен быть открытым, ресурс должен быть легко изменен и использован в самых разных ситуациях [20].

Основная цель, по мнению У. Кортенкампа [21], -сделать математику, обеспечиваемую интерактивными ресурсами, более доступной для всех учителей и учащихся, содействовать поиску в ресурсах, использованию ресурсов и обеспечению их качества. У. Кортенкамп рассказывает о проекте Intergeo [22] (с открытым исходным кодом), который приводится в действие консорциумом коммерческих и частично коммерческих производителей, а также европейскими преподавателями математики. У. Кортенкамп поднимает некоторые дидактические и исследовательские вопросы, на которые нужно ответить для решения задачи интеграции технологий в преподавание математики, обучение студентов и их систему оценивания.

В докладе «Почему мы должны интегрировать системы компьютерной алгебры с интерактивной геометрией?» [23] Янг Вэй-Чи из Рэдфордского университета, США, утверждает, что интеграция CAS с интерактивной геометрией не только позволит обобщить традиционные теоремы, но также обеспечит методологией решение многих проблем реальной жизни.

О предстоящей конференции. Работы в направлениях, обозначенных CADGME, успешно продолжают. Представители кафедр математики и компьютерных наук при факультете естественных наук университета имени Мартина Лютера, Галле-Виттенберг, Германия, вызвались провести следующую конференцию

CADGME в сентябре 2014 года. Для участия в конференции приглашаются заинтересованные преподаватели и ученые, чтобы обменяться идеями и развивать сотрудничество в области интеграции технологий в преподавание и обучение математике.

Выводы. В работе представлен обзор состояния внедрения технологий в процесс преподавания и обучения математики, выполненный на основе трудов конференций CADGME. Технологии стали важным инструментом для математиков в современном мире. Они могут быть использованы различными способами для улучшения и разнообразия процесса обучения математике. Технологии могут облегчить решение математических задач, рассуждений и доказательств, обеспечить обучающимся возможность изучить различные представления математических идей и поддержать их для установления связей как внутри, так и за пределами математики. Для интеграции технологий в процесс преподавания и обучения математике преподаватель должен быть соответствующим образом подготовлен.

Литература:

1. Science, Technology, Engineering, & Mathematics (STEM) information. – Date: October 7 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/stemintrod.asp>.
2. Math, Science, & Technology. – Date: November 28 2012 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.p12.nysed.gov/ciai/mst/>.
3. The Bologna Process - the key to European integration of higher education for Ukraine. – Date: October 25 2012 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.mon.gov.ua/en/actually/1007-the-bologna-process---the-key-to-european-integration-of-higher-education-for-ukraine>.
4. Computer Algebra and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Education. Faculty of Sciences, University of Novi Sad, 22-24 June 2012, Novi Sad, Serbia. - Date: 09 October, 2012 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://sites.dmi.rs/events/2012/CADGME2012/>.
5. REDUCE. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://reduce-algebra.com/>
6. Derive 6. Chartwell-Yorke 'Math ICT' Home Page. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.chartwellyorke.com/derive.html>.
7. Macsyma. - Date: July 27 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Macsyma>.
8. Maple 17. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.maplesoft.com/products/maple/>.
9. Wolfram Mathematica 9. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.wolfram.com/mathematica/>.
10. Innovative Maths Tools. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.cabri.com/>.

11. Cinderella. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://cinderella.de/tiki-index.php>.
12. GeoGebra. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.geogebra.org/>.
13. European Journal of Contemporary Education. Table of content: 2013 volume:4 issue:2. - Date: October 15. 2013. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.doaj.org/doaj?func=issueTOC&isId=162795&uiLanguage=en>
14. Buchberger B. Lazy Thinking: A Reasoning Strategy for Inventing Algorithms. - RISC, University of Linz, Austria. - . - Date: 09 October, 2012 [Электронный ресурс] / Buchberger B. // Режим доступа: <http://matserv.pmmf.hu/cadgmewebproceedings/Keynote/Bruno%20Buchberger.pdf>.
15. Buchberger B. Mathematical Invention: How Much Can Be Automated? RISC: - . - Date: 09 October, 2012 [Электронный ресурс] / Buchberger B. // Режим доступа <http://www.risc.jku.at/conferences/cadgme2009/Buchberger/Buchberger-Talk-CADGME-2009-07-1212h45.pdf>.
16. Weigand H.G. The sesaboutthe use of computer algebra systems inthenextdecade. University of Würzburg, Germany. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://sites.dmi.rs/events/2012/CADGME2012/files/presentations/Weigand.pdf>.
17. Hadžić O. The Roleof Computers in Changing Students Attitudes Towards Mathematics. University of Novi Sad, Serbia. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://sites.dmi.rs/events/2012/CADGME2012/files/Olga%20Hadzic.pdf>.
18. Drijvers P. The teacher and the tool, Freudenthal Institute. Utrecht University, the Netherland. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.fi.uu.nl/tooluse/docs/PME33-RR-DrijversEtAl-corrected.pdf>.
19. Andrews P. Understanding the cultural dimension in research in mathematics teaching and learning. University of Cambridge, Unite dKingdom. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.risc.jku.at/conferences/cadgme2009/Andrews.pdf>.
20. Lokar M. Using learning blocks to prepare e-content for teaching mathematics. University of Ljubljana Slovenia. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.nauk.si/info/o-skupininauk/clanki/USING%20LEARNING%20BLOCKS%20TO%20PREPARE%20E-CONTENT%20FOR%20TEACHING%20MATHEMATICS.pdf>.
21. Kortenkamp U. Interoperable Interactive Geometry for Europe. Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Germany. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://home.pf.jcu.cz/~cadgme2010/proceedings/kortenkamp/Ulrich_Kortenkamp_talk.pdf.
22. I2G. - Date: October 15 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://i2geo.net>.
23. Yang Wei-Chi. Why should we integrate Computer Algebra Systemwith Interactive Geometry? Radford University, USA. - Date: October 15, 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://home.pf.jcu.cz/~cadgme2010/annotations/Wei-Chi_Yang-keynote.pdf.

Надійшло до редакції 14.10.2013 року