Educational matters/
Въпроси на преподаването

РЕАЛИЗАЦИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ И ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ

Александр Русаков
Московский государственный технический
университет радиотехники, электроники и автоматики

Резюме. В статье на примерах конкретных задач раскрываются некоторые дидактические возможности информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), позволяющих „подтолкнуть“ учащегося к открытию субъективно новых знаний, а иногда и объективно новых в науке фактов.

Keywords: Didactics, ICT technologies, computer environment, visualization, creativity

Вовлечение обучаемого в исследовательскую, научно-исследовательскую работу – одна из сложнейших задач для учителя и преподавателя ВУЗа. Этому предшествует постоянная кропотливая работа по созданию необходимой содержательной, технологической и инструментальной базы конкретного исследования, поставленной задачи у начинающего исследователя. Следует подчеркнуть, что не менее важной психолого-педагогической составляющей этой работы является тот факт, что предлагаемая задача (тема) не должна показаться сложной (скорее привлекать кажущейся простотой), исследователь должен быть заинтересован ее содержанием, и в то же время - требовать от него полной мобилизации и серьезной ревизии своих знаний, иначе говоря, создается не только необходимый багаж знаний и умений.

Рассмотрим задачу. Найти площадь поверхности, образованной при пересечении под углом 90° двух прямых круговых цилиндров, с радиусом основания равным 1.

Условимся считать, что ось первого цилиндра совпадает с осью Ox, второго – с осью Oy декартовой прямоугольной системы координат $Oxyz$.

Решение подобных задач в первую очередь преследует цель развития пространственного мышления, воображения обучаемого. Представить, а тем более изобразить заданную поверхность не так-то просто. Здесь на помощь приходят информационные технологии позволяющие визуализировать условия задачи (информацию). Существующие на сегодняшний день динамические среды (см., например «Математический конструктор» фирмы 1С, GeoGebra; GEONEXT) позволяют не только увидеть объемную картинку, наглядно иллюстрирующую условие задачи, но и «покрутить» ее, отмечая все особенности полученной фигуры, с реализацией дидактического принципа ИТ – возможности многократного повторения (рис. 1).

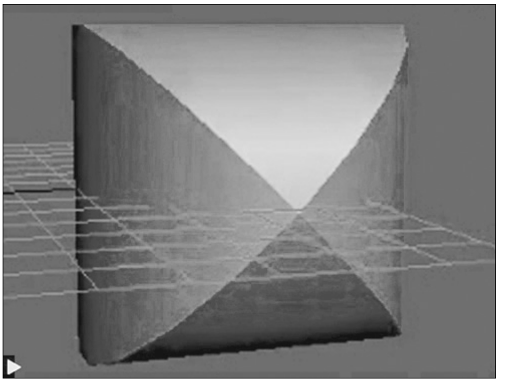


Рис. 1

Последнее очень важно при решении данной задачи, так как позволяет заметить симметричность поверхности как относительно координатных и биссекторных плоскостей, так и ее центральную симметрию. Конечно, симметрию можно заметить и из системы уравнений двух пересекающихся цилиндров, задающих эту фигуру:

$$\begin{cases} z^2 + y^2 = 1, \\ z^2 + x^2 = 1 \end{cases}$$

(координаты входят в уравнения в четных степенях). Но уравнение цилиндра, с осью симметрии, совпадающей с координатной осью в определенном смысле изыск школьной программы по математике, и дано не каждому студенту.

В силу указанной симметрии для решения поставленной задачи, достаточно найти $\frac{1}{16}$ искомой площади поверхности (половинку, когда $x > 0, \quad y > 0, \quad z > 0$), см. рис. 2.

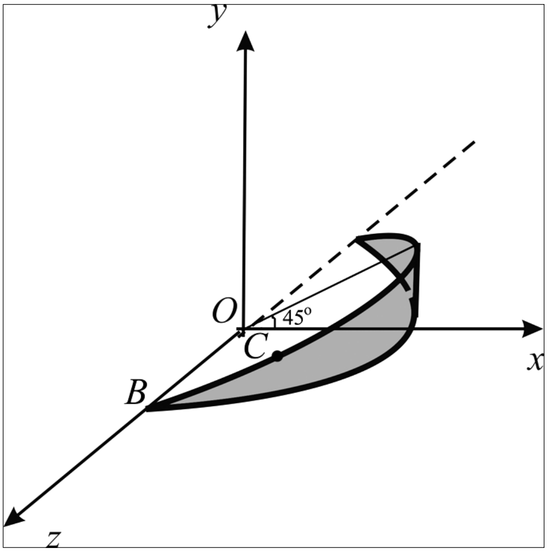


Рис. 2

Для вычисления данной площади можно воспользоваться поверхностным интегралом (путь по которому скорее всего пойдет студент), однако можно сделать это элементарными методами, которые, вообще говоря, только и доступны для школьника.

Напомним, что цилиндр – одна из тех немногих фигур, площадь боковой поверхности которой (как и ее частей) можно найти при помощи ее развертки (отображения поверхности на плоскость, сохраняющего длины кривых, т.е. длина любой кривой на поверхности равна длине ее образа при развертке на плоскость).

Развернем изображенную на рис. 2. поверхность на плоскость $x'O'y'$, проходящую через точку B параллельно плоскости xOy (процесс развертывания также может быть продемонстрирован в динамике при помощи средств компьютерной среды).

Отметим на рассматриваемой части поверхности точку $C(x_c; y_c; z_c)$, так, чтобы она лежала в плоскости π, расположенной под углом 45° к плоскости xOz.

Найдем координаты $(x'; y')$ точки C' – образа точки C при развертке. Для этого рассмотрим проекцию C^* точки C на плоскость xOz (рис. 3.). Угол β, как центральный угол окружности, измеряется длиной дуги $\breve{BN}*$, которая при развертке перейдет в отрезок $B'C'$ длины x', равной длине дуги $\breve{BN}*$, значит $\beta = x'$.

$$a = x_c = \sin\beta = \sin x'$$

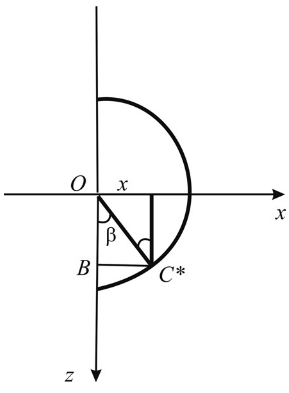


Рис. 3

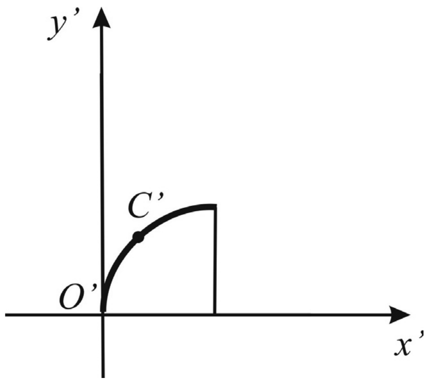


Рис. 4

Так как плоскость π образует угол $\frac{\pi}{4}$ с плоскостью xOz, то в сечении плоскостью, проходящей через точку C' перпендикулярно xOz, всегда равнобедренный прямоугольный треугольник; $y_c = y'$ и $y' = \sin x'$.

Значит при нашей развертке, дуга кривой BC перейдет в дугу $B'C'$ синусоиды на плоскости $x'O'y'$: $y' = \sin x'$.

То есть получим часть волны синусоиды, заданную на отрезке от 0 до $\frac{\pi}{2}$, площадь соответствующей криволинейной трапеции равна площади искомой части поверхности пересечения цилиндров, в силу указанного выше свойства отображения.

Таким образом, площадь всей поверхности:

$$S = 16 \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin x dx = 16\left(-\cos x\Big|_0^{\pi/2}\right) = -16 \cdot \left(\cos\frac{\pi}{2} - \cos 0\right) = 16$$

Решение рассмотренной задачи удивительным образом сочетает в себе не только исследование при помощи визуализации в компьютерной среде, помогающее выбрать метод решения (развертка), доступный школьнику, но и позволяет проверить прочность и глубину его математических знаний. Здесь требуется, в том числе, знание метода координат, тригонометрии, понятия симметрии и свойств симметричных фигур, свойств отображений, и умение вычислять определенный интеграл. Поэтому решение такой задачи говорит о высоком уровне математической подготовки школьника, а решение задачи без использования поверхностного интеграла о добротной математической подготовке студента, даже если идею решения подсказал подготовленный преподавателем видеоряд. Применение информационных и коммуникационных технологий существенно усиливает психолого-педагогическое воздействие на слушателей семинара, где решается или разбирается решение этой задачи.

Эта и подобные ей задачи могут стать трамплином для школьника в математику, первым шагом к серьезным научным исследованиям и даже открытиям.

Приведем пример научного открытия школьника, результат которого получить без применения ИКТ и использования дидактических возможностей ИКТ было бы маловероятно.

Научный сотрудник университета Нью-Йорка Бауман Константин Евгеньевич выпускник механико-математического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова еще в студенческие годы (в 2008 г.) был удостоен золотой медали Российской академии наук за работу «Коэффициент растяжения кривой Пеано-Гильберта».

А начиналось все со школьного исследовательского проекта...

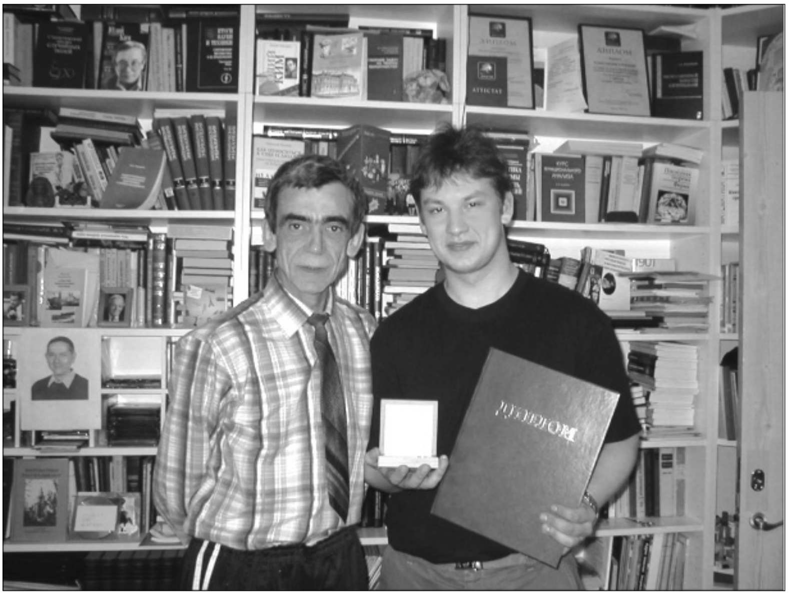


Рис. 5. Русаков А. А. и Бауман К. Е.

Константин Бауман рано проявил способности к математике. С 1997 года он занимался на Малом механико-математическом МГУ им. М.В. Ломоносова. Константин неоднократно награждался дипломами на университетских олимпиадах. В 2002/2003 учебном году Константин Бауман начал посещать спецкурс «Что такое линия?» в Специализированном учебно-научном центре МГУ им. М.В. Ломоносова и проявил интерес и приступил к исследованию под руководством А.А. Русакова серьезной нерешенной математической проблемой.

Математическая научно-исследовательская деятельность учащихся – это, прежде всего, формирование дидактических условий, в которых обучаемые получают новые импульсы:

– для более глубокого освоения образовательной программы;

– для развития опережающего обучения;

– для понимания (Rusakov & Lungu, 2012) предмета, и понимания единства естественно-научного знания.

– для мотивации разработки своего собственного образовательного математического продукта (Grozdev, 20017);

– для последовательного перехода школьника из объектной роли через субъектную к творческой и обучающей роли для своих товарищей;

– для выявления субъективной новизны результата этой деятельности и процесса ее выполнения (субъективность заключается в том, что результаты исследования являются совершенно новыми и зачастую неожиданными для самого школьника);

– для проведения собственного научно-исследовательского проекта, который иногда (и это, безусловно, достижение, пусть и редкое) заканчивается новым результатом или **открытием в математике** (с дальнейшей публикацией в научном журнале) (Grozdev, 2007);

– для осмысления нерешенных задач и знакомства с проблемами внутри математического (естественно-научного) знания.

Непрерывные отображения отрезка на квадрат, называемые в честь открывшего их итальянского математика Джузеппе Пеано, из ряда математических курьезов давно превратились в один из рабочих инструментов прикладного математика. Для обоснования этого тезиса остановимся на следующем применении пеановских кривых для сжатия плоских изображений. Любой способ нумерации пикселей назовем разверткой.

Известно, что кривая Пеано является инъективным Гельдеровским отображением отрезка на квадрат, ее график полностью заметает единичный квадрат на координатной плоскости (иначе говоря, площадь графика кривой Пеано равна единице, площади единичного квадрата). Открытие этого отображения явилось в свое время принципиальным в осознании понятия кривой и создании правильного подхода к построению тории размерности (осуществленному впоследствии такими выдающимися математиками, как Лебег, Брауэр, Пуанкаре, Урысон, Маггер). Была поставлена задача оценки константы гельдеровости для кривой Пеано (подчеркнем, – это не дифференцируемая функция), оценка коэффициента растяжения имела и прикладное значение.

Например, мы привыкли к построчной развертке экрана телевизора или компьютера. Однако в инженерной практике встречается немало приборов дисплей которых имеют центральную (от центра) развертку, дисплеи радиолокаторов, медицинских приборов и др. Развертка в этих приборах происходит по двумерной кривой Пеано. Для улучшения качества изображения, конструктивных особенностей прибора в инженерных расчетах необходимо знание коэффициента растяжения.

С этого момента началось вовлечение школьника в исследовательскую работу над нерешенной проблемой. Решаемые в ходе спецкурса микроцели позволяли ввести учащегося в указанную тематику и создать необходимую базу знаний для самостоятельного исследования.

Поиск источников (литературы по теме исследования).

Микроцели:

– изучить историю становления и развития понятия линии;

– рассмотреть понятие кривой Пеано;

– научиться строить аналог кривой Пеано-Гильберта;

– изучить свойства кривой Пеано;

– познакомиться с понятиями фрактала и коэффициента растяжения кривой и др.

Результат – реферативная работа, в которой

– дано определение линии по К. Жордану;

– приведен подробный алгоритм построения кривой Пеано-Гильберта;

– школьником самостоятельно установлена фрактальность кривой Пеано (вывод сделан на основании заданного при пошаговом построении кривой правила обхода);

– осмыслено понятие коэффициента растяжения кривой;

– существенное продвижение в изучении языков программирования высокого уровня;

– совершенствование навыков программирования.

В классической постановке задачи оценки коэффициента растяжения кривой Пеано сложный понятийный математический аппарат, требующий серьезных знаний математики. Шестнадцатилетние школьники этих знаний не имеют. Здесь при вовлечении учащихся в исследовательскую, творческую работу разработана методика перехода к «дискретной» постановке математической задачи (Русаков, 2006).

Построение дискретного аналога кривой Пеано-Гильберта

Кривая Пеано-Гильберта строится по шагам. На нулевом шаге определяем, что начало исходного отрезка попадает в левый нижний угол квадрата, конец отрезка – в правый нижний угол, а середина отрезка в центр квадрата. На первом шаге, делим отрезок на четыре равных отрезка, соответственно квадрат также делится на четыре конгруэнтных квадрата, и определяем, какой отрезок в какой квадрат попадает (при этом соседние отрезки переходят в соседние по стороне квадраты). Для каждого маленького отрезка определяем координаты точек квадрата, в которые попадают его начало, конец и середина. Далее каждый маленький отрезок делим на четыре части и проводим аналогичные построения, и т.д. Правило обхода задается следующем образом:

Возьмем отрезок [0;1] (обозначим его $О_0 1$) и квадрат ($К_0 1$) со стороной 1. На первом шаге разделим отрезок на 4 одинаковых части (отрезки $О_1 1$, $О_1 2$, $О_1 3$ и $О_1 4$ рис.6) и квадрат на 4 конгруэнтных квадратика $К_1 1$, $К_1 2$, $К_1 3$ и $К_1 4$ (рис.7). Возьмем начало кривой в левом нижнем углу, а конец в правом нижнем. Пусть, чтобы пройти через квадратик, надо пройти через его центр.

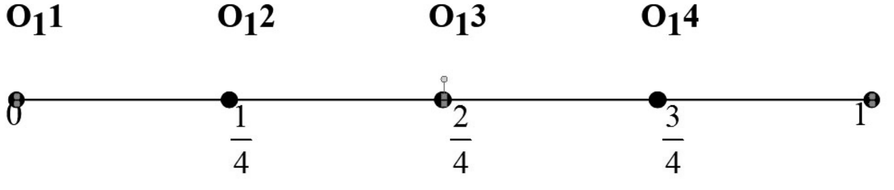


Рис.6. Единичный отрезок

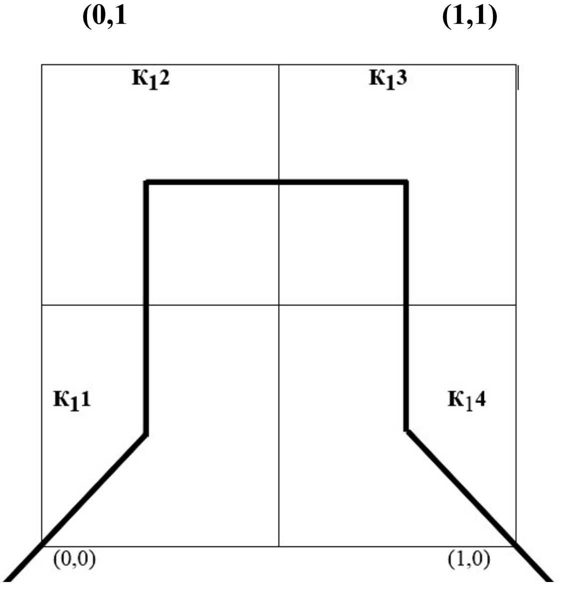


Рис. 7. Единичный квадрат

Совершим обход квадрата, переходя от одного к другому по принципу соседства по стороне. Далее установим взаимно однозначное соответствие между отрезками и квадратиками, так чтобы соседние отрезки переходили в соседние (по стороне) квадраты, т.е. О$_1$1 в К$_1$1, О$_1$2 в К$_1$2 и т.д. Для наглядности соединим центры линией по порядку обхода (рис.7). Последовательно пронумеруем квадраты (К$_1$1; К$_1$2; К$_1$3; К$_1$4). Следовательно, К$_1$1 сосед К$_1$2, К$_1$2 сосед К$_1$3 и К$_1$3 сосед К$_1$4. Далее каждый получившийся отрезок будем делить на 4 равные части и все соответствующие квадраты на 4 конгруэнтных квадратика. Последовательность обхода всех квадратов, получившихся на предыдущем делении, останется той же (К$_1$1→К$_1$2→К$_1$3→К$_1$4).

Теперь следует задать порядок обхода маленьких квадратиков, получившихся на втором делении. Возьмем квадрат К$_1$1. Входим в него в левом нижнем углу. Так как, в диагонально противоположном углу мы выйти не сможем (рис.7), то из двух оставшихся выберем тот, который граничит с К$_1$2 (чтобы не нарушать порядок обхода больших квадратов). Следовательно, обходить квадрат К$_1$1 надо так, чтобы начать движение в левом нижнем углу, а закончить в выбранном углу (для К$_1$1 – это левый верхний).

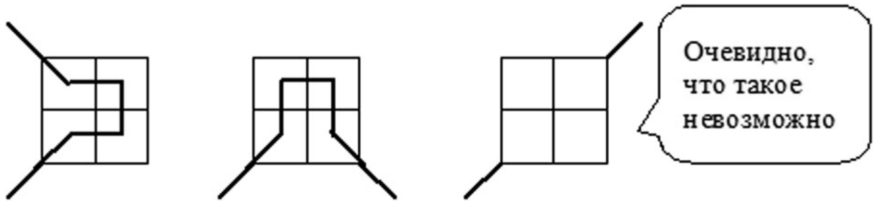


Рис.8. Выбор обхода

Допустим, у нас есть правило обхода на (n-1)-ом шаге и нумерация последовательно обойденных квадратов. Требуется показать порядок обхода на n-ом шаге. Так как, К$_n$1 мы обрабатывать умеем, то возьмем К$_n i$ квадрат. Найдем угол, в который мы пришли из К$_n$(i-1) квадрата и, так как в диагонально противоположном мы выйти не сможем, то из двух оставшихся выберем тот, который граничит с К$_n$(i+1) квадратом. Следовательно, совершим обход так, чтобы закончить в выбранном углу. На рис.8 показано, как обходить квадраты К$_n i$ на первом, втором и третьем шагах.

Таким образом, кривая Пеано-Гильберта строится последовательным доопределением расположения образов точек отрезка.

Правило обхода в каждом квадрате К$_n i$ с точностью до поворота подобно правилу обхода в исходном квадрате К$_0$1. Поэтому **кривую Пеано мы называем фракталом,** [1)] подчеркнем что идея о фрактальных свойствах кривой пришла при компьютерной визуализации ее моделей и дальнейшем доказательстве этих свойств!

$\bar{p}(x)$ - это вектор из начала координат в образ точки Х на квадрате. А значит, $(\bar{p}(x)-\bar{p}(y))^2$ - это квадрат длины вектора из образа точки Х в образ точки У на квадрате.

Кривая Пеано – не простое отображение отрезка на квадрат, а такое, что для любых двух точек будет выполняться следующее неравенство Гельдера, т.е. существует число К (коэффициент растяжения), такое, что для любых точек отрезка *x* и у выполняется неравенство

$$(\bar{p}(x)-\bar{p}(y))^2 \le K|x-y| \text{ или } F(x,y)=\frac{(\bar{p}(x)-\bar{p}(y))^2}{|x-y|} \le K.$$

Коэффициентом растяжения C называется минимальное значение К, удовлетворяющее этому условию.

Если взять 2 точки в исходном квадрате и, подставив в формулу, получить $F(x,y)$, то в любом другом, более мелком, но подобном квадрате при подобном расположении точек, $F(x,y)$ между точками будет тем же.

Вхождение в математическую науку Константин начал с изучения классического объекта – Пеановского отображения отрезка на квадрат. На данном этапе он вплотную подошел к постановке исследовательской задачи. Перед Константином была поставлена задача оценки сверху и снизу коэффициента *С* растяжения для классического варианта кривой Пеано-Гильберта.

В начале он получил грубые оценки этого коэффициента – доказал, что тот лежит на отрезке от 6 до 6,375. На этом этапе исследования возникла «красивая» заманчивая гипотеза – коэффициент растяжения кривой Пеано-Гильберта С=2π.

С полученным результатом (6 ≤ С ≤ 6,375) Константин принял участие в Международной научно-технической Интернет-конференции школьников "Юниор - Старт в Науку" при поддержке корпорации Интел.

Первый опыт публичного выступления. Тщательная подготовка – обсуждение результатов на спецкурсе и в личных беседах с преподавателями, выступление перед одноклассниками. Работу Константина оценили вторым местом. Первая маленькая победа на этом тернистом пути (Русаков & Сердюков, 2007).

Работа продолжилась. Константину удалось сузить ограничение коэффициента, а именно, он получил с помощью программы и только затем доказал, что тот лежит на отрезке от 6 до 6,09. Этот результат разрушил гипотезу С=2π и вызвал сомнения. В итоге достаточно долго перепроверялся.

Результаты его работы были заслушаны на кафедральном семинаре кафедры общей топологии и геометрии. Высокую оценку работе дали сотрудники кафедры. Мнение зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессора В.В. Федорчука – рекомендую работу к публикации, информацию о докладе поместить в трудах кафедры «Общей топологии и геометрии». Работа Константина была издана в трудах кафедры общей топологии и геометрии механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Константин Бауман получил за свою работу первую премию на Международном конкурсе-конфереции "Юниор", проводившемся министерством образования РФ 1-2 марта 2003 г. в Московском государственном инженерно-физическом институте. Итог работы школьника – получено точное значение коэффициента растяжения кривой Пеано-Гильберта (С=6).

Такой результат не был сразу очевиден. Константину никак не удавалось доказать и получить более точную оценку константы С.

В эпоху научно-технической революции широкое распространение знаний математики и информатики, приобщение к ним молодежи, приступающей после окончания школы, к трудовой деятельности в разнообразных отраслях науки и техники, становится необходимостью. Большинство ведущих профессий в промышленности требует многих знаний, умений и навыков, относящихся к математике и ее приложениям, именно об этом мы много беседовали с академиком РАН С.М. Никольским (Rusakov, 2015). А умение решать задачи с использованием компьютера и информационных технологий вообще споров в настоящее время уже не вызывает.

Было решено воспользоваться компьютерной программой, неоднократное использование и получение оценок для константы с помощью которой увеличило степень уверенности в том, что С=6. Следующая задача состояла в поиске путей доказательства этого факта. После неоднократных попыток доказать, что коэффициент растяжения кривой Пеано-Гильберта в точности равен 6 и долгой, упорной работы, ему это удалось.

Результат был представлен на Международной конференции «III Колмогоровские чтения», посвященной столетию великого ученого – математика и педагога А.Н. Колмогорова. По итогам конференции, проходившей в СУНЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, Константин с работой «Коэффициент растяжения кривой Пеано-Гильберта» (научный руководитель А.А. Русаков) занял первое место по секции «Математика».

Став студентом, Константин продолжил работу над проблемой, и присуждение золотой медали РАН в 2008 году – подтверждение значимости его достижений для науки.

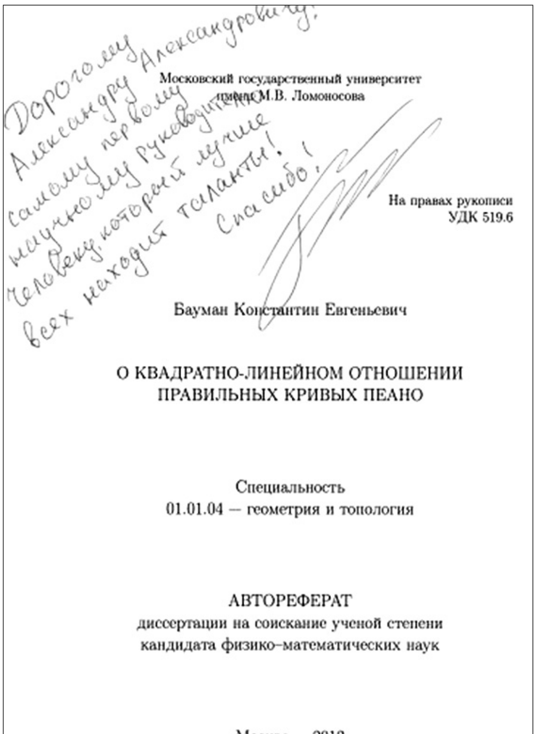
Ежегодно Российская академия наук учреждает золотую медаль РАН и премии за лучшие научные работы студентов вузов, молодых ученых РАН, других учреждений и организаций России.

На соискание медалей РАН выдвигаются научные работы, материалы по разработке или созданию приборов для научных исследований, методик и технологий, вносящие вклад в развитие научных знаний, отличающиеся оригинальностью в постановке и решении научных задач. Краткие аннотации премированных работ публикуются в изданиях Российской академии наук и высшей школы.

Успешно закончив механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Константин поступил в аспирантуру математического института В.А. Стеклова и в 2012 году защитил диссертацию. В настоящее время работает научным сотрудником в университете Нью-Йорка, США.

Учительское счастье, – успехи учеников, нет более высокой награды для учителя, чем продолжение и реализация всего задуманного, начатого, вложенного.

Без использования средств ИКТ и реализации известных (Русаков & al., 2014) дидактических возможностей информационных и коммуникационных технологий открытие Константина вряд ли было бы возможно.



Дорогому
Александру Александровичу!
самому первому
научному руководителю
человеку, который лучше
всех находит таланты!
Спасибо!

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова

На правах рукописи
УДК 519.6

Бауман Константин Евгеньевич

О КВАДРАТНО-ЛИНЕЙНОМ ОТНОШЕНИИ
ПРАВИЛЬНЫХ КРИВЫХ ПЕАНО

Специальность
01.01.04 — геометрия и топология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Москва — 2012

БЕЛЕЖКИ

1. Самоподобной геометрической фигурой называют фигуру, которую можно разрезать на конечное число одинаковых фигур, подобных ей самой. Объекты, обладающие таким свойством, современный американский математик Бенуа Мандельброт предложил называть фракталами (от лат. frangere – „ломать", „разбивать"). В книге „Фрактальная геометрия природы", вышедшей в 1982 г., Мандельброт относит к фракталам объекты, форма которых может быть описана как зернистая, ветвистая, морщинистая, запутанная, похожая на морские водоросли

ЛИТЕРАТУРА

Rusakov, A. A., K. N. Lungu (2012). Understanding as a pedagogical category (for example, mathematics). *Baumgarten I. MANIPULATIONS IN SOCIAL NETWORKS // Science, Technology and Higher Education [Text] : materials of the international research and practice conference, Westwood, Canada, December, 11 – 12 2012, 2012 /,* Westwood, Canada, 34 – 39 (ISBN 978-1-927480-57-1).

Grozdev, S. (2007). *For High Achievements in Mathematics. The Bulgarian Experience (Theory and Practice).* Sofia: ADE. (ISBN 978-954-92139-1-1), 295 pages.

Русаков, А. А. (2006). *Творческая лаборатория. Методическая система обучения математически, творчески одаренных детей в колмогоровской школе-интернат (монография)*. Москва, 71 с.

Русаков, А. А., В. А. Сердюков (2007). Об активных формах обучения в школе и вузе Актуальные проблемы обучения математике (К 155-летию со дня рождения А. П. Киселева). *Труды Всероссийской заочной научно-практической конференции.* Орел: Издательство ОГУ, Полиграфическая фирма „Картуш", 235 – 239.

Rusakov, A. A. (2015). The First Student of academician Andrey Nikolaevich Kolmogorov. *Springer International Publishing Switzerland 2015, Mathematics, Volume 116,* 125 – 153.

Русаков, А. А., В. Н. Русакова, Н. А. Ильина & Е. С. Саватеева (2014). Научно-методические аспекты развития навыков исследовательской работы у студентов гуманитарных и прикладных направлений подготовки на занятиях по математике. Ученые записки Орловского государственного университета. *Серия „Гуманитарные и социальные науки" (научный журнал).* Орел: Изд-во ФГБОУ ВПО „Орловский государственный университет", № 5 (61), 386 – 394 (ISSN 1998-2720).

REFERENCES

Rusakov, A. A., K. N. Lungu (2012). Understanding as a pedagogical category (for example, mathematics). Baumgarten I. MANIPULATIONS IN SOCIAL

NETWORKS // Science, Technology and Higher Education [Text] : materials of the international research and practice conference, Westwood, Canada, December, 11 – 12 2012, 2012 /, Westwood, Canada, 34 – 39 (ISBN 978-1-927480-57-1).

Grozdev, S. (2007). For High Achievements in Mathematics. The Bulgarian Experience (Theory and Practice). Sofia: ADE. (ISBN 978-954-92139-1-1), 295 pages.

Rusakov, A. A. (2006). Tvorcheskaya laboratoriya. Metodicheskaya sistema obucheniya matematicheski, tvorcheski odarennykh detey v kolmogorovskoy shkole-internat (monografiya). Moskva, 71 s.

Rusakov, A. A., V. A. Serdyukov (2007). Ob aktivnykh formakh obucheniya v shkole i vuze Aktual'nyye problemy obucheniya matematike (K 155-letiyu so dnya rozhdeniya A. P. Kiseleva). Trudy Vserossiyskoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Orel: Izdatel'stvo OGU, Poligraficheskaya firma „Kartush", 235 – 239.

Rusakov, A. A. (2015). The First Student of Academician Andrey Nikolaevich Kolmogorov. Springer International Publishing Switzerland 2015, Mathematics, Volume 116, 125 – 153.

Rusakov, A. A., V. N. Rusakova, N. A. Il'ina & YE. S. Savateyeva (2014). Nauchno-metodicheskiye aspekty razvitiya navykov issledovatel'skoy raboty u studentov gumanitarnykh i prikladnykh napravleniy podgotovki na zanyatiyakh po matematike. Uchenyye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya „Gumanitarnyye i sotsial'nyye nauki" (nauchnyy zhurnal). Orel: Izd-vo FGBOU VPO „Orlovskiy gosudarstvennyy universitet", № 5 (61), 386 – 394 (ISSN 1998-2720).

REALIZATION OF THE DIDACTIC POSSIBILITIES OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF CREATIVE SKILLS AND THE DEVELOPMENT OF INVESTIGATING HABITS

Abstract. On examples of specific problems the paper reveals some didactic possibilities of the Information and Communication Technologies (ICT) in order to "push" students to discover subjective new knowledge and sometimes objectively new scientific facts.

✉**Prof. Alexander Rusakov, DSc**
Moscow State Technical University
of Radioengineering, Electronics and Automation
Moscow, Russia
E-mail: vmkafedra@yandex.ru