

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

Никитин А.А.

МГУ им М.В. Ломоносова, факультет ВМК, nikitin@cs.msu.ru

## The computer visualization into the education process of mathematical analysis

*The work presents a new approach to the applications of information technologies in the teaching the course of mathematical analysis in universities. Report will show a few examples from the developed library of software modules and the web server of our project.*

В данный момент большую популярность и известность получили образовательные online-курсы. Много примеров которых можно найти на сайтах Coursera [1] или MIT OpenCourseWare [2]. К сожалению, большинство из предлагаемых online-курсов представляет собой internet-реализацию стандартных лекционных курсов: видео-записи лекций, текстовые записи, контрольные работы и ответы на них, экзаменационные вопросы. Нами было принято решение о недостаточной продуктивности данного способа предоставления знаний в условиях online-образования. Поэтому, предлагается реализовать несколько другой подход. А именно, создать библиотеку программных модулей визуализации: иллюстраций, последовательности чертежей, видео-материалов, java-апплетов и т.п. Примерами таких проектов могут служить, например, библиотеки Calculus with Applications [3], The d'Arbeloff Interactive Mathematics Project [4], или David Lippman's Graphing Tools [5]. Недостатком этих, безусловно, очень интересных материалов является некоторая "оторванность" их от реальных учебных курсов. Поэтому в дальнейшем нами планируется поместить наработанный материал в соответствующий образовательный контекст. В настоящий момент наиболее предпочтительным кажется формат статей, касающихся решения одной/цикла задач или утверждений из теоретического курса. Данные статьи по конкретным понятиям будут снабжены разработанными визуальными материалами. При обдуманном составлении плана статей, будет несложно создать из них автономный учебный курс, который будет помещён на специальный интернет-сайт.

Приведём далее несколько иллюстраций уже разработанных JavaScript программ.

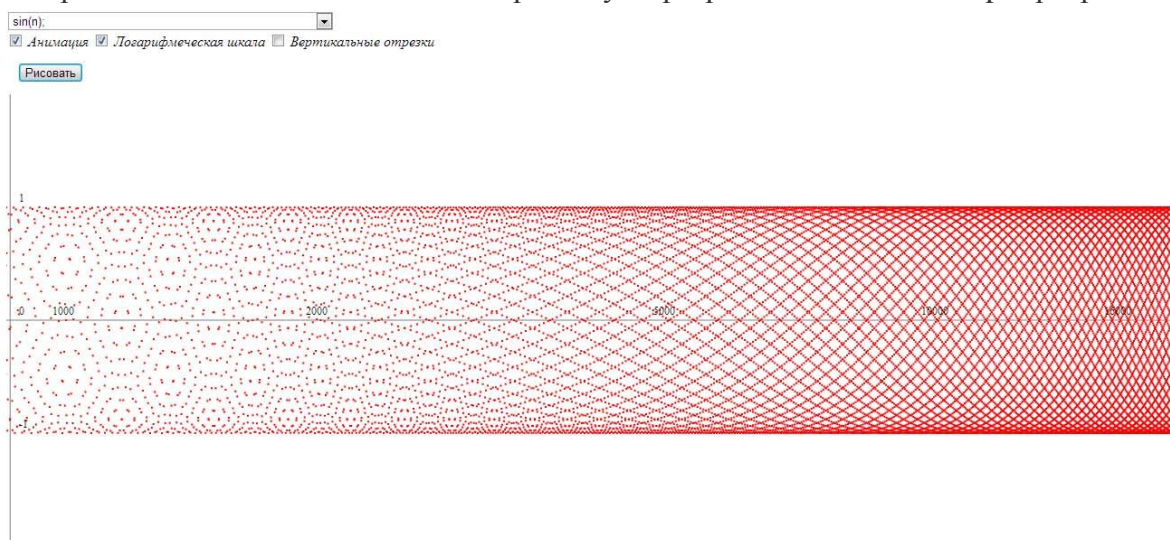
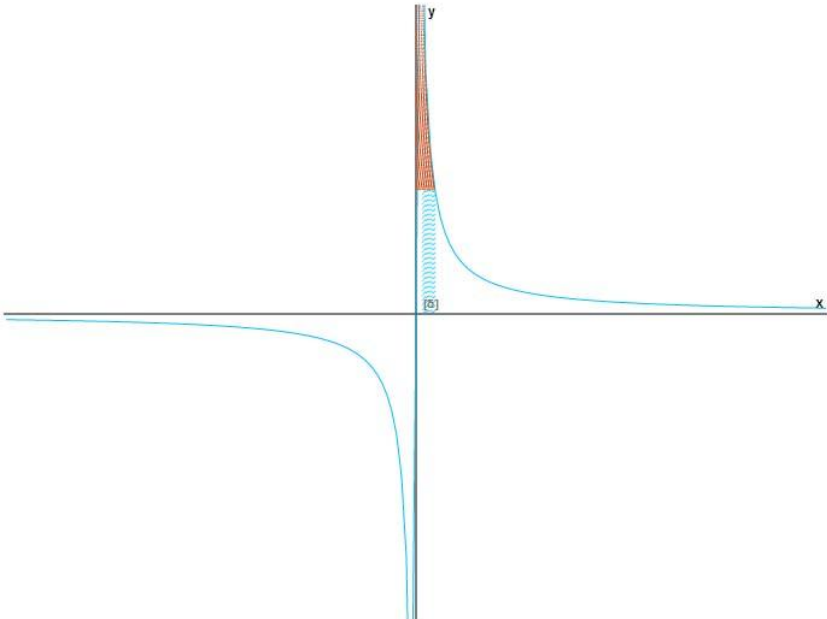


Рисунок последовательности  $x_n = \sin n$  в логарифмической шкале.

Определение равномерной непрерывности:

$$\forall \varepsilon > 0 \exists \delta = \delta(\varepsilon) > 0 \forall x_1, x_2 \in M \quad (|x_1 - x_2| < \delta) \Rightarrow (|f(x_1) - f(x_2)| < \varepsilon).$$


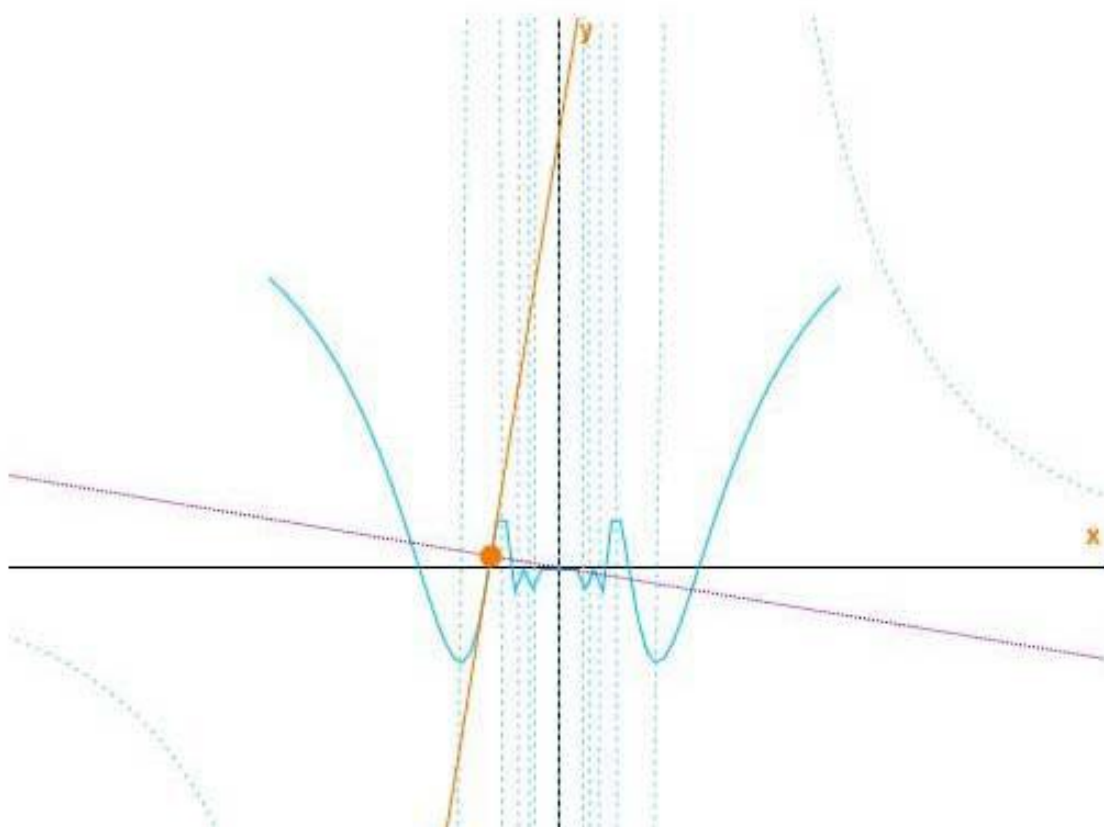
Начать показ  
Пуск  
Быстрее

Выберите функцию:

- ☐  $\sin(x)$  - р.н.
- ☒  $1/x$  - не р.н.
- ☐  $x$  - р.н.
- ☐  $x^2$  - не р.н.
- ☐  $\sin(x)/x$  - р.н.
- ☐  $\ln(x)$  - не р.н.

Демон

страция понятия равномерной непрерывности действительнoзначной функции.



Демонстрация понятий непрерывности, дифференцируемости и непрерывной дифференцируемости функции одной переменной.

$$S_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n^{0.5 + \frac{1}{n}}}$$



Визуализация теоремы Римана о перестановке членов условно сходящегося ряда.

Философский подтекст этого проекта заключается в словах одного известного математика о том, что математика - самая что ни на есть опытная наука. Все важные и большие общие результаты появлялись после изучения большого числа *частных* примеров. Наша задача - создать для студентов "конструктор", который подводил бы их к более полному восприятию полученного материала. Для наглядности приведу следующие диаграммы. В данный момент происходит следующее:

**услышал/прочитал -> узнал и выучил доказательство -> принял на веру/запомнил**

Предлагается после "услышал/прочитал" дать студенту возможность собственными глазами *увидеть* выполнимость теорем/утверждений задач, а в предпочтении даже немного *покрутить в своих руках*. Это заставит человека *глубже поверить* в изложенное, что, безусловно, положительно скажется на качестве и длительности запоминания материала.

Кроме библиотеки анимированных статей, нашей группой ведётся разработка web-сервера для проекта, который призван обеспечить взаимодействие преподавателя и студентов на аудиторном занятии. Он будет включать в себя: конструктор лекций для преподавателя в виде WYSIWYG, который позволит динамически вставлять в текст слайдов разрабатываемые визуальные программные модули; показ лекции в виде динамически сгенерированной страницы; синхронный показ в режиме "чтения" для пользователей с ролью "студент" с автоматической прокруткой окна браузера вслед за действиями преподавателя; собирать статистику восприятия материала по ходу лекции, путём задания вопросов и сбора ответов на них, сгенерированных мобильными устройствами слушателей, и т.д.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1) Coursera.org <https://www.coursera.org/>
- 2) MIT OpenCourseWare <http://ocw.mit.edu/index.htm>
- 3) Calculus with Applications <http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-013a-calculus-with-applications-spring-2005/tools/>
- 4) The d'Arbeloff Interactive Mathematics Project <http://web.mit.edu/edtechfair/projects/interactive-math.html>
- 5) David Lippman's Graphing Tools <http://dlippman.imathas.com/>