

СЕРИЯ: ДИСКРЕТНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАТИКА



ИНСТИТУТ
МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСКРЕТНОГО АНАЛИЗА

ВЫПУСК 7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет»
Институт математики и информационных технологий

Дискретный анализ и информатика
Выпуск 7

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСКРЕТНОГО АНАЛИЗА

Сборник научных трудов

Под редакцией
д-ра физ.-мат. наук, проф. О. В. Кузьмина



УДК 519.1:519.2
ББК 22.176
П75

Печатается по решению ученого совета ИМИТ ИГУ

Рецензенты:

д-р техн. наук *А. В. Данеев*
канд. физ.-мат. наук *А. А. Бутин*

Редакционная коллегия серии:

д-р физ.-мат. наук *О. В. Кузьмин* (отв. ред.)
д-р физ.-мат. наук *А. В. Лакеев*
д-р техн. наук *Г. А. Опарин*
канд. физ.-мат. наук *Н. А. Колокольникова* (отв. секретарь)
канд. техн. наук *А. А. Семенов*
канд. физ.-мат. наук *Т. Г. Торнева*

П75

Прикладные проблемы дискретного анализа : сб. науч. тр. / под ред. О. В. Кузьмина. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2021. – 127 с. – (Дискретный анализ и информатика ; вып. 7).

ISBN 978-5-9624-1908-4

Содержит статьи по различным разделам перечислительной комбинаторики и ее приложениям в дискретной математике и теории вероятностей.

Предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов старших курсов соответствующих специальностей.

УДК 519.1:519.2
ББК 22.176

ISBN 978-5-9624-1908-4

© ФГБОУ ВО «ИГУ», 2021

Содержание

От редактора	5
<i>Ариинский Л. В.</i> Логическая семантика с точки зрения семантики векторной	8
<i>Балагура А. А.</i> Некоторые подходы перечисления и построения разбиений по различным параметрам	19
<i>Белых А. А., Аталян А. В.</i> Методы построения доверительных интервалов с применением бутстреп-моделирования	27
<i>Бондаренко Л. Н., Шарапова М. Л.</i> Числа максимальных цепей класса <i>T</i> -диаграмм Фибоначчи	33
<i>Егорычев Г. П., Ширяева Т. А., Шлепкин А. А., Сенашов В. С.</i> О регулярных подстановках специального вида	39
<i>Захаров Д. В.</i> Особенности построения логических триггеров в событийно-ориентированных системах	47
<i>Иванчишин В. Б.</i> Метод цифровых окончаний для исследования закономерностей распределения составных и простых чисел	52
<i>Колокольникова Н. А.</i> Одно обобщение урновой схемы Маркова – Пойа	59
<i>Кузьмин О. В., Лавлинская А. А., Тараканов Б. А., Федоренко М. А., Барнаков Я. Э., Корнилов М. Р., Харитонов П. А., Былков Е. Г.</i> Проектирование БПЛА для мониторинга лесных массивов и водных пространств	66
<i>Кузьмин О. В., Лавлинский М. В., Филь Г. А., Камнев М. Д.</i> Построение графов при помощи графического приложения, созданного в межплатформенной среде разработки Unity	73
<i>Кузьмин О. В., Старков Б. А.</i> Построение и анализ комбинаторных конфигураций бинарных матриц, сформированных при помощи обобщения треугольника Паскаля	83
<i>Мартьянов В. И.</i> Теоретико-множественный анализ организации данных и алгоритмы сетевого планирования с элементами искусственного интеллекта	90
<i>Мельникова В. А.</i> Перспективы использования динамических структур данных для хранения и обработки спецификаций однородных и расщепленных полиномов Белла	101
<i>Потехина Е. А.</i> Применение методов комбинаторного анализа в задаче распределения ресурсов вычислительной сети	108
<i>Резвкин А. М., Исаченко А. Н.</i> Циклическая характеристика матриц	116

Contents

- Editor's note
- L. V. Arshinskiy*
Logical Semantics from Point of View of Vector Semantic
- A. A. Balagura*
Some Approaches to Enumerating and Constructing Partitions By Various Parameters
- A. A. Belyh, A. V. Atalyan*
Methods for Constructing Confidence Intervals Using Bootstrap Modeling
- L. N. Bondarenko, M. L. Sharapova*
Numbers of Maximum Chains of Class T-Diagram Fibonacci
- G. P. Egorythev, T. A. Shiryaeva, A. A. Shlepkov, V. S. Senashov.*
On Regular Substitutions of a Special Kind
- D. V. Zakharov*
Features of Construction of Logical Triggers in Event-Oriented Systems
- V. B. Ivanchishin*
Method of Digital Endings for Studying the Regularities of the Distribution of Composition and Prime Numbers
- N. A. Kolokolnikova*
One Generalization of the Markov-Poyan Urn Scheme
- O. V. Kuzmin, A. A. Lavlinskay, B. A. Tarakanov, M. A. Fedorenko, Ya. E. Barnakov, M.R. Kornilov, I. A. Kharitonov, E.G. Bylkov*
UAV Design for Monitoring Forest Massives and Water Spaces
- O. V. Kuzmin, M. V. Lavlinsky, G. A. Fil, M. D. Kamnev.*
Building Graphs with a Graphic Application Created in the Unity Inter-Platform Development Environment
- O. V. Kuzmin, B. A. Starkov*
Construction and Analysis of Combinatorial Configurations of Binary Matrices Formed by Generalizing Pascal's Triangle
- V. I. Martyanov*
Set-Theory Analysis of the Data Organization and Algorithms for Net Planning With Elements Artificial Intelligence
- V. A. Melnikova*
The Perspectives of Dynamic Data Structures Applying for Combinatorial Partial Polynomials Data Storage and Processing
- E. A. Potekhina*
Application of Combinatorial Analysis Methods in the Problem of Distribution of Computer Network Resources
- A. M. Revyakin, A. N. Isachenko.*
Cyclic Characterization of Matroids

ОТ РЕДАКТОРА

Настоящий, седьмой сборник научных работ продолжает серию «Дискретный анализ и информатика», которая с 2006 г. выходит в Институте математики и информационных технологий ИГУ. Не случайно, что все составляющие его статьи, при всем разнообразии их тематики, связаны незримой, но осязаемой нитью – научным наследием основателя и первого заведующего кафедрой математической статистики и теории вероятностей (ныне – теории вероятностей и дискретной математики) ИГУ профессора М. Л. Платонова. И хотя Михаила Леонидовича нет уже 30 лет, его влияние на состав авторов этого выпуска трудно переоценить – большая часть работ, включенных в сборник, написаны либо его коллегами и учениками, либо учениками его учеников.

Приятно отметить, что в сборнике представлены четыре статьи, отражающие исследования, проведенные по поддержанному РФФИ и правительством Иркутской области и продолжающемуся проекту «Комбинаторные методы анализа конечных иерархических структур и разработка интеллектуальных систем принятия решений» (руководитель проф. О. В. Кузьмин) в рамках Регионального конкурса на лучшие научные проекты фундаментальных исследований, выполняемых талантливой молодежью под руководством ведущего ученого – наставника.

Согласно замыслу редактора, стержневой линией сборника, выходящего в год 50-летия образования кафедры теории вероятностей и дискретной математики, служит прикладная направленность рассматриваемых в нем актуальных проблем дискретного анализа. Впрочем, предлагаемые работы можно условно разделить на несколько смысловых блоков.

Первый, самый большой, блок представляют работы комбинаторного и логического характера в области дискретного анализа. К нему в первую очередь относится статья О. В. Кузьмина и Б. А. Старкова, в которой излагается способ формирования бинарных матриц на основе треугольника Паскаля, описываются свойства и ограничения, накладываемые на аргументы рекуррентной функции построения элементов бинарной матрицы. Указаны комбинаторные свойства бинарных матриц на основе треугольника Паскаля в зависимости от способа задания аргументов функции построения. Сформулированы методы анализа комбинаторных конфигураций бинарных матриц и алгоритм составления бинарных матриц с заданными ограничениями.

В работе Л. В. Аршинского рассматривается вопрос порождения некоторых частных семантик из семантики векторной. Отмечена связь векторной семантики с семантиками Лукасевича, Клини, Данна – Белнапа. Рассмотрена семантика {Противоречие, Неопределенность} как аналог классической семантики {Т, F}. Представлены нуль- и одномерные семантики как частные случаи векторной. Обсуждаются варианты дополнительных, сверх Истины и Лжи, компонентов вектора истинности.

В совокупности информация от системы спутниковой навигации и от нейросети позволят не только создать наиболее достоверную картину местонахождения, но и точно определить координаты очага возгорания.

Литература

1. Fire Detection in Trains Using Image Analysis: A Survey and a Novel Approach. URL: https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/142862/3/2018_10_CINAR_DILARA.pdf (дата обращения: 15.01.2021).
2. Пятаева А. В. Сегментация областей задымления на видеопоследовательности // Вестник СибГАУ. 2016. № 3. С. 625–630.
3. Лавлинская А. А., Филь Г. А., Камнев М. Д. Создание модели квадрокоптера-эколога // Прикладные вопросы дискретного анализа: сб. науч. тр. / под ред. О. В. Кузьмина. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2020. Вып. 5. С. 78–83.
4. Классификация БПЛА и системы их интеллектуального управления / С. И. Федоров, А. В. Хаустов, Т. М. Крамаренко, В. С. Долгих // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. 2016. № 74. С. 12–21.
5. Стасенко А. И. Физика полета. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 144 с.
6. Кузьмин О. В., Лавлинский М. В. Создание модели беспилотного летательного аппарата для помощи в решении проблемы пожаров в Иркутской области // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. Т. 66, № 2. С. 136–143.
7. Обнаружение лесных пожаров с помощью беспилотных летательных аппаратов / О. В. Кузьмин, А. А. Лавлинская, Г. А. Филь, М. Д. Камнев // Математика, ее приложения и математическое образование (МПМО-20): материалы VII Междунар. конф. Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2020. С. 134–136.
8. Лесные пожары в России. Статистика и антирекорды. URL: <https://tass.ru/info/6712527> (дата обращения: 20.02.2021).

УДК 373.167.1:519.1:004.9

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФОВ ПРИ ПОМОЩИ ГРАФИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ, СОЗДАННОГО В МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ UNITY

О. В. Кузьмин¹, М. В. Лавлинский², Г. А. Филь³, М. Д. Камнев⁴

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и правительства Иркутской области в рамках научного проекта № 20-41-385001

Рассматривается возможность построения графов и графиков функций в графическом приложении, созданном в межплатформенной среде разработки Unity.

Ключевые слова: создание графиков функций по уравнению, создание графов, перемещение вершин графов, удаление вершин графов, изменение масштаба, сохранение графов и графиков функций.

BUILDING GRAPHS WITH A GRAPHIC APPLICATION CREATED IN THE UNITY INTER-PLATFORM DEVELOPMENT ENVIRONMENT

O. V. Kuzmin, M. V. Lavlinsky, G. A. Fil, M. D. Kamnev

The article considers the possibility of constructing graphs and graphs of functions in a graphical application created in the Unity cross-platform development environment.

Keywords: Create graphs of functions by equation, create graphs, move graph vertices, delete graph vertices, change the scale, save graphs and function graphs.

Для решения многих практических задач в области логистики, электротехники, географии, машиностроения, социологии, программирования, автоматизации технологических процессов и производств принято использовать теорию графов. Однако работать с визуальным изображением графа на листе бумаге бывает не очень удобно, а достаточно функцио-

¹ Кузьмин Олег Викторович, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой теории вероятностей и дискретной математики, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, e-mail: quzminov@mail.ru

² Лавлинский Максим Викторович, учитель информатики, МАОУ «Лицей ИГУ» г. Иркутска, Иркутск, e-mail: lavlinskimv@mail.ru

³ Филь Григорий Александрович, учащийся, МАОУ «Лицей ИГУ» г. Иркутска, Иркутск, e-mail: grigorij_fil@inbox.ru

⁴ Камнев Марк Дмитриевич, учащийся, МАОУ «Лицей ИГУ» г. Иркутска, Иркутск, e-mail: llit0@bk.ru

нального электронного средства редактирования графов нами найдено не было. Таким образом, был создан собственный графический редактор для построения как графов, так и графиков функций, с возможностью добавлять нужный функционал, имея полный доступ к исходному коду приложения и его пользовательскому интерфейсу. В качестве средства создания была выбрана популярная межплатформенная среда разработки Unity.

Приложение имеет несколько параметров для графического изображения на поле. Стандартное состояние с координатной сеткой со значениями изображено на рис. 1.

При нажатии на стрелки в верхнем левом углу экрана откроется меню параметров поля. Есть возможность включения или отключения оси абсцисс (рис. 2), оси ординат (рис. 3), значений на осях координат (рис. 4) или полностью всей координатной сетки (рис. 5).

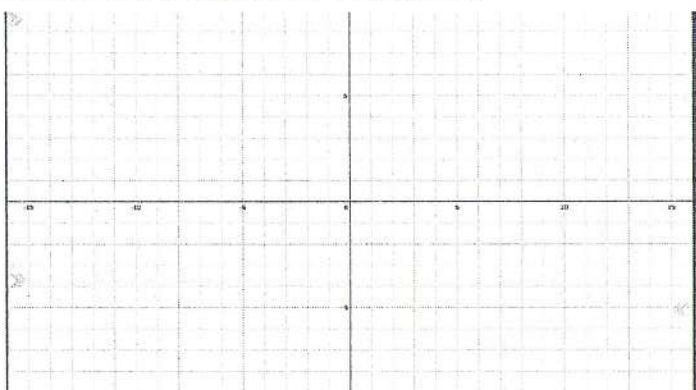


Рис. 1. Основной вид экрана приложения

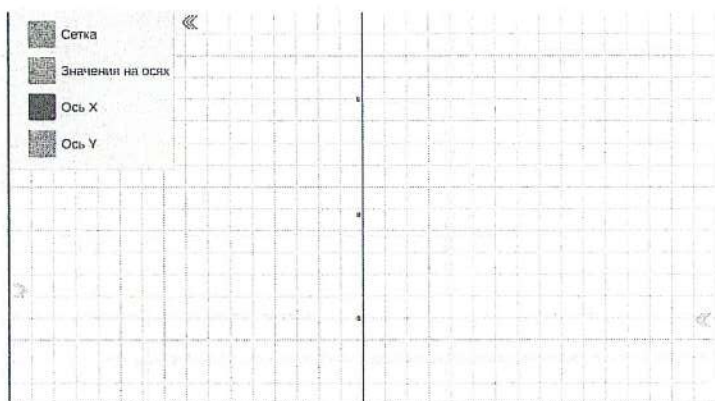


Рис. 2. Ось абсцисс выключена

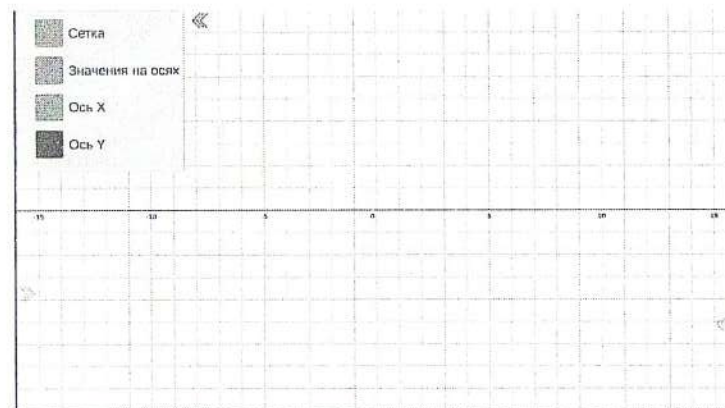


Рис. 3. Ось ординат выключена

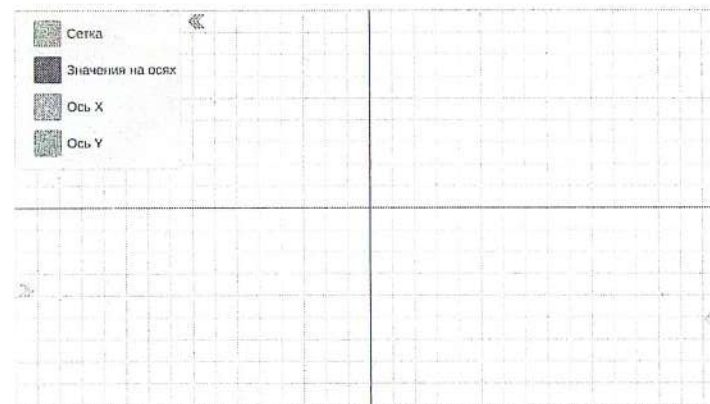


Рис. 4. Выключены значения на осях

В приложении была реализована возможность построения аналитических графиков функций по уравнению. Вызов соответствующего меню для ввода уравнений функций возможен при нажатии на стрелки в левой нижней части экрана. Приложение поддерживает построение нескольких графиков (рис. 6). Для удаления графика функции достаточно нажать на белый квадрат справа от введенного уравнения (рис. 7).

Далее рассмотрим функционал приложения, связанный непосредственно с графами.

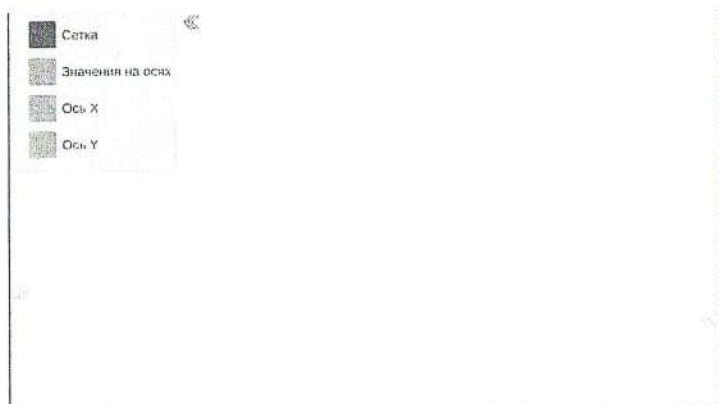


Рис. 5. Координатная сетка полностью выключена

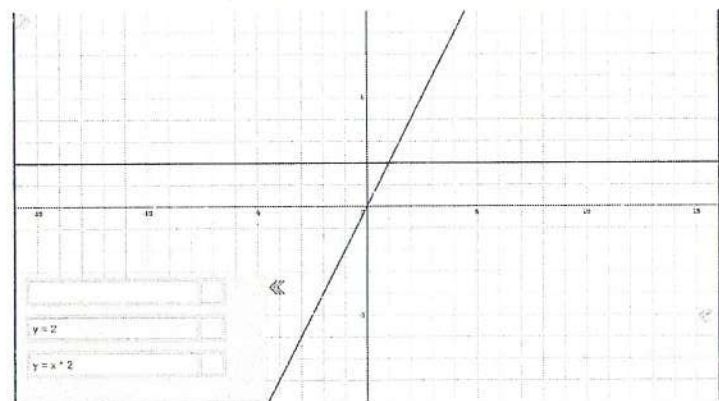


Рис. 6. Построены графики функций $y = 2$ и $y = 2x$

Создание графов

Для создания графа нужно сначала создать несколько вершин (рис. 8). Это можно сделать двойным кликом левой кнопки мыши в нужной точке. Создав вершины, необходимо соединить связанные в графе вершины друг с другом. При нажатии на одну из точек она подсветится красным (рис. 9). Затем, нажав на другую точку, соединяем их отрезком (рис. 10).

Перемещение вершин

При необходимости передвинуть вершину нужно сначала выделить ее, а затем нажать правую кнопку мыши, предварительно установив курсор в нужное место. Вершина переместится в позицию курсора. При этом переместятся и отрезки, связанные с этой вершиной (рис. 11 и 12).

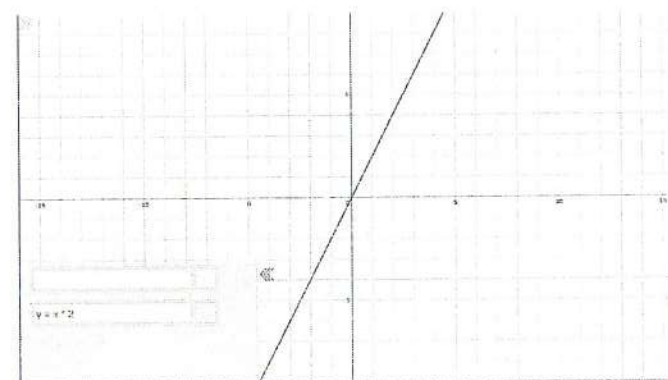


Рис. 7. График функции $y = 2$ удален

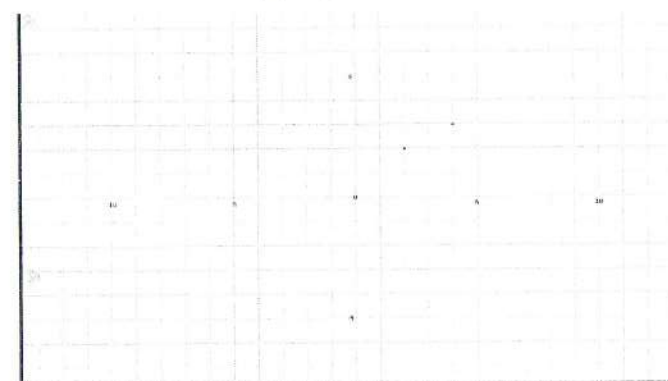


Рис. 8. Созданы две вершины

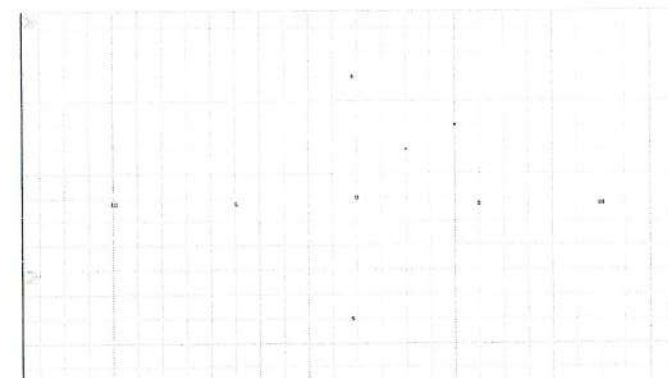


Рис. 9. Выбрана вершина, она подсветилась красным

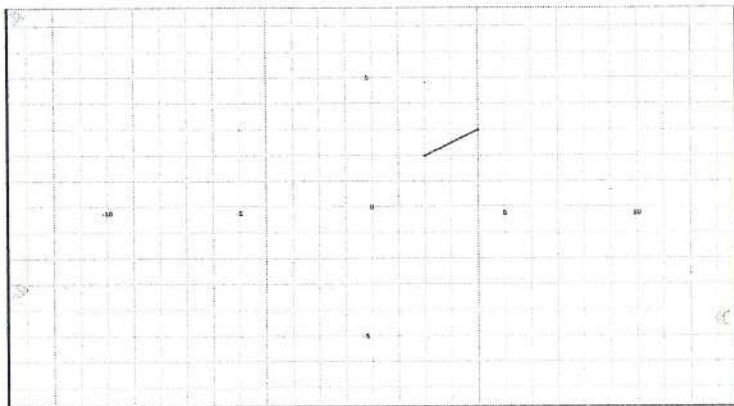


Рис. 10. Две вершины соединены в отрезок

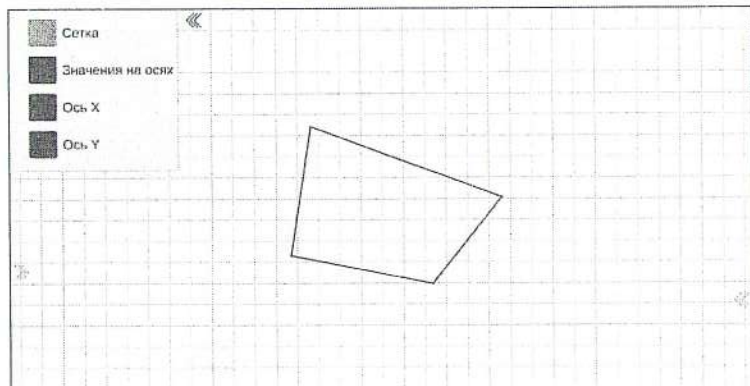


Рис. 11. Необходимо переместить вершину

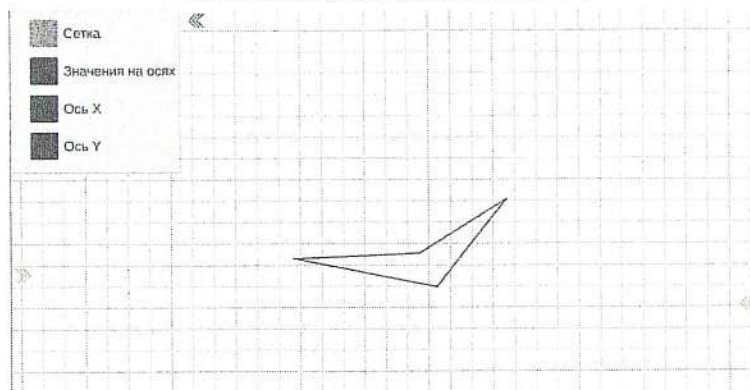


Рис. 12. Вершина перемещена

Удаление вершин

Может возникнуть ситуация, когда ненужную вершину требуется удалить. Для этого достаточно выделить данную вершину и нажать клавишу Delete на клавиатуре. Приложение автоматически удалит отрезки, связывавшие удаленную вершину с другими вершинами в графе (рис. 13 и 14).

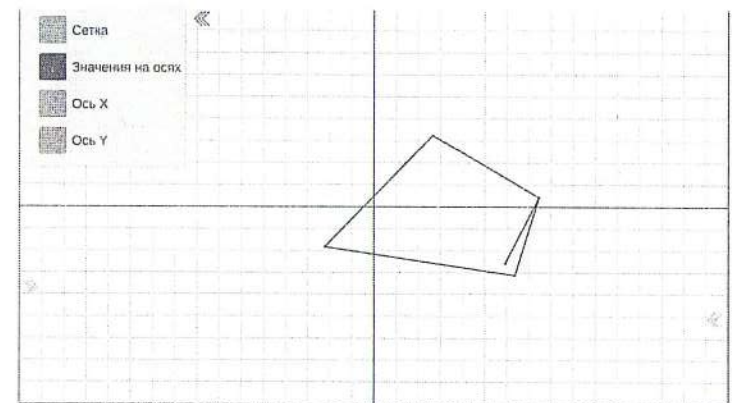


Рис. 13. Случайно создана лишняя вершина

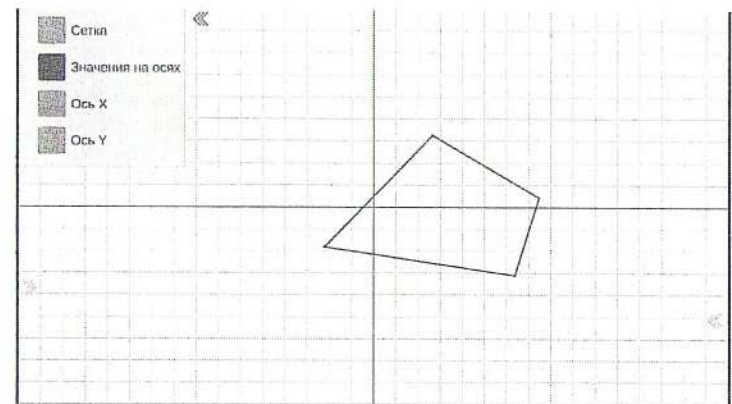


Рис. 14. Ненужная вершина удалена

Изменение масштаба

При помощи колесика мыши можно изменять масштаб. При этом значения на координатных осях будут автоматически изменяться (рис. 15 и 16).

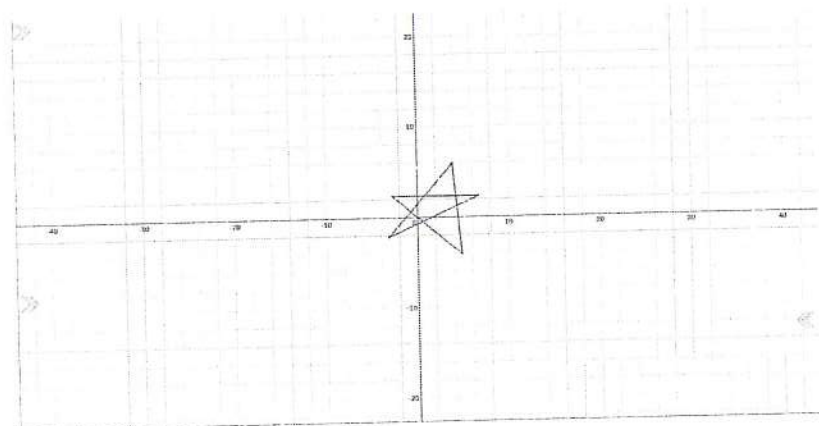


Рис. 15. При помощи колесика мыши масштаб был уменьшен

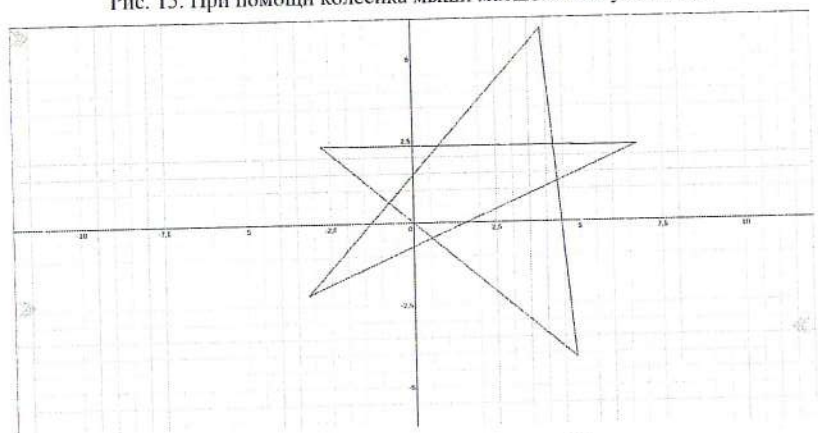


Рис. 16. При помощи колесика мыши масштаб был увеличен

На рисунках 17 и 18 приведены примеры работы нашего приложения.

Сохранение графов и графиков функций

Для сохранения построенного графа в формате PNG или PDF достаточно открыть меню, нажав на стрелки в правой нижней части экрана, и нажать на соответствующую кнопку (рис. 19 и 20).

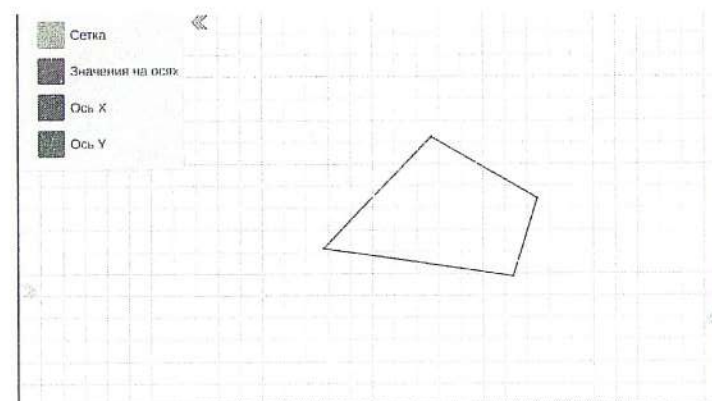


Рис. 17. Пример работы приложения

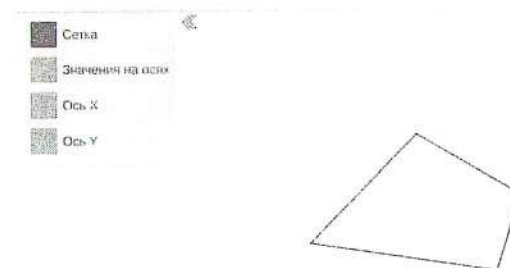


Рис. 18. Другой пример работы приложения

Таким образом, нами был создан удобный редактор графов со следующими возможностями:

- построение графиков функций по уравнению,
- построение графов,
- перемещение вершин графов,
- удаление вершин графов,
- изменение масштаба,
- сохранение графов и графиков функций.

УДК 519.142.1:519.725

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ КОМБИНАТОРНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ БИНАРНЫХ МАТРИЦ, СФОРМИРОВАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ ОБОБЩЕНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКА ПАСКАЛЯ

О. В. Кузьмин¹, Б. А. Старков²

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ
и правительства Иркутской области в рамках научного проекта
№ 20-41-385001

Излагается способ построения бинарных матриц на основе треугольника Паскаля. Описываются свойства и ограничения, накладываемые на аргументы рекуррентной функции построения элементов бинарной матрицы; комбинаторные свойства бинарных матриц на основе треугольника Паскаля в зависимости от способа задания аргументов функции построения. Рассматриваются методы анализа комбинаторных конфигураций бинарных матриц и алгоритм составления бинарных матриц с заданными ограничениями.

Ключевые слова: комбинаторный анализ, бинарные матрицы, комбинаторные слова, треугольник Паскаля, рекуррентные последовательности, бинарные отношения.

CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF COMBINATORIAL CONFIGURATIONS OF BINARY MATRICES FORMED BY GENERALIZING PASCAL'S TRIANGLE

O. V. Kuzmin, B. A. Starkov

A method for constructing binary matrices based on Pascal's triangle is described. The properties and restrictions imposed on the arguments of the recurrent function for constructing elements of a binary matrix are described. The combinatorial properties of binary matrices based on Pascal's triangle depending on the way of specifying the arguments of the construction function are described. Methods for the analysis of combinatorial configurations of binary matrices and an algorithm for composing binary matrices with specified constraints are described.

Keywords: combinatorial analysis, binary matrices, combinatorial words, Pascal's triangle, recurrent sequences, binary relations.

¹ Кузьмин Олег Викторович, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой теории вероятностей и дискретной математики, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, e-mail: quzminov@mail.ru

² Старков Борис Алексеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, e-mail: stsibus@gmail.com

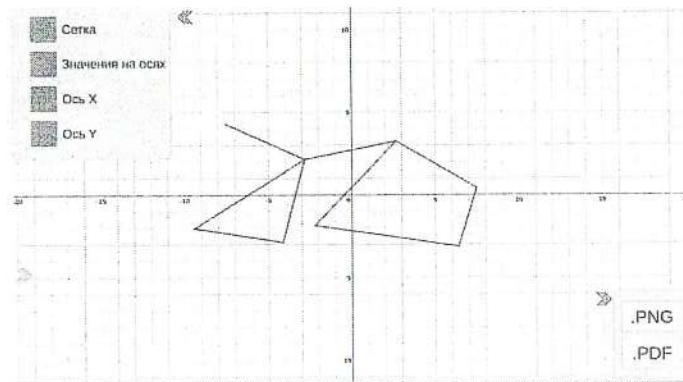


Рис. 19. Кнопки .PNG и .PDF позволяют сохранить построенный граф в соответствующем формате

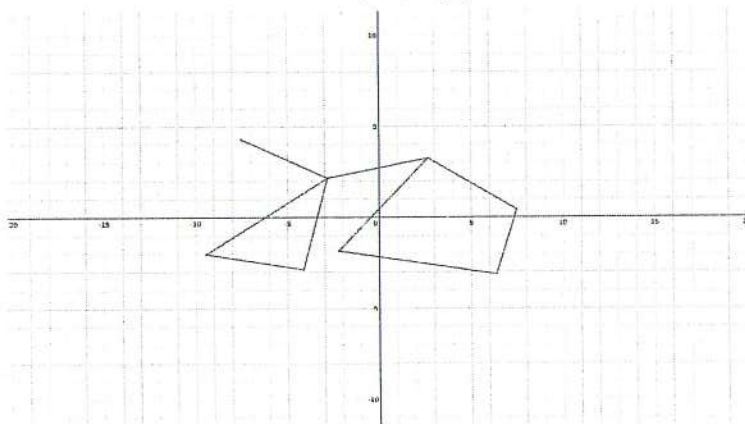


Рис. 20. Пример сохраненного графа

Литература

1. Convert JPG, PNG, TIFF, EMF, or BMP Images to PDF using C#. URL: <https://blog.aspose.com/2020/07/26/images-to-pdf-csharp/>
2. Unity documentation: Camera.Render. URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Camera.Render.html>
3. h Unity documentation: Namespace TMPro. URL: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.textmeshpro@1.3/api/TMPPro.html>
4. Unity documentation: Line Renderer. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-LineRenderer.html>
5. Microsoft docs: File class. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.io.file?view=net-5.0>
6. Unity documentation: RenderTexture. URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/RenderTexture.html>