10. Жук, А.И. Автономные системы дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами / А.И. Жук // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Физика, математика, информатика. – 2017. – № 5 (107). – С. 55–62.

11. Жук, А.И. Многомерные дифференциальные уравнения с обобщенными коэффициентами в алгебре обобщенных функций / А.И. Жук, О.Л. Яблонский // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер.4. Физика, математика. – 2010. – № 2. – С. 77–79.

12. Жук, А.И. Ассоциированные решения многомерных неавтономных дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами / А.И. Жук // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Физика, математика, информатика. – 2015. – № 5 (95). – С. 64–66.

УДК 004.4:517.3

А.И. Жук, Е.Н. Защук, В.А. Шеина, Л.А. Ярмолик Брестский государственный технический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМВОЛЬНОГО ПАКЕТА МАТНЕМАТІСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Исследуются способы задания графов и операции над ними в системе компьютерной алгебры Mathematica. Продемонстрированы некоторые возможности символьного пакета при работе с графами. Ключевые слова: элементы теории графов, система компьютерной алгебры Wolfram Mathematica.

Введение. Теория графов в последнее время нашла широкое применение в различных отраслях науки. Графы используются для моделирования интернета, социальных сетей, помогают оптимизировать маршруты, планировать перевозки. С помощью графов исследуются генетические сети, структуры молекул, взаимодействия между биологическими системами. Теория графов – это универсальный инструмент для решения самых разнообразных задач, и ее применение только расширяется с развитием технологий [1].

В настоящей работе изучаются вопросы выполнения основных операций над графами в символьном пакете Mathematica, а именно их объединение и пересечение. Такие операции используются, например, при слиянии данных социальных платформ и построении общей сети связей между пользователями, для комбинирования транспортных сетей и анализа совпадений маршрутов. Применение СКА Mathematica было уже продемонстрирована ранее авторами в таких математических разделах, как «Теория пределов» и «Аналитическая геометрия» [2–6].

Основная часть. Рассмотрим прикладную задачу: разработать карту общественного транспорта города. Сформируем два графа для автобусных и троллейбусных маршрутов, где вершины графов представляют остановки, а ребра – маршруты между ними. Для создания общей сети всех видов транспорта используем операцию объединения графов, а для определения общих пересадочных узлов – операцию пересечения. Рассмотрим решение поставленной задачи и реализуем соответствующую анимацию с использованием символьного пакета Mathematica. В пакете существуют встроенные функции, которые позволяют проводить необходимые нам действия над графами GraphIntersection и GraphUnion.

Для начала была реализована данная задача с использованием встроенной библиотеки форм и стилей графов в системе Mathematica [2]. Зададим список графов и выбор графа из этого списка следующим образом:

sample={"BannerGraph","BullGraph","ButterflyGraph","ClawGraph","CricketGraph",{"Cycle",5},"DartGraph"," DiamondGraph",{"Fan",{3,2}},"ForkGraph","GemGraph","HouseGraph","HouseXGraph",{"JohnsonSkeleton",12 },"KiteGraph",{"Lollipop",{4,1}},{"Path",2},{"Path",3},{"Path",4},{"Path",5},"PawGraph","PentatopeGraph","Sq uareGraph",{"Star",5},{"Tadpole",{3,2}},"TetrahedralGraph","TriangleGraph",{"Wheel",5}}; graphs=Table[GraphData[sample[[i]]],{i,Length[sample]}];

Далее рассмотрим сам программный модуль, который позволяет из заданного массива встроенных графов выбрать два любых графа, а затем выбрать необходимую операцию над этими графами. Текст программы:

Manipulate[Module[{g,h, style}, g=graphs[[i]]; h=graphs[[j]]; style={VertexSize->0.2,VertexLabels->"Name",ImagePadding->10,ImageSize->{220,320}}; Grid[{Switch[op, 1,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Union] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" == ",20],HighlightGraph[GraphUnion[g,h],g,style]},

2,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Intersection] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" == ",20],HighlightGraph[g,GraphIntersection[g,h],style]}]]],

,20],HignlightGraph[g,GraphIntersection[g,h],style]}]],

 $\{\{i,5\},None\},\$

{{j,3},None},

 $Dynamic@Row[\{Button["\[LeftArrow]", If[i==1, i=Length[sample], i-]], Spacer[5], Button["-Name of the state of the state$

>",If[i==Length[sample],i=1,i++]],Spacer[10],Style[sample[[i]],Red],Spacer[50],Button["\[LeftArrow]",If[j==1,j= Length[sample],j=],j++]],Spacer[10],Style[sample[[j]],Red]}], {{op,1,"выберите операцию над графом"},{1->" объединение \[Union]",Spacer[5],2->" пересечение \[Intersection]"}},AutorunSequencing->{3},SaveDefinitions->True].

Результатом работы программного модуля является вывод на экран изображения двух выбранных графов из заданного списка, операции производимой над ними и графа, полученного при применении выбранной операции. Отметим, что в конечном графе красным цветом подсвечивается первый граф (рисунок 1).



Рисунок 1 – Скриншот результата работы программного модуля, осуществляющего объединение и пересечение графов из списка встроенных графов

В пакете предусмотрена встроенная функция AdjacencyGraph, позволяющая строить граф по известной матрице смежности. Используя эту функцию, можно задать произвольный граф с указанным числом вершин. Следующий программный модуль по заданному числу вершин для первого и второго графа генерирует их случайным образом, а затем осуществляет выбранную операцию над ними: Manipulate[

Module[{g,h, style},

 $m1=RandomInteger[1,{n,n}];$

m2=RandomInteger[1,{m,m}];

g=AdjacencyGraph[m1,DirectedEdges-> False];

h=AdjacencyGraph[m2,DirectedEdges->False];

style={VertexSize->0.2,VertexLabels->"Name",ImagePadding->10,ImageSize->{220,320}}; Grid[{Switch[op,

1,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Union] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" ==

",20],HighlightGraph[GraphUnion[g,h],g,style]},

2,{g=Graph[EdgeList@g,style],Style[" \[Intersection] ",20],h=Graph[EdgeList@h,style],Style[" ==

",20],HighlightGraph[g,GraphIntersection[g,h],style]}]]],

{{n,5,"введите число вершин первого графа"},2,7,1,Арреагапсе->"Labeled"},

{{m,4,"введите число вершин второго графа"},2,7,1,Арреагапсе->"Labeled"},

{{op,1,"выберите операцию над графом"},{1->" объединение \[Union]", Spacer[5],2->" пересечение

\[Intersection]"}},AutorunSequencing->{3},SaveDefinitions->True].

Следует отметить, что программа отслеживает корректность взаимосвязи между числом вершин и ребер графа. Результат работы программы является подсвеченное красным пересечение графов на фоне первого введенного графа (рисунок 2).



Рисунок 2 – Скриншот результата работы программного модуля, осуществляющего операции над графами, заданными случайным образом по количеству вершин

В случае необходимости задания ориентированного графа в функции AdjacencyGraph присутствует опция DirectedEdges → True. Описанный программный модуль является рабочим и для ориентированных графов.

Заключение. В ходе проведения работы были изучены основные встроенные функции в рассматриваемой системе компьютерной алгебры Mathematica для работы с графами. Продемонстрированы некоторые возможности Mathematica для задания графов, проведении над ними операций и их визуализации.

Список использованных источников

1. Лекции по теории графов / В.А. Емеличев [и др.]. – М. : Наука, 1990.

2. Wolfram Demonstrations Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://demonstrations.wolfram.com.

3. Защук, Е.Н. Использование методов компьютерной алгебры в лекциях «Предел числовой последовательности и функции» / Е.Н. Защук, А.И. Жук, Л.П. Махнист // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2023. – № 1 (130). – С. 125–128.

4. Чичурин, А.В. Применение системы Mathematica при решении дифференциальных уравнений и в задачах математического моделирования : курс лекций для студентов специальности 1-31 03 01 «Математика (по направлениям)» : в 3 ч. / А.В. Чичурин, Е.Н. Швычкина. – Брест : Белорус. гос. ун-т, 2016. – Ч. 1. – 62 с.

5. Защук, Е.Н. Вычислительная визуализация определения эллипса / Е.Н. Защук, А.И. Жук // XII республиканская научно-практическая конференция «Вычислительные методы, модели и образовательные технологии» : материалы конф., Брест, 20 окт. 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. Д.В. Грицука. – Брест, 2023. – С. 45–46.

6. Вычислительная визуализация определений кривых второго порядка / Е.Н. Защук, А.И. Жук // Математическое моделирование и новые образовательные технологии в математике : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 25–27 апр. 2024 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. А.И. Басика. – Брест, 2024. – С. 145–148.

УДК (539.26+539.533):669.71

Д.А. Зерница

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМЕ (Cu-Zn) – (Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al) – (Cu-Zn)

В работе представлены результаты исследования контактной зоны «подложка – припой» для многокомпонентных сплавов Sn – 5 мас. % Zn – 0,5 мас. % Al, полученных методом высокоскоростной кристаллизации из расплава. Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) изучалось картирование элементного состава и характер распределения легирующих элементов.