УДК 004.94+514.142.24

ОСНАЩЕННАЯ ВИЗУАЛИЗЦИЯ ПРИВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА К КАНОНИЧЕСКОМУ ВИДУ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ИНВАРИАНТОВ В СКМ MAPLE

А.М. Нигмедзянова[1]

1 *aigmani23@rambler.ru*; Казанский (Приволжский) федеральный университет

Описана процедура приведения поверхностей второго порядка к каноническому виду с помощью метода инвариантов в СКМ Maple.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, аналитическая геометрия, метод инвариантов, поверхности второго порядка.

Применение компьютера и других информационно-коммуникационных технологий на занятиях в общеобразовательной школе и в ВУЗе позволяет оптимизировать управление обучением, повысить эффективность и объективность учебного процесса при значительной экономии времени преподавателя, мотивировать учащихся на получение новых знаний и закреплении выработанных умений и навыков.

Ранее автором были написаны работы, посвященные наглядности тем, рассматриваемых в высшей школе [1]-[5]. В предыдущих статьях Автор уже строил цифровое оснащение к задачам математической физики [1], динамическую текстовую визуализацию построения сечений многогранников [2], а так же оснащенную динамическую визуализацию построения точки по ее проективным координатам на расширенной прямой [3] и плоскости [4]. Не так давно автором была написана процедура по приведению кривых второго к каноническому виду с помощью метода инвариантов [5], а также программа по приведению поверхностей второго порядка к каноническому виду [5] (без подробной визуализации). Написанные программы позволяют повысить наглядность при изучении соответствующих разделов математики.

Данная статья посвящена разделу “Аналитическая геометрия”, теме “Канонический вид поверхностей второго порядка. Метод инвариантов”. Данная тема вызывает некоторые затруднения у студентов, поскольку изучается студентами самостоятельно.

Поэтому основная образовательная цель построенной процедуры - оснащенная динамическая визуализация процесса построения поверхности, ее классификация и основные характеристики.

Для приведения общего уравнения кривой второго порядка к каноническому виду используются различные методы: метод ортогональных преобразований, а так же метод ортогональных инвариантов, который и был взят за основу написания данной программы. Данный метод очень подробно, с примерами рассмотрен в [7].

Построенная автором процедура, позволяет проводить построения, характеризовать тип поверхности и ее основные характеристики для произвольной поверхности, заданной в общем виде.

Написана программа-процедура, в которой вводятся произвольные коэффици-

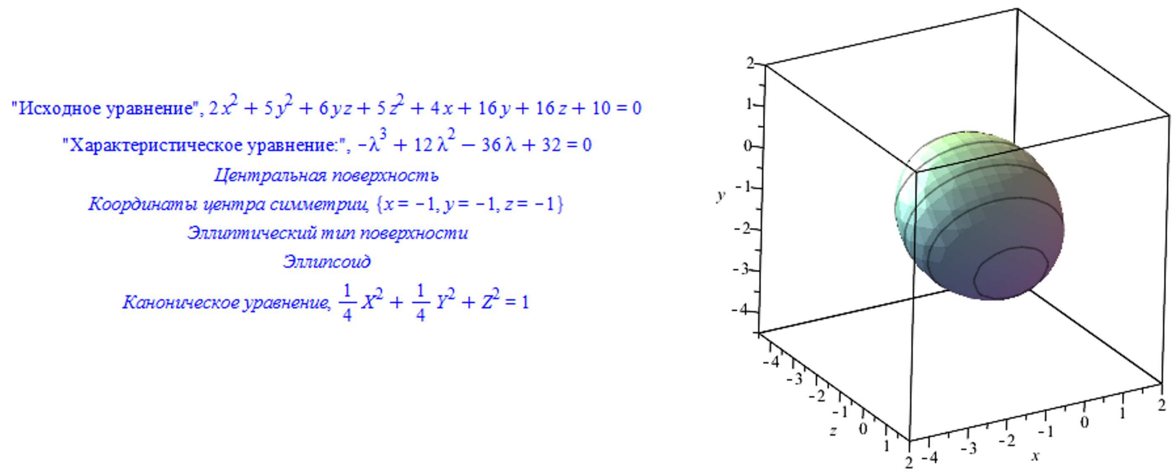

Рис. 1. Пример вывода центральной эллиптической поверхности - эллипсоида.

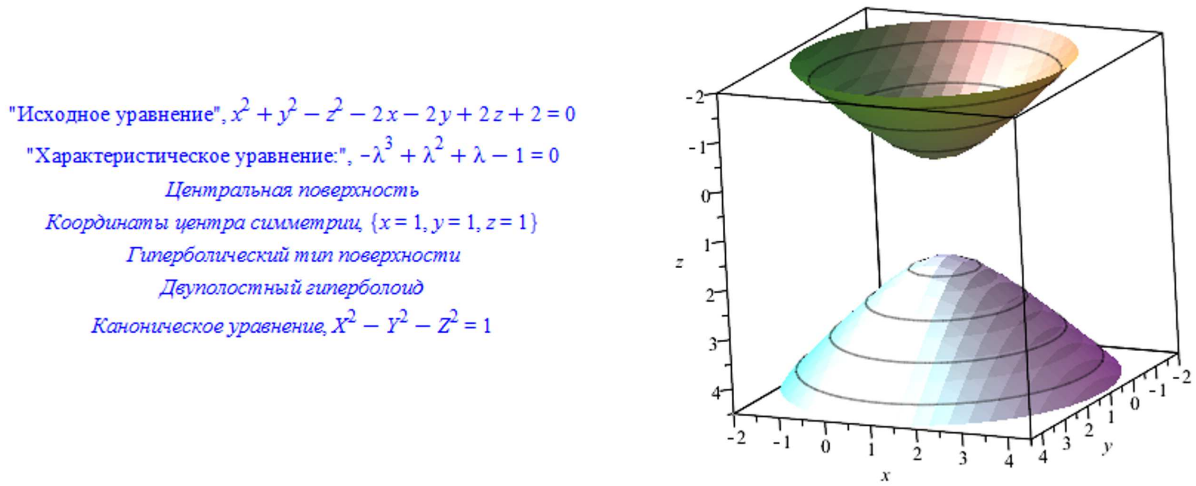

Рис. 2. Пример вывода центральной гиперболической поверхности - двуполостного гиперболоида.

енты уравнения второго порядка, т.е. общее уравнение исследуемой поверхности. Далее программа-процедура вычисляет значения ортогональных инвариантов квадратичной функции, на основе чего делается вывод является ли поверхность центральной или нецентральной, определяет тип поверхности, при необходимости приводит координаты центра симметрии (либо прямую или плоскость центров) и приводит график, определенный в новой, “наглядной” системе координат.

Процедура исследования типа поверхности достаточно сложна, поэтому автор использовал большое количество условий типа “если ... , то ...”

Приведу лишь фрагмент процедуры:

```
if evalf(I_3)<>0  then print("Центральная поверхность");
   if (I_2>0 and I_1*I_3>0) then print("Эллиптический тип поверхности");
       if I_4<0 then print("Эллипсоид");
          else if I_4>0 then print("Мнимый эллипсоид");
               else  print("Мнимый конус");
```

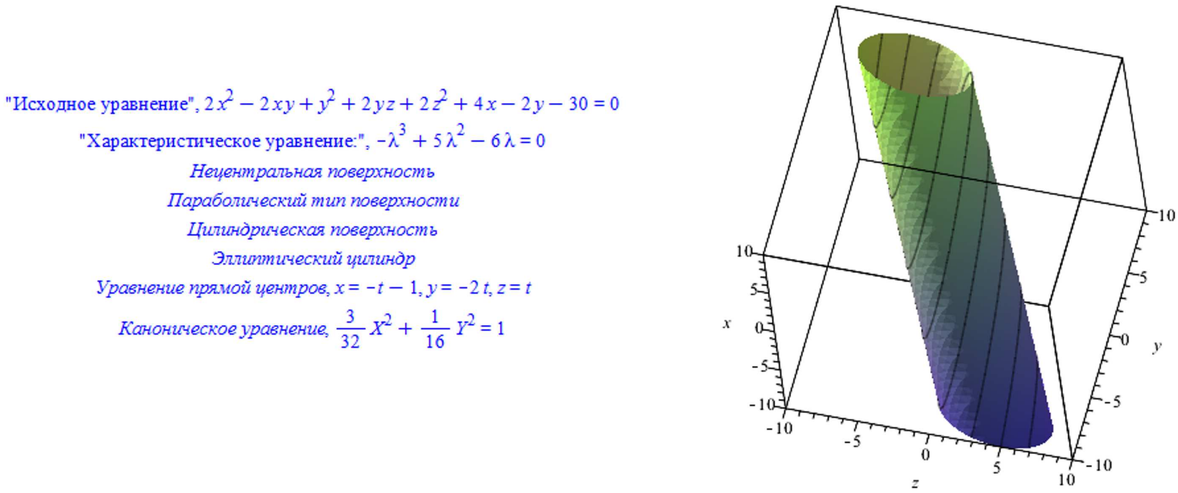

Рис. 3. Пример вывода цилиндрической поверхности - эллиптический цилиндр.

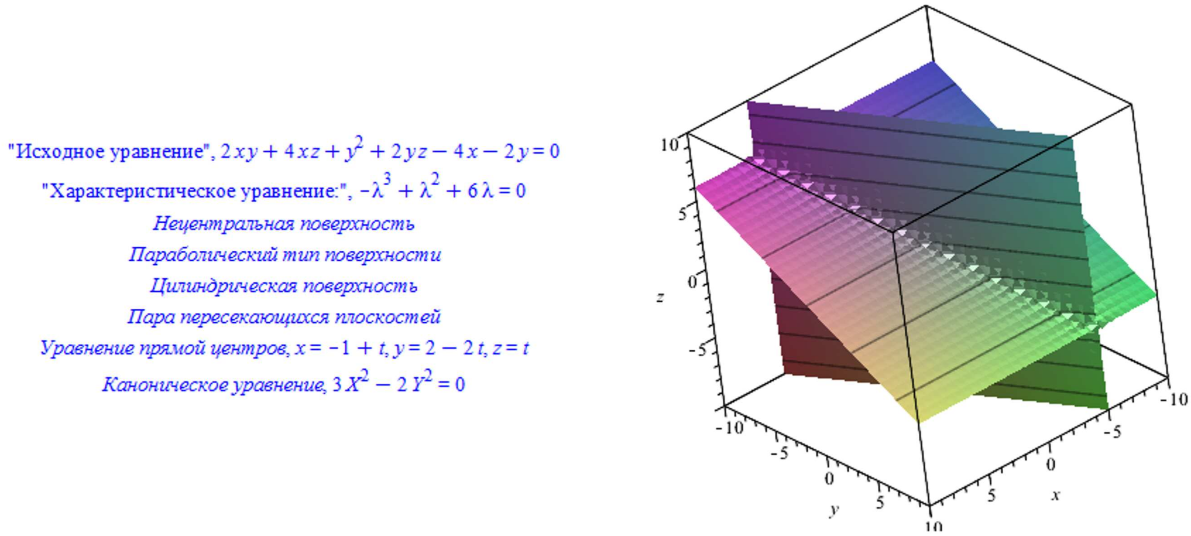

Рис. 4. Пример вывода пары пересекающихся плоскостей.

```
              end if;
       end if;
  else print("Гиперболический тип поверхности");
       if I_4>0 then print("Однополостный гиперболоид");
          else if I_4<0 then print("Двуполостный гиперболоид");
              else  print("Конус");
              end if;
       end if;
end if;
```

или

```
if k_2=0 then
S:=solve({a_11*x+a_12/2*y+a_13/2*z+a_1/2=0,
    a_12/2*x+a_22*y+a_23/2*z+a_2/2=0,
    a_13/2*x+a_23/2*y+a_33*z+a_3/2=0},{x,y,z}):print(S);
```

```
    print(‘Уравнение плоскости центров‘, S[2]);
        if k_1<0 then print(‘Пара параллельных плоскостей‘);
           else
           if k_1>0 then print(‘Пара мнимых параллельных плоскостей‘);
                    else print(‘Пара совпадающих плоскостей‘);
                         eq:=(S[2]);
           end if;
        end if;
   print(‘Каноническое уравнение‘,Y^2+k_1/(tau_1)^2=0);
   else print(‘Параболический цилиндр‘);
        print(‘Каноническое уравнение‘,Y^2=2*sqrt(-k_2/(tau_1)^3)*X);
end if;
```

Настоящая работа является продолжением ранее проводимых исследований автора [6]; в данной работе программа усовершенствована и выводит не только основные данные преобразований и графическую модель, но и приводит приведенное каноническое уравнение поверхности, выводит координаты центра или центров симметрии, т.е. если это Центральная поверхность, то координаты центра поверхности, если Цилиндрическая, то уравнение прямой или плоскости центров. Для этого изучены и спрограммированы все условия и циклы, позволяющие провести классификацию поверхности, а также коэффициенты самого канонического уравнения в стандартном виде. Кроме того проанализированы коэффициенты и тип полученной поверхности для более наглядного графического изображения, то есть область вывода зависит от типа поверхности и значений соответствующих коэффициентов.

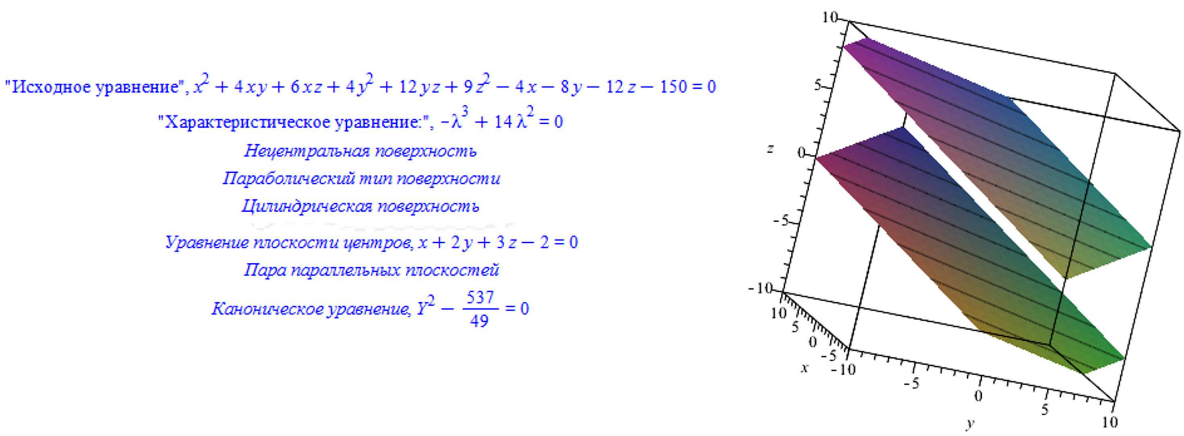

Рис. 5. Пример вывода пары параллельных плоскостей.

Таким образом, данная разработка может использоваться не только как наглядный материал для обучающихся, но и для проверки результатов, полученных аналитическим способом.

Литература

1. Нигмедзянова А.М. Оснащенная динамическая визуализация задач математической физики / А.М. Нигмедзянова // Информационные технологии в образовании и науке - ИТОН 2012 : материалы международной научно-практической конференции. - Казань, 2012. - С.127-131.

2. Нигмедзянова А.М. Оснащенная динамическая визуализация построений сечений многогранников / А.М. Нигмедзянова // Международный научный семинар «Нелинейные поля в теории гравитации и космологии» и Российская школа «Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений». - Казань, 2013 . - С.151-157.

3. Нигмедзянова А.М. Оснащенная динамическая визуализация построения точки по ее координатам на проективной прямой/ А.М. Нигмедзянова// Системы компьютерной математики и их приложения(СКМП-2014): труды XV Международной научной конференции. -Смоленск, 2014. - С.36-38.

4. Нигмедзянова А.М. Динамическая визуализация построения точки в пространстве по ее проективным координатам / А.М. Нигмедзянова // Информационные технологии в образовании и науке - ИТОН 2014: материалы международной научно-практической конференции. - Казань: Фолиант, 2014. - С. 236-239.

5. Нигмедзянова А.М. Приведение кривых второго порядка к каноническому виду с помощью метода инвариантов в СКМ Maple / А.М. Нигмедзянова// Системы компьютерной математики и их приложения: материалы XVI Международной научной конференции, посвященной 75-летию профессора В.П. Дьяконова. - Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2015. — Вып. 16. -- С.30-32.

6. Нигмедзянова А.М. Приведение поверхностей второго порядка к каноническому виду с помощью метода инвариантов в СКМ Maple / А.М. Нигмедзянова// Системы компьютерной математики и их приложения (СКМП-2016): материалы XVII Международной научной конференции. - Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2016. -- Вып. 17. — С.17-19.

7. Режим допуступа: http://mathhelpplanet.com/static.php?p=privedenie-uravneniya-poverhnosti-k-kanonicheskomu-vidu-po-invariantam

EQUIPPED VISUALIZATION BRING SECOND ORDER TO THE SURFACES TO THE CANONICAL FORM BY THE METHOD OF INVARIANTS IN SCA MAPLE

A.M. Nigmedzianova

The procedure of bringing the surfaces of the second order to the canonical form by the method of invariants CAS Maple.

Keywords: computer modelling, analytical geometry, the method of invariants, the surface of the second order.

УДК 004.9

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ, РАЗРАБОТАННЫЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ MAPLE И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ MAPLET

А.А. Осипов[1]

1 *osipov.and2012@yandex.ru*; Казанский национальный исследовательский технологический университет

Описано создание программного комплекса для аналитического тестирования по некоторым разделам высшей математики в СКМ Maple при помощи ее приложения Maplet.

Ключевые слова: комплексный контроль, программный комплекс.