Эрматали уулу Баяман,
магистр,
Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,
Кыргыз Республикасы, Манас шаары

Шамшиева Гулиза Сыргабаевна,
студент,
Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,
Кыргыз Республикасы, Манас шаары

Абиджанова Шахзода,
студент,
Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,
Кыргыз Республикасы, Манас шаары

Саматова Үмүтай Төрөбековна,
магистрант,
Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,
Кыргыз Республикасы, Манас шаары

ЭКИНЧИ ТАРТИПТЕГИ ИЙРИЛЕРДИ КАНОНИКАЛЫК ТҮРГӨ КЕЛТИРҮҮДӨ КОМПЬЮТЕРДИК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КОЛДОНУУ
(MATLAB программасынын мисалында)

Эрматали уулу Баяман,
магистр,
Жалал-Абадский государственный университет имени Б. Осмонова,
Кыргызская Республика, город Манас

Шамшиева Гулиза Сыргабаевна,
студентка,
Жалал-Абадский государственный университет имени Б. Осмонова,
Кыргызская Республика, город Манас

Абиджанова Шахзода,
студентка,
Жалал-Абадский государственный университет имени Б. Осмонова,
Кыргызская Республика, город Манас

Саматова Үмүтай Төрөбековна,
магистрант,
Жалал-Абадский государственный университет имени Б. Осмонова,
Кыргызская Республика, город Манас

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРИВЕДЕНИЯ КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА К КАНОНИЧЕСКОМУ ВИДУ (на примере программы MATLAB)

Ermatali uulu Bayaman,
Master's Degree,
Jalal-Abad State University named after B. Osmonov,
Kyrgyz Republic, Manas city

Shamshieva Guliza Syrgabaevna,
Student,
Jalal-Abad State University named after B. Osmonov,
Kyrgyz Republic, Manas city

Abidzhanova Shakhzoda,
Student,
Jalal-Abad State University named after B. Osmonov,
Kyrgyz Republic, Manas city

Samatova Umutai Torebekovna,
Master Student,
Jalal-Abad State University named after B. Osmonov,
Kyrgyz Republic, Manas city

USING COMPUTER TECHNOLOGIES TO REDUCE SECOND-ORDER CURVES TO CANONICAL FORM (based on MATLAB software)

Аннотация: *Бул макалада экинчи тартиптеги ийри сызыктарды каноникалык түргө келтирүүнүн математикалык модели жана бул процессти окутууда компьютердик технологияларды колдонуу мүмкүнчүлүктөрү талданат. Каноникалык форманы түзүүдө пайдаланылган инварианттар, координат системасын ортогоналдуу өзгөртүү, квадраттык форманы диагоналдаштыруу сыяктуу негизги ыкмалар MATLAB программасында алгоритмдик негизде ишке ашырылган. Иштелген программалык код студенттерге ийринин геометриялык түзүлүшүн ыкчам талдоого, анын борборун жана бурулуш бурчун автоматтык түрдө аныктоого, ошондой эле графикалык моделин реалдуу убакыт режиминде визуалдаштырууга шарт түзөт. Бул ыкма аналитикалык геометрияны окутуунун натыйжалуулугун жогорулатып, студенттердин түшүнүгүн, интуитивдик кабылдоосун жана сандык моделдештирүү жөндөмдөрүн өнүктүрүүгө жардам берет.*

Аннотация: *В данной статье анализируется математическая модель приведения кривых второго порядка к каноническому виду, а также возможности применения компьютерных технологий в процессе преподавания этой темы. Основные методы, используемые при получении канонической формы — инварианты, ортогональное преобразование системы координат и диагонализация квадратичной формы — реализованы в программе MATLAB в алгоритмическом виде. Разработанный программный код позволяет*

студентам оперативно анализировать геометрическую структуру кривой, автоматически определять её центр и угол поворота, а также визуализировать графическую модель в режиме реального времени. Такой подход повышает эффективность обучения аналитической геометрии, способствует развитию понимания, интуитивного восприятия и навыков численного моделирования у студентов.

Annotation: *This article analyzes the mathematical model for transforming second-order curves into canonical form, as well as the possibilities of applying computer technologies in teaching this topic. The fundamental methods used to obtain the canonical form—such as invariants, orthogonal transformation of the coordinate system, and diagonalization of the quadratic form—are implemented algorithmically in MATLAB. The developed program code enables students to rapidly analyze the geometric structure of the curve, automatically determine its center and rotation angle, and visualize the graphical model in real time. This approach enhances the effectiveness of teaching analytic geometry and contributes to the development of students' understanding, intuitive perception, and numerical modeling skills.*

Түйүндүү сөздөр: *экинчи тартиптеги ийри, окутуунун технологиясы, каноникалык форма, инварианттар, диагоналдаштыруу, координаталарды буруу, MATLAB программасы, компьютердик моделдештирүү.*

Ключевые слова: *кривые второго порядка, технология обучения, канонический вид, инварианты, диагонализация, поворот координат, программа MATLAB, компьютерное моделирование.*

Key words: *second-order curve, canonical form, teaching technology,invariants, diagonalization, coordinate rotation, MATLAB program, computational modeling.*

Киришүү. Заманбап билим берүүдө математикалык түшүнүктөрдү визуалдаштыруу жана автоматташтыруу процесси окутууну жеңилдетип, материалды өздөштүрүүнү тереңдетет. Бул жагынан **MATLAB программасы** аналитикалык геометрия боюнча эксперимент жүргүзүү, графикалык моделдөө жана эсептөөлөрдү автоматташтыруу үчүн күчтүү курал болуп саналат.

Экинчи тартиптеги ийринин жалпы теңдемесин каноникалык түргө келтирүү – бул ийринин мүнөзүн, өлчөмдөрүн, багытын жана геометриялык өзгөчөлүктөрүн ачып берүүчү негизги иш-аракеттердин бири болуп эсептелет. Бирок бул процесс бир нече өзгөртүүлөрдү талап кылгандыктан, көбүнчө көп убакыт алат жана кол менен чыгарууда тактык каталарына алып келиши мүмкүн. Ушундан улам, экинчи тартиптеги ийри сызыктарды каноникалык формага келтирүүнүн компьютердик алгоритмин иштеп чыгуу жана аны MATLAB программасынын ичинде ишке ашыруу – заманбап математикалык билим берүү системасы үчүн да, инженердик-чечим кабыл алуу процесси үчүн да чоң мааниге ээ.

К. Матанованын MAPLEде экинчи тартиптеги борбордук ийри сызыктарды каноникалык түргө келтирүү деген макаласында: «Өзгөртүп түзүү жана инварианттар методдорун колдонуп экинчи тартиптеги борбордук ийри сызыктарды классификациялоочу, алардын графикалык иллюстрациясын, каноникалык теңдемелерин жана координата системасын өзгөртүп түзүү формулаларын чыгарган программалар түзүлдү» – деп белгилеген [1, 21-б.].

Акыркы жылдарда **MATLAB** программасы илимий изилдөөлөрдө жана жогорку билим берүү системасында кеңири колдонулган инструментке айланды. MATLAB матрицалык операцияларды, символдук эсептөөнү, графикалык моделдештирүүнү жана автоматташтырылган анализди бириктирген күчтүү платформа болуп саналат.

Б. Эрматали уулунун макаласында «Учурдагы компьютердик программалардын арасында MATLAB процесстерди так моделдөөгө жана анализдөөгө мүмкүндүк берет» – деп белгилеген [2, 17].

Экинчи тартиптеги ийри сызыктардын жана беттердин каноникалык түргө келтирүүсүү ортогоналдуу өзгөртүү методу менен MathCAD чөйрөсүндө каралган [4, 85]. Maple системасында экинчи тартиптеги ийри сызыктардын теориясынын компьютердик моделдөөсү эмгекте берилген [5].

Компьютердик технологиянын сабакта колдонулушу бонча Ж.К. Мокешов төмөнкүдөй мүнөздөмө берген: «Компьютердик технологиянын пайда болушу окутуунун традициялуу техникалык каражаттары менен биргеликте окуу процессин бир кыйла жогорку деңгээлге көтөрүүгө мүмкүнчүлүк берет. Компьютерлер практикалык жактан алганда окуу-тарбия иштеринин бардык формаларында колдонула алышат: практикалык жана лабораториялык сабактарда, ийримдердеги жана факультативдик иштерде, материалды өз алдынча үйрөнүүдө ж.б. Проектор, электрондук доска сыяктуу заманбап техникалык каражатты колдонууда компьютерди чоң аудиторияларда сабактарды өткөрүү үчүн ийгиликтүү колдонсо болот» [6].

Изилдөөнүн максаты. Экинчи тартиптеги ийрилерди каноникалык түргө келтирүү процессин математикалык, теориялык жана практикалык жактан терең талдоо менен бирге, бул теманы окутууда компьютердик технологиялардын, айрыкча MATLAB программасынын мүмкүнчүлүктөрүн жогорулатуу жана методикалык жактан натыйжалуу колдонуу жолдорун иштеп чыгуу болуп саналат.

Изилдөөнүн методу. Компьютердик методдор жана илимий усулдук багыттагы адабияттарга теориялык анализ жүргүзүү, салыштыруу, жалпылоо, байкоо жана маалыматтарды иштеп чыгуу ыкмалары.

Негизги мазмуну. Каноникалык түргө келтирүү процессин окутууда MATLAB программасын колдонунун төмөнкү баскычтарын аткарууга болот:

1. *Маалыматтарды киргизүү*
   A, B, C, D, E, F − input же inputdlg аркылуу.
2. *Квадрат форманын матрицасын түзүү*
   Q = [A B/2; B/2 C].
3. *Айлануу бурчун эсептөө*
   *alpha = 0.5 * atan2(B, A − C).*
4. *Айлануу матрицасын түзүү*
   R = [cos(alpha) −sin(alpha); sin(alpha) cos(alpha)].
5. *Диагоналдаштыруу*
   *Lambda = R' * Q * R (же eig менен).*
6. *Координата системасын жылдыруу*
   Борборду (x0, y0) эсептөө.
7. *Каноникалык форма үчүн коэффициенттерди табуу*
   λ_1, λ_2 жана башка параметрлер негизинде.
8. *График түзүү*
   meshgrid, contour же fimplicit колдонуу.
9. *Натыйжаларды текст түрүндө чыгаруу*

Айлануу бурчу, диагоналдык матрица, ийринин түрү (эллипс, гипербола, парабола) ж.б.

Экинчи тартиптеги ийрилердин жалпы теңдемеси төмөнкүдөй түрдө берилет:

$$Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0.$$

Берилген ийрини MATLAB программасынын жардамы менен каноникалык түргө келтирүү үчүн төмөнкү операторлор колдонулат:

1. *center = M\rhs; → борборду табуу, жаңы системанын башталышы;*
2. *alpha = 0.5 * atan2(B, A - C); → бурулуш бурчун табуу;*
3. *Q_rot = R.' * Q * R; → квадраттык форманы бурулган системага өткөрүү;*

4. *A1, C1, Eq0 → жаңы коэффициенттерди жана туруктуу мүчөнү алуу;*
5. *a2 = -Eq0/A1; b2 = -Eq0/C1; →* $\xi^2/a^2 \pm \eta^2/b^2 = 1$ *каноникалык түргө келтирүү.*

7 бөлүмдөн турган төмөнкү программалык кодду түзүүгө болот:

```
>> %% ЭКИНЧИ ТАРТИПТЕГИ ИЙРИНИ КАНОНИКАЛЫК ТҮРГӨ КЕЛТИРҮҮ ПРОГРАММАСЫ
% Авторлор: Эрматали уулу Баяман, Шамшиева Гулиза, Абиджанова Шахзода, Саматова Үмүтай Төрөбековна
% Максат:
% 1) Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0 теңдемесин каноникалык түргө келтирүү
% 2) Тийиштүү координаталар системасынын башталыш чекитин (x0,y0) табуу
% 3) Баштапкы системага салыштырмалуу бурулуш бурчун α табуу
% 4) Ийрини баштапкы (x,y) жана жаңы (ξ,η) координаталар системаларында сүрөттөө

clear; clc; close all;
%% 1-БӨЛҮМ. КОЭФФИЦИЕНТТЕРДИ КИРГИЗҮҮ
disp('=============================================');
disp(' Экинчи тартиптеги ийри:');
disp(' Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0');
disp(' Коэффициенттерди киргизиңиз (мисалы, 3x^2-4xy+2y^2-8x+10y-5=0):');
disp('=============================================');
% Кааласаңыз бул жерге түз эле маанилерди жазып коюңуз:
% A = 3; B = -4; C = 2; D = -8; E = 10; F = -5;
A = input('A = ');
B = input('B = ');
C = input('C = ');
D = input('D = ');
E = input('E = ');
F = input('F = ');
fprintf('\nЖалпы теңдеме:\n %gx^2 + %gxy + %gy^2 + %gx + %gy + %g = 0\n',...
 A,B,C,D,E,F);
%% 2-БӨЛҮМ. ИНВАРИАНТТАРДЫ ЭСЕПТӨӨ ЖАНА ТҮРҮН ТАНДОО
Q2 = [A B/2;
 B/2 C ];
I1 = A + C; % Биринчи инвариант
I2 = det(Q2); % Экинчи инвариант
Q3 = [A B/2 D/2;
 B/2 C E/2;
 D/2 E/2 F ];
Delta = det(Q3); % Толук инвариант
disp(' ');
disp('=== ИНВАРИАНТТАР ===');
fprintf('I1 = A + C = %g\n', I1);
fprintf('I2 = det([A B/2; B/2 C]) = %g\n', I2);
fprintf('Delta = det(3x3 матрица) = %g\n', Delta);
% Ийринин түрүн классификациялоо
if I2 > 0 && Delta*I2 < 0
 tip = 'Эллипс';
elseif I2 < 0
 tip = 'Гипербола';
elseif abs(I2) < 1e-10 && (B ~= 0 || A == 0 || C == 0)
 tip = 'Парабола';
else
 tip = 'Өзгөчө ийрилер (кош түз сызыктар ж.б.)';
end
```

```
% Жаңы координаталардагы (ξ,η) квадр. форманын матрицасы
Q_rot = R.' * Q * R;
A1 = Q_rot(1,1); % ξ^2 коэффициенти
C1 = Q_rot(2,2); % η^2 коэффициенти
B1 = Q_rot(1,2); % ξη коэффициенти (теория боюнча 0 болушу керек)
% Симметрия борборундагы теңдеменин мааниси
Eq0 = A*x0^2 + B*x0*y0 + C*y0^2 + D*x0 + E*y0 + F;
disp(' ');
disp('=== ЖАҢЫ КООРДИНАТАЛАРДАГЫ КВАДРАТТЫК ФОРМА ===');
fprintf('A1 (ξ^2) = %.10f\n', A1);
fprintf('B1 (ξη) = %.10f (теория боюнча 0)\n', B1);
fprintf('C1 (η^2) = %.10f\n', C1);
fprintf('F_c = Q(x0,y0) = %.10f\n', Eq0);
if isCentral
 % Каноникалык теңдеме: A1*ξ^2 + C1*η^2 + Eq0 = 0
 disp(' ');
 disp('=== КАНОНИКАЛЫК ТЕҢДЕМЕ (борбордук ийри үчүн) ===');
 fprintf('A1*ξ^2 + C1*η^2 + F_c = 0\n');
 fprintf('=> %.6f*ξ^2 + %.6f*η^2 + (%.6f) = 0\n', A1, C1, Eq0);
 if abs(Eq0) > 1e-12
 a2 = -Eq0 / A1;
 b2 = -Eq0 / C1;
 fprintf('\nξ^2/(%.6f) + η^2/(%.6f) = 1 түрүндө жазууга болот.\n',...
 a2, b2);
 end
else
 disp('Каноникалык формасын табуу үчүн үчүн кошумча ыкмалар талап кылынат (борбордук эмес ийри).');
end
%% 6-БӨЛҮМ. ГРАФИКТЕРДИ ЧИЙҮҮ (ЭСКИ ЖАНА ЖАҢЫ СИСТЕМАЛАРДА)
% Баштапкы координаталар системасындагы теңдеме
Eq_xy_fun = @(X,Y) A*X.^2 + B*X.*Y + C*Y.^2 + D*X + E*Y + F;
% Жаңы координаталар системасында (ξ,η) теңдеме:
Eq_xi_eta_fun = @(XI,ETA) ...
 A1*XI.^2 + 2*B1*XI.*ETA + C1*ETA.^2 + Eq0;
% 6.1 Баштапкы (x,y) координаталар системасындагы график
figure('Name','Баштапкы координаталар (x,y)','Color','w');
fimplicit(Eq_xy_fun, [-10 10 -10 10], 'LineWidth', 1.5);
hold on; grid on; axis equal;
title('Ийринин баштапкы координаталар системасында сүрөттөлүшү (x,y)','FontSize',12);
xlabel('x'); ylabel('y');
```

```
fprintf('\nИйринин түрү: %s\n', tip);
%% 3-БӨЛҮМ. СИММЕТРИЯ БОРБОРУН ТАБУУ
% ∂Q/∂x = 2Ax + By + D = 0
% ∂Q/∂y = Bx + 2Cy + E = 0
M = [2*A, B;
 B, 2*C];
rhs = [-D; -E];
if rank(M) == 2
 center = M \ rhs;
 x0 = center(1);
 y0 = center(2);
 disp(' ');
 disp('=== СИММЕТРИЯ БОРБОРУ ===');
 fprintf('x0 = %.6f\n', x0);
 fprintf('y0 = %.6f\n', y0);
 isCentral = true;
else
 disp(' ');
 disp('Бул ийринин бирдиктүү симметрия борбору жок (борбордук эмес).');
 x0 = 0;
 y0 = 0;
 isCentral = false;
end
%% 4-БӨЛҮМ. БУРУЛУУ БУРЧУН ТАБУУ
% Негизги формула:
% tan(2α) = B / (A - C)
% Эгер A = C жана B ≠ 0 болсо -> 2α = π/2 => α = π/4
if B == 0
 alpha = 0; % Бурулуш жок
elseif abs(A - C) < 1e-12 % A ≈ C
 alpha = pi/4;
else
 alpha = 0.5 * atan2(B, A - C);
end
alpha_deg = rad2deg(alpha);
disp(' ');
disp('=== БУРУЛУШ БУРЧУ ===');
fprintf('alpha (рад) = %.6f\n', alpha);
fprintf('alpha (град) = %.6f°\n', alpha_deg);
%% 5-БӨЛҮМ. МАТРИЦАЛЫК ДИАГОНАЛДАШТЫРУУ ЖАНА КАНОНИКАЛЫК ФОРМА
% Квадраттык форманын матрицасы
Q = [A B/2;
 B/2 C ];
% Бурулуш матрицасы
R = [ cos(alpha) -sin(alpha);
 sin(alpha) cos(alpha)];
```

```
% Симметрия борбору
if isCentral
 plot(x0, y0, 'ro', 'MarkerSize', 8, 'LineWidth', 1.5);
 text(x0, y0, ' O''(x_0,y_0)', 'Color', 'r', 'FontSize', 10);
end
% Жаңы ξ, η огун баштапкы системанын ичинде көрсөтүү
L = 5; % огунун узундугу
% ξ огу
x_xi = x0 + [-L, L]*cos(alpha);
y_xi = y0 + [-L, L]*sin(alpha);
plot(x_xi, y_xi, 'm-', 'LineWidth', 1.5);
text(x_xi(2), y_xi(2), ' \xi огу', 'Color', 'm', 'FontSize', 10);
% η огу
x_eta = x0 + [-L, L]*(-sin(alpha));
y_eta = y0 + [-L, L]*( cos(alpha));
plot(x_eta, y_eta, 'g-', 'LineWidth', 1.5);
text(x_eta(2), y_eta(2), ' \eta огу', 'Color', 'g', 'FontSize', 10);
hold off;
% 6.2 Жаңы (ξ,η) координаталар системасындагы график
figure('Name','Жаңы координаталар (\xi,\eta)','Color','w');
fimplicit(Eq_xi_eta_fun, [-10 10 -10 10], 'LineWidth', 1.5);
grid on; axis equal;
title('Ийринин жаңы координаталар системасында сүрөттөлүшү (\xi,\eta)','FontSize',12);
xlabel('\xi'); ylabel('\eta');
%% 7-БӨЛҮМ. ЖЫЙЫНТЫК
disp(' ');
disp('=== ЖЫЙЫНТЫК ===');
fprintf('1) Симметрия борбору: (x0, y0) = (%.4f, %.4f)\n', x0, y0);
fprintf('2) Бурулуш бурчу: alpha = %.4f рад ≈ %.4f°\n', alpha, alpha_deg);
fprintf('3) Ийринин түрү: %s\n', tip);
if isCentral
 disp('4) Ийри борбордук, каноникалык форма A1*ξ^2 + C1*η^2 + F_c = 0 түрүндө алынды.');
else
 disp('4) Борбордук эмес ийри, толук каноникалык форма үчүн кошумча ыкма талап кылынат.');
end
disp('5) Ийринин графиги (x,y) жана (\xi,\eta) системаларында экранга чыгарылды.');
```

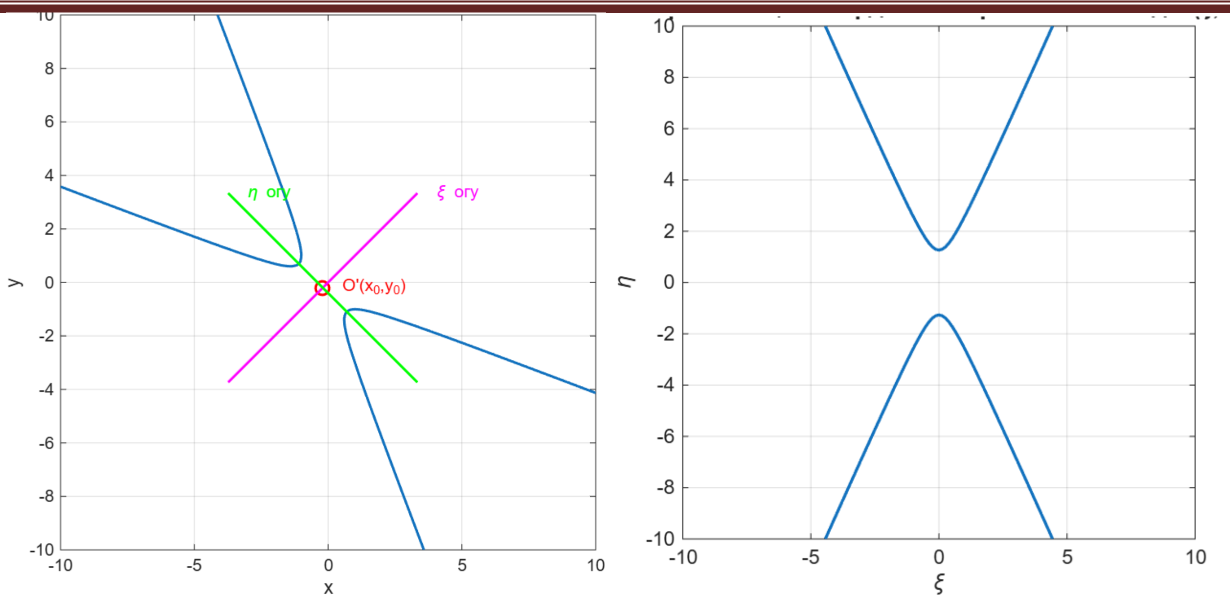
Мисал катары түзүлгөн кодду колдонуу менен төмөнкү экинчи тартиптеги ийрини каноникалык түргө келтирели.

$$x^2 + 3xy + y^2 + x + y + 1 = 0.$$

```
=============================================
 Экинчи тартиптеги ийри:
   Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0
 Коэффициенттерди киргизиңиз (мисалы, 3x^2-4xy+2y^2-8x+10y-5=0):
=============================================
A = 1
B = 3
C = 1
```

D = 1
E = 1
F = 1
Жалпы теңдеме:
1x^2 + 3xy + 1y^2 + 1x + 1y + 1 = 0
=== ИНВАРИАНТТАР ===
I1 = A + C = 2
I2 = det([A B/2; B/2 C]) = -1.25
Delta = det(3x3 матрица) = -1
Ийринин болжолдуу түрү: Гипербола
=== СИММЕТРИЯ БОРБОРУ ===
x0 = -0.200000
y0 = -0.200000
=== БУРУЛУУ БУРЧУ ===
alpha (рад) = 0.785398
alpha (град) = 45.000000°
=== ЖАҢЫ КООРДИНАТАЛАРДАГЫ КВАДРАТТЫК ФОРМА ===
A1 (ξ^2) = 2.5000000000
B1 (ξη) = 0.0000000000 (теория боюнча 0)
C1 (η^2) = -0.5000000000
F_c = Q(x0,y0) = 0.8000000000
=== КАНОНИКАЛЫК ТЕҢДЕМЕ (борбордук ийри үчүн) ===
A1*ξ^2 + C1*η^2 + F_c = 0
=> 2.500000*ξ^2 + -0.500000*η^2 + (0.800000) = 0
ξ^2/(-0.320000) + η^2/(1.600000) = 1 түрүндө жазууга болот.
=== ЖЫЙЫНТЫК ===

1) Симметрия борбору: (x0, y0) = (-0.2000, -0.2000)
2) Бурулуш бурчу: alpha = 0.7854 рад ≈ 45.0000°
3) Ийринин түрү: Гипербола
4) Ийри борбордук, каноникалык форма A1*ξ^2 + C1*η^2 + F_c = 0 түрүндө алынды.
5) Ийринин графиги (x, y) жана (\xi,\eta) системаларында экранга чыгарылды (1-сүрөт).



1-сүрөт. Ийринин баштапкы жана жаңы координаталар системасында сүрөттөлүшү

Компьютердик технологияларды интеграциялоо менен экинчи тартиптеги ийрилерди каноникалык түргө келтирүүнү үйрөтүү төмөнкү артыкчылыктарды берет:

1. Татаал теориялык түшүнүктөрдүн визуалдуу, динамикалык түрдө көрсөтүлүшү;
2. Студенттердин эксперимент жүргүзүү жөндөмүнүн жана кызыгуусунун жогорулашы;
3. Алгоритмдерди автоматташтыруу аркылуу теманын өздөштүрүлүү деңгээлинин жогорулашы;

Корутунду. MATLAB негизиндеги компьютердик моделдөө экинчи тартиптеги ийрилердин каноникалык түргө келтирилишин практикалык жана интуитивдүү жактан түшүндүрүүнүн эффективдүү ыкмасы болуп эсептелет. Окуу процессинде мындай ыкмаларды колдонуу заманбап билим берүү стандартына жооп берип, студенттердин теориялык жана практикалык даярдыгын бир топ жогорулатат.

Экинчи тартиптеги ийрилерди каноникалык түргө келтирүүнүн теориялык жана практикалык аспектилери комплекстүү түрдө каралып, аларды окутуу процессине компьютердик технологияларды интеграциялоо мүмкүнчүлүктөрү талданды. Каноникалык формага келтирүү – аналитикалык геометриядагы негизги, бирок студенттер үчүн татаал темалардын бири болуп саналат.

Изилдөөнүн жүрүшүндө MATLAB программасынын мүмкүнчүлүктөрүнө таянып, экинчи тартиптеги ийрилерди автоматтык түрдө каноникалаштыруу алгоритмдери түзүлдү жана практикалык мисалдар менен негизделди. Графикалык визуалдаштыруу, интерактивдүү эксперимент жүргүзүү жана символдук эсептөөлөр студенттердин түшүнүгүн тереңдетип, математикалык модель менен реалдуу графикалык натыйжанын байланышын ачып берди.

Адабияттар:

1. Матанова К. MAPLEде экинчи тартиптеги борбордук ийри сызыктарды каноникалык түргө келтирүү / Матанова К., Дөлөшаева А. // Известия Кыргызской академии образования. – Бишкек, 2022. – № 2(57). – С. 14-21.
2. Эрматали У.Б., Жаманкулова Ю.Д. Жылуулук процесстерин MATLAB колдонмо программасында моделдөө // Известия Кыргызской академии образования. – Бишкек, 2024. – № 3 (64). – С. 16-22.

3. Пирматов А.З. MATLAB колдонмо пакетинде эки жана үч өлчөмдүү графиктердин тургузулушу / А.З. Пирматов, Б. Эрматали Уулу, А. Анарбеков // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. – 2021. – № 4 (49). – С. 38-45.
4. Ахметова Ф.Х., Акимова И.Я., Чигирева О.Ю. Методика уравнений кривых и поверхностей второго порядка к каноническому виду с применением среды MathCAD // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016.
5. Игнатьев Ю.Г. Математическое моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple. – Казань: Казанский университет, 2013. – С. 71-124.
6. Пожарская Д.А. Средства ИКТ на уроках физики // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 10. – С. 36-37.

Рецензиялаган:

Мамбетакунов У.Э.,
педагогика илимдеринин доктору, профессор