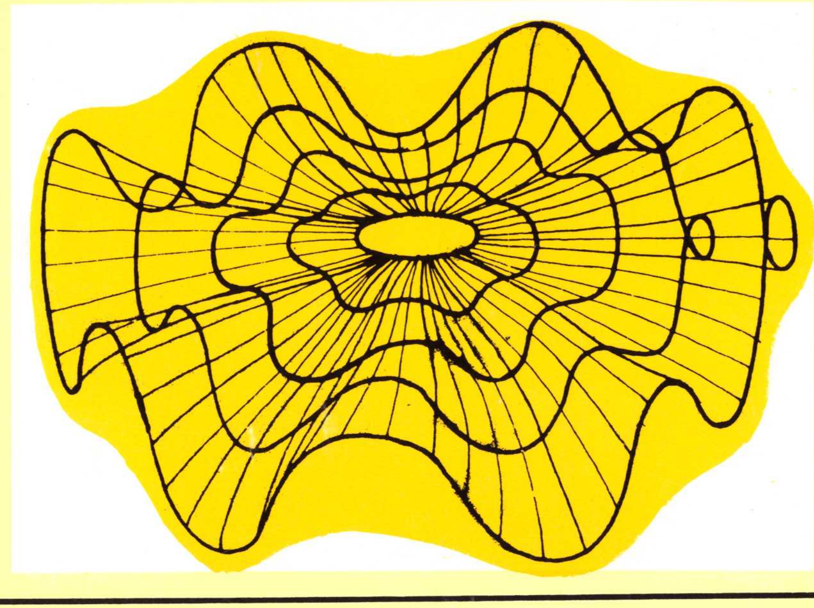
ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

2011 ВИПУСК 88



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Department of education and science, young people
and sport of Ukraine
Українська асоціація з прикладної геометрії
Ukrainian Association of Applied Geometry
Київський національний університет
будівництва і архітектури
Kiev National University of Building and Architecture

ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

APPLIED GEOMETRY AND GRAPHICS

(С П Е Ц В И П У С К)

Міжвідомчий науково-технічний збірник

The Interdepartmental Collection of Proceedings

Випуск № 88 Issue No 88

КИЇВ 2011 KYIV

УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ З ПРИКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПРИРОДООХОРОННОГО ТА КУРОРТНОГО БУДІВНИЦТВА

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

ДОПОВІДІ ВОСЬМОЇ МІЖНАРОДНОЇ КРИМСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«ГЕОМЕТРИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕКОЛОГІЯ, ДИЗАЙН»

SED-11

26 вересня – 30 вересня 2011р.
УКРАЇНА, АР КРИМ, м. СІМФЕРОПОЛЬ

Міжвідомчий науково-технічний збірник "Прикладна геометрія та інженерна графіка". Випуск 87. Відповідальний редактор В.Є. Михайленко. – К.: КНУБА, 2011р. – 392с.

UKR В збірник включені дослідження кривих ліній та поверхонь, способів їх формоутворення, апроксимації, зображення та практичного застосування. Ряд статей присвячено питанням теорії зображень, геометричному моделюванню об'єктів, процесів та явищ, проблемам комп'ютерної графіки, геометричним питанням САПР, деяким питанням технічної естетики. Розрахований на працівників науково-дослідних і проектних організацій, викладачів, аспірантів та докторантів

RUS В сборник включены исследования кривых линий и поверхностей, способов их формообразования, аппроксимации, изображения и практических приложений. Ряд статей посвящен вопросам теории изображений, геометрическому изображению объектов, процессов и явлений, проблемам компьютерной графики, геометрическим вопросам САПР, некоторым вопросам технической эстетики. Рассчитан на работников научно-исследовательских и проектных рганизаций, преподавателей, аспирантов и докторантов.

ENG Articles is devoted to the investigation of curve lines, surfaces, ways of shape forming, approximation, imaging and its practical applications are included in the collection. A number of articles are devoted to questions of the theory of images, geometrical imaging of objects, processes and phenomena, problems of the Computer Graphics, geometrical questions of CAD, some questions of an Industrial Art.

Collection is intended for researchers, designers, high school teachers, post-graduate students etc.

Адреса редколегії спецвипуску: Виконавча дирекція Української асоціації з прикладної геометрії, к. 422, Повітрофлотський проспект, 31, 03680, Київ, Україна, телефон редакції: 241-54-32, geometry_kyiv@ukr.net
Випуск рекомендовано до друку Президією УАПГ, протокол № 82 від 31. 08. 2011року.

Наукове фахове видання
ISSN 0131-579X

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

Координатор: Всеукраинская общественная организация «Украинская ассоциация по прикладной геометрии» (УАПГ)

Принимающая организация: Национальная академия природоохранного и курортного строительства (НАПКС)

Координатор: Всеукраинская общественная организация «Украинская ассоциация по прикладной геометрии» (УАПГ)

Принимающая организация: Национальная академия природоохранного и курортного строительства (НАПКС)

Председатель конференции:

Федоркин С.И., ректор НАПКС, Симферополь

Заместители председателя:

Дворецкий А.Т., НАПКС, Симферополь
Плоский В.А., КНУСА, Киев

Сопредседатели конференции:

Михайленко В.Е., КНУСА, Киев
Подгорный А.Л., КНУСА, Киев
Сазонов К.А., КНУТД, Киев

Научный комитет:

Штахель Х. (Вена, Австрия)
Вайс Г. (Дрезден, Германия)
Несторович М. (Белград, Сербия)
Молнар Э. (Будапешт, Венгрия)
Панченко Н.В. (Симферополь, Украина)
Ванин В.В. (Киев, Украина)
Ильичёв В.А. (Москва, Россия)
Барикин Б.Ю. (Симферополь, Украина)
Ковалёв С.Н. (Киев, Украина)
Ковалёв Ю.Н. (Киев, Украина)
Колчунов В.И. (Белгород, Россия)
Комяк В.М. (Харьков, Украина)
Корчинский В.М. (Днепропетроваск, Украина)
Кузнецова И.А. (Киев, Украина)
Куценко Л.Н. (Харьков, Украина)
Пилипака С.Ф. (Киев, Украина)
Пугачёв Е.В. (Ровно,Украина)
Сергейчук О.В. (Киев, Украина)
Скидан И.А. (Донецк, Украина)
Шоман О.В. (Харьков, Украина)
Яковлев Н.И. (Киев, Украина)

Рабочий комитет:

Бондарь Е.А. - председатель (Киев, Украина)
Максименко А.Е. (Симферополь, Украина)
Денисова Т.В. (Симферополь, Украина)
Митрофанова С.А. (Симферополь, Украина)
Воскресенская С.Н. (Симферополь, Украина)
Данильченко Е.Л. (Симферополь, Украина)

19 серпня виповнилося 70 років від Дня народження видатного українського геометра, завідувача кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки КНУБА, доктора технічних наук, професора КОВАЛЬОВА Сергія Миколайовича.

Українська асоціація з прикладної геометрії, Спеціалізована Вчена рада Д26.056.06, вся геометрична громада України щиро вітають шановного Сергія Миколайовича з ювілеєм бажаючи йому творчої наснаги, міцного здоров'я та благополуччя.

direction I, and then II, which means that we need to move viewpoint (Vl1 to Vl2) in order to observe space into direction II.

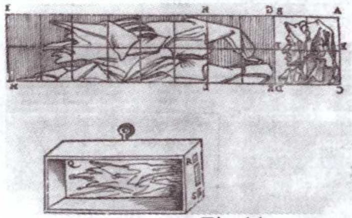


Fig.11.

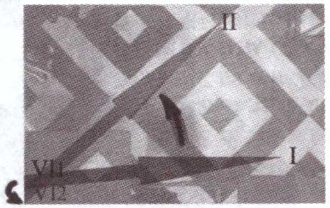


Fig.12.

Fig.11. Elongation without optical angle, Danti - Jacopo Barozzi Vignola, 1540. circa 1583. Fig.12. The first and the second view and the connection with the viewpoints

5. Conclusion

Behind geometry very important factor for perspective box explanation is optical-physiologically perspective. When you understand this, it is easy to produce the same effect. On the other side, isn't so easy task to construct object that is not in based coordinated system (it's not in one-point perspective) and to look that is in the front of the image plane, at the same time.

After all, we can only guess why the author decided to made this chair with parallel .x rays. It can't be explained even if we made the model using two points perspective (Fig.7.right). His intention was very certain, as we can see. Behind his knowledge about constructive perspective, he had understood and used optical-physiological perspective, so this is question about anamorphosis that remains to be solved.

References

1. K. Andersen, (2007) The Geometry of an Art: The History of the Mathematical Theory of Perspective from Alberti to Monge, Springer, Copenhagen.
2. J. Baltrusaitis, (2004) Anamorfosi o Traumaturgus opticus, Adelphi Edizioni, Milano.
3. M. Borisavljevic, (1948) Opticko-fizioloska perspektiva. Izdavacko preduzece Ministarstva gradevina FNRJ, Beograd.
a. Coleova, (1995) Perspektiva, Dorling Kindersley Book, Bratislava.
b. Jensen, "The Geometry of 17th Century Dutch Perspective Boxes", Proceedings of the 2nd International Symposium on Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences (MACAS2) (Odense), Centre for Science and Mathematics Education, University of Southern Denmark, 4 (2008) 89-106
4. Verwei, „Perspective in a box", Neux Network Journal (Torino), 12/1 (2010) 47-62

УДК 515.2

Кукуруза Д.В., к.т.н.,
Лісняк А.А., к.т.н.,
Піксасов М.М., к.т.н

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФАЗОВИХ ПОРТРЕТІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Національний університет цивільного захисту України

Розглянуто випадки різних комбінацій значень коренів характеристичного рівняння системи диференціальних рівнянь та наведено графічні моделі, які їм відповідають.

Постановка проблеми. У зв'язку зі збільшенням швидкостей та розмірів машин необхідно вміти уникати руйнівних збурень, які виникають при деяких критичних швидкостях. Коливальні процеси з врахуванням зовнішніх збурень описуються нелінійними диференціальними рівняннями. Їх дослідження здійснюються за допомогою апарата якісної теорії диференціальних рівнянь.

Вивчення стійкості здійснюють шляхом аналізу розв'язків диференціальних рівнянь із залученням їх фазових портретів (тобто унаочнення графічних образів). В роботах з якісної теорії динамічних систем [1, 2] розглядають різновиди графіків кривих, та які умови сприяли появі таких форм, а також ситуації, в яких зображено можливості тієї чи іншої функції.

Огляд відомих результатів. Вперше задача якісного дослідження диференціальних рівнянь в нетривіальних своїх аспектах була поставлена Пуанкаре [3, 4] в загальному вигляді для найпростішого випадку системи двох диференціальних рівнянь

$$x' = P(x, y), \quad y' = Q(x, y) \tag{1}$$

Основні фактори якісної теорії системи (1.1) викладені ним в книзі «Про криві, що визначають диференціальні рівняння». Ці дослідження Пуанкаре по звичайних диференціальних рівняннях привели його до створення основ сучасної топології [5].

З метою демонстрації ролі фазових портретів наведемо огляд способів дослідження на стійкість положення рівноваги лінійної однорідної системи двох рівнянь із постійними коефіцієнтами.

Нехай $\dot{x}_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2$, $\dot{x}_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2$, де $a_{ij} \in R$. Відомо [1, 2], що тип особливої точки такої системи визначається коренями характеристичного рівняння $\lambda^2 - (a_{11} + a_{22})\lambda + a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = 0$, або

$$\lambda^2 - \mathrm{Sp}A\lambda + \det A = 0. \tag{2}$$

Корінь рівняння (1.2) можна знайти за формулою

14*

$$\lambda_{1,2} = \mathrm{Sp}\,A/2 \pm \sqrt{(\mathrm{Sp}\,A)^2 - \det A}. \qquad (3)$$

Постановка завдання. Розглянути випадки різних комбінацій значень коренів характеристичного рівняння (3) та систематизувати графічні моделі, які їм відповідають.

Основна частина. Розглядають такі випадки комбінації значень.

1) λ_1, λ_2 дійсні, різні й $\lambda_1\lambda_2 > 0$ ($0 < \det A < \left(\frac{\mathrm{Sp}\,A}{2}\right)^2$). Параметричні рівняння траєкторій: $x_1 = C_1 e^{\lambda_1 t}$, $x_2 = C_2 e^{\lambda_2 t}$. Положення рівноваги називається вузлом. Якщо корені λ_1, λ_2 додатні ($\mathrm{Sp}\,A > 0$), то розв'язки будуть необмежено зростати, і особлива точка — нестійкий вузол (рис. 1). Якщо λ_1 и λ_2 від'ємні ($\mathrm{Sp}\,A < 0$), то розв'язки з ростом часу будуть необмежено зменшуватися, тобто положення рівноваги буде асимптотично стійким. Особлива точка - стійкий вузол (рис. 2).

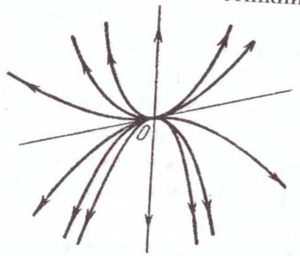


Рис. 1. Нестійкий вузол

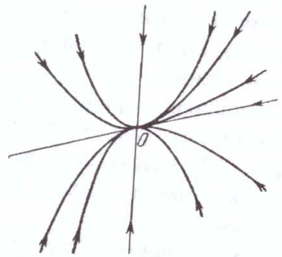


Рис. 2. Стійкий вузол

2) λ_1, λ_2 дійсні й $\lambda_1\lambda_2 < 0$ ($\det A < 0$). У цьому випадку одна із траєкторій завжди буде необмежено зростати, а інша необмежено зменшуватися (рис. 3). Таким чином, сідло завжди нестійке.

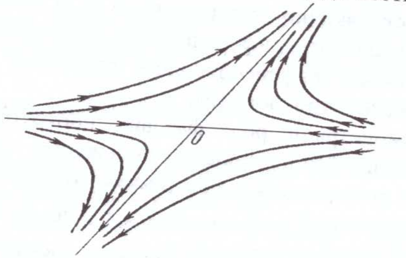


Рис. 3. Нестійке сідло

3) λ_1, λ_2 комплексно-спряжені, але не чисто уявні ($\det A > \left(\frac{\mathrm{Sp}\,A}{2}\right)^2$). Розв'язки в полярних координатах запишуться у вигляді

$r(t) = r_0 e^{\alpha t}$, $\varphi(t) = \beta t + \varphi_0$, де $\lambda_{1,2} = \alpha \pm i\beta$. Якщо $\alpha > 0$ ($\mathrm{Sp}\,A > 0$), то спіралі будуть розкручуватися від особливої точки, і фокус буде нестійким (рис. 4). Якщо $\alpha < 0$ ($\mathrm{Sp}\,A < 0$), то особлива точка — стійкий фокус (рис. 5), причому стійкість асимптотична.

Рис. 4. Нестійкий фокус

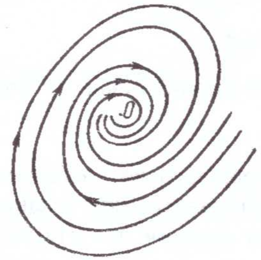


Рис. 5. Стійкий фокус

4) $\lambda_{1,2} = \pm i\beta$ ($\mathrm{Sp}\,A = 0, \det A > 0$). Особлива точка – центр (рис. 6), траєкторії - кола, коли положення рівноваги є стійким, але не асимптотичним.

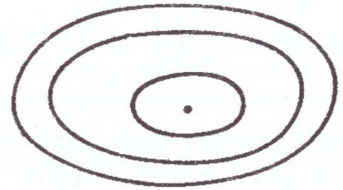


Рис. 6. Положення не асимптотичної стійкої рівноваги

5) $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda \neq 0$. Якщо $\lambda > 0$, то одержуємо нестійкий вузол, або вироджений, або докритичний. Якщо $\lambda < 0$, положення рівноваги буде асимптотично стійким (рис. 7-9).

6) Один з коренів дорівнює нулю (наприклад λ_1). Траєкторіями є прямі, паралельні одна одній. Якщо $\lambda_2 > 0$, то одержуємо пряму нестійких особливих точок. Якщо $\lambda_2 > 0$, то пряма буде містити стійкі особливі точки.

7) Обидва корені дорівнюють нулю. Тоді $x_1 = C_1 + C_2 t$; $x_2 = \frac{1}{a_{12}}(-a_{11}C_1 + C_2 - a_{11}C_2 t)$. Особлива точка нестійка.

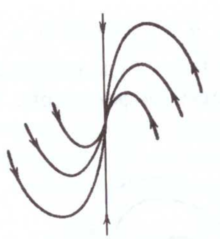


Рис. 7. Стійкий вузол

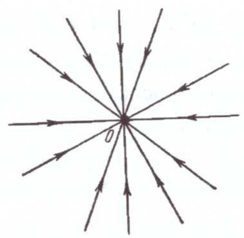


Рис. 8. Вироджений вузол

Рис. 9. Нестійкий вузол

Підсумовуючи, наведемо класифікацію диференціальних рівнянь, фазові портрети яких включають елементи еліпсоподібних кривих. У випадку системи $x' = f(x,y)$; $y' = g(x,y)$ для аналізу фазових портретів слід залучити матрицю $J = \begin{pmatrix} f'_x & f'_y \\ g'_x & g'_y \end{pmatrix}$. Для цього у точці $x = x^*$, $y = y^*$ необхідно обчислити якобіан $D = \det J = f'_x g'_y - f'_y g'_x$, слід якобіанної матриці $T = trJ = f'_x + g'_y$ та знак виразу $T^2 - 4D$. Для матриці J характеристичним є рівняння $\lambda^2 - (f'_x + g'_y)\lambda + (f'_x g'_y - f'_y g'_x) = 0$. В цих позначеннях маємо розв'язки квадратного рівняння $\lambda_{1,2} = \frac{1}{2}\left(T \pm \sqrt{T^2 - 4D}\right)$.

Класифікувати фазові портрети зручно відносно умовної «параболи» $T^2 = 4D$ (рис. 10). А саме, фазовий портрет коливальної системи включатиме еліпсоподібну криву лише за умови $T^2 > 4D$.

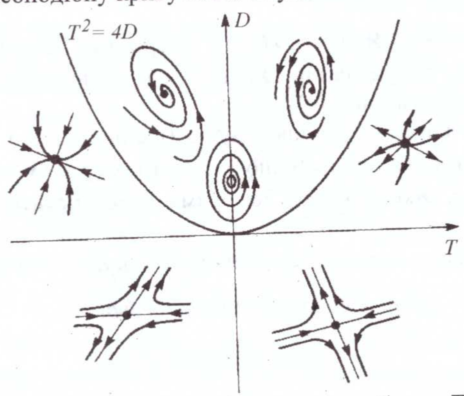


Рис. 10. Фазові портрети відносно «параболи» $T^2 = 4D$

Для практики увагу викликає випадок «невеликих» значень сліду якобіанної матриці *trJ*, коли стійкий фокус обмежуватиме еліпсоподібна крива. Наприклад, в «лінійному» випадку класифікація для системи

рівнянь $x' = ax + by$; $y' = cx + dy$ в характеристичному рівнянні коефіцієнт $a + d$ при λ є «слідом матриці» Tr, а вираз $ad - bc$ визначає детермінант Det.

Крім того, у вигляді $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = C_1 \begin{pmatrix} u_x \\ u_y \end{pmatrix} e^{\lambda_1 t} + C_2 \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} e^{\lambda_2 t}$ відомий розв'язок лінійної системи, де λ_1, λ_2 власні числа матриці $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, і $\begin{pmatrix} u_x \\ u_y \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$ - вектори.

На рис. 11 наведено класифікацію фазових портретів залежно від значень власних чисел матриці *A*.

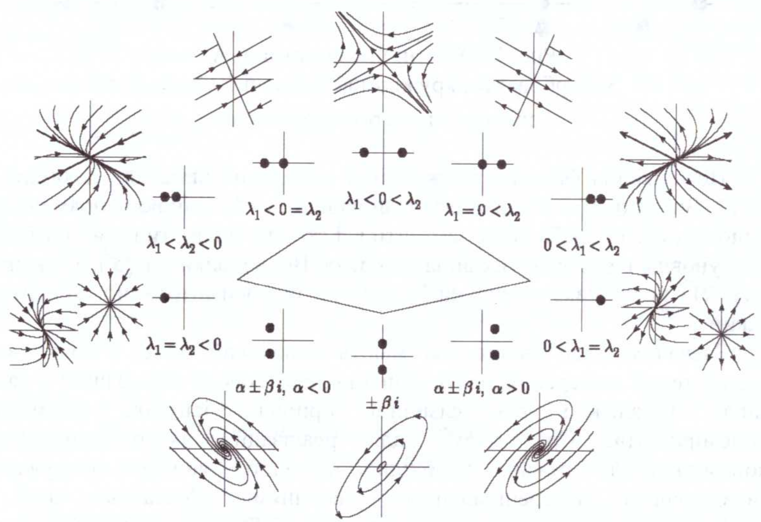


Рис. 11. Форми фазових портретів залежно від значень власних чисел

Так, для подальших досліджень прийнятними будуть випадки лінійної системи рівнянь, для яких власні числа матриці коефіцієнтів будуть однакові і від'ємні. В цьому випадку стійкий фокус можна локалізувати за допомогою еліпса.

Наведемо деякі положення рівноваги в тривимірному просторі. Характеристичне рівняння — кубічне з дійсними коефіцієнтами, воно може мати три дійсних або один дійсний і два комплексно-спряжених корені. Залежно від розташування цих корінь $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ на площині λ можливо 10 "грубих" випадків (рис. 12, 1) - 5) і 1') - 5')) і ряд "вироджених" (рис. 12, 6) - 9)), коли дійсна частина одного з коренів дорівнює нулю або дійсній частині не спряженого з ним кореня. Випадки кратних коренів тут не розглядаються.

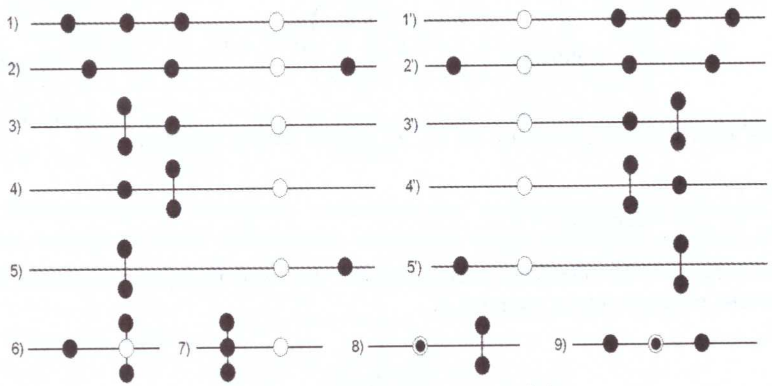


Рис. 12. Власні числа матриці А.
Зафарбованим кружком відзначені $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$,
світлим - початок координат.

Поводження фазових траєкторій у наведених випадках показане на рис. 13. Випадки 1') - 5') виходять із випадків 1) - 5) зміною напрямку осі t, так що на рис. 13 треба лише замінити всі стрілки на протилежні. Стійкість за Ляпуновим в розглянутих випадках така. Всі випадки 1') - 5'), а також 2), 5), 8) і 9) є нестійкими. Випадки 1), 3) і 4) стійкі асимптотично. Випадок 6) стійкий.

Зазначимо, що явища, які мають однаковий опис, з точки зору «якісної теорії диференціальних рівнянь», протікають аналогічно: в таких явищах незалежно від фізичної природи існують «ізоморфні закономірності». При цьому для реалізації такого ізоморфізму закономірностей немає необхідності, щоб явища описувалися співпадаючими диференціальними рівняннями. Достатньо, щоб ці рівняння мали однакову «якісну структуру» розбиття на фазові траєкторії. В цьому полягає цінність геометричного моделювання фазових портретів [6-8].

За останні півтора - два десятки років сильно змінився вигляд якісної теорії звичайних диференціальних рівнянь. Одним з важливих досягнень і темою подальших досліджень є відкриття граничних режимів, які одержали назву атракторів.

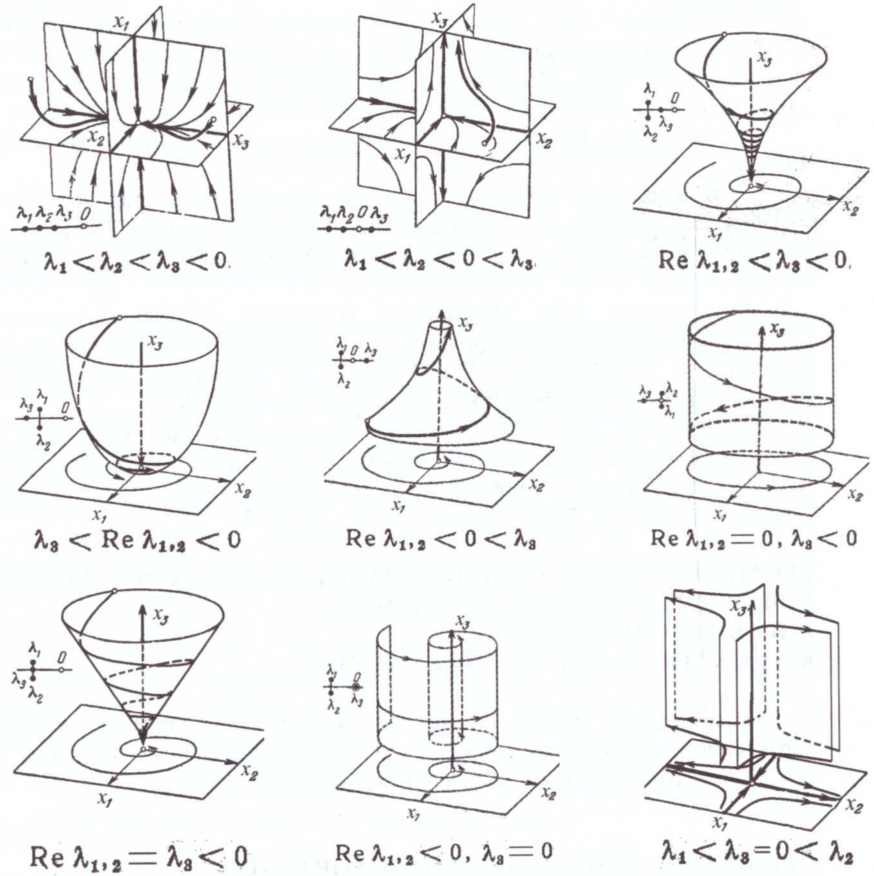


Рис. 13. Пояснення формоутворення фазових кривих
за допомогою поверхонь тривимірного простору.

Висновок. Розглянуті випадки різних комбінацій значень коренів характеристичного рівняння (3) дозволили пояснити і унаочнити характер поводження системи диференціальних рівнянь в точках фазової площини.

Література

1. Кузнецов А. П., Кузнецов С. П., Рыскин Н.М. Нелинейные колебания: Учеб, пособие для вузов.—М.: Издательство физико-математической литературы, 2002 - 292 с.

2. Немыцкий В.В., Степанов В.В. Качественная теория дифференциальных уравнений. Москва-Ижевск, РХД, 2004, 448 с.

3. Андреев А.Ф. Введение в локальную качественную теорию дифференциальных уравнений. С.-Пб, изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003, 159 с.
4. Баутин Н.Н., Леонтович Е.А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. М.: Наука, 1990. 488 с.
5. Ланда П.С. Нелинейные колебания и волны. М.: Физматлит, 1997. 495 с.
6. Куценко Л.М. Визначення області стійкості горизонтального руху корабля на повітряній подушці/ Л.М.Куценко, М.М. Піксасов // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2007. - Вип. 20. – С. 45-52.
7. Куценко Л.М. Визначення критичних значень параметрів нелінійних диференціальних рівнянь за допомогою анімації зображень їх розв'язків / Л.М.Куценко, М.М.Піксасов // Прикладна геометрія і інженерна графіка. – Київ: КНУТД, Вип.78, 2007.-С.33–40
8. Куценко Л.М. Опис роздільних поверхонь, що обмежують у фазовому просторі гілки фазових кривих / Л.М.Куценко, М.М.Піксасов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2008. - Вип. 4. - Т. 38. - С. 21-27.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Кукуруза Д.В., Лисняк А.А., Пиксасов М.М.

Рассмотрены случаи различных комбинаций значений корней характеристического уравнения системы дифференциальных уравнений и приведены графические модели, которые им соответствуют.

GEOMETRIC MODELING OF PHASE PORTRAITS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS AND THEIR CLASSIFICATION

Kukuruza D.V., Lisnyak A.A., Piksasov M.M.

The cases of different combinations of values of the characteristic equation of the system of differential equations and graphical models are associated with them.

УДК 515.2

Легета Я.П.

ОПИС ТА ПОБУДОВА ЗАМКНУТОЇ КРИВОЇ ЗА ЇЇ НАТУРАЛЬНИМ РІВНЯННЯМ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Розглянуто спосіб наближеного опису та побудови замкнутої кривої, заданої натуральним рівнянням, за умови представлення рядом Фур'є підінтегральної функції в її параметричному рівнянні.

Постановка проблеми. Особливість функціонування двох робочих профілів роторно-планетарних машин полягає у тому, що в процесі їх взаємного переміщення здійснюється взаємна обкатка за допомогою планетарного механізму [1]. При цьому можливі варіанти як взаємного проковзування [2], так і (їх) взаємного перекочування [3]. Зрозуміло, що другий варіант є більш прийнятним для практики – тому при виборі геометричної форми контурів робочих профілів необхідно прагнути до того, щоб зазначене перекочування відбувалося без проковзування. Очевидно, що для цього слід забезпечити взаємне спряження кривин двох робочих профілів. Тому при розрахунках буде доцільним застосовувати для опису профільних кривих їх натуральні рівняння [4]. Тобто такі рівняння, які описують кривину профілю залежно від натурального параметра s, який визначає довжину кривої. При взаємному переміщенні одного контуру відносно другого контуру, наприклад, при обкатці за допомогою роторно-планетарного механізму, завдяки натуральним рівнянням цих кривих можна «керувати» процесом їх взаємного дотику.

Аналіз відомих досліджень. Відомо [4], що натуральне рівняння кривої на площині в канонічному вигляді має вигляд

$$\frac{1}{R} = f(s), \quad (1)$$

де R - радіус кола, дотичного до гладкої кривої в певній її точці, а функція $f(s)$ визначає закон зміни залежно від натурального параметра s кривини кривої (тобто величини $k = 1/R$). За означенням, кривиною дуги кривої в точці М називається величина

$$k = \lim_{\Delta s \to 0} \left| \frac{\Delta \alpha}{\Delta s} \right|, \quad (2)$$

де $\Delta\alpha$ - кут між дотичними в точках M і M′ , а Δs - довжина дуги MM′. З використанням похідної формулу (2) можна записати як

$$k = |\dot{\alpha}|, \quad (3)$$

де $\alpha(s)$ - кут повороту дотичної в точці M, що залежить від шляху, пройденого по кривій, $\dot{\alpha}$ - похідна функції $\alpha(s)$ по параметру s.