

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ

**РЕНКАС Андрій Гнатович**

УДК 514.8

**ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБЛАСТЕЙ ПАРАМЕТРІВ  
ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ**

Спеціальність 05.01.01. –  
Прикладна геометрія, інженерна графіка

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Мелітополь - 2005

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті “Львівська політехніка”  
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор  
Мартин Євген Володимирович,  
професор кафедри нарисної  
геометрії та графіки,  
Національний університет “Львівська політехніка”

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор  
Куценко Леонід Миколайович  
професор кафедри пожежної і  
аварійно-рятувальної техніки,  
Академія цивільного захисту України, м. Харків

- кандидат технічних наук  
Гумен Олена Миколаївна  
доцент кафедри нарисної геометрії  
та комп’ютерної графіки  
Національний авіаційний університет, м. Київ

Провідна установа: Національний технічний університет України  
„Київський політехнічний інститут”

Захист відбудеться “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2005 року о \_\_\_ на засіданні  
спеціалізованої вченої ради К 18.819.02 у Таврійській державній агротехнічній  
академії за адресою:

72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, просп. Б.Хмельницького, 18.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Таврійської державної  
агротехнічної академії за адресою:

72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, просп. Б.Хмельницького, 18.

Автореферат розісланий “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2005 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук, доцент \_\_\_\_\_

В.М.Малкіна

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Геометричне моделювання з використанням сучасної обчислювальної техніки створює основу для автоматизації процесу моделювання. При побудові геометричної моделі управління пожежно-рятувальною службою за допомогою методів апроксимації у випадку багатопараметричних просторів виникає потреба в апроксимуючому апараті. В дисертаційному дослідженні в якості такого апарату обрана  $n$ -вимірна поверхня (гіперповерхня) комплексного простору  $K^n$ . До недавнього часу організаційно-управлінські проблеми у пожежно-рятувальній службі, як і в інших областях людської діяльності, розв'язувались в основному з позиції накопиченого досвіду та інтуїції керівників. Однак, сьогодні рівень та складність проблем удосконалення управління виросли настільки, що для їх вирішення необхідні спеціально розроблені наукові методи, багато з яких пов'язані з математичним та геометричним моделюванням при використанні комп'ютерної техніки.

Сучасний стан прикладної геометрії та комп'ютерної графіки надає можливості реалізовувати комплексний підхід до наукового обґрунтування засад підвищення ефективності управління підрозділами пожежно-рятувальної служби.

Теоретичною базою для проведення досліджень послужили праці провідних вітчизняних та зарубіжних учених: Ю.І. Бадаєва, В.Д. Борисенка, К.І. Валькова, В.В. Ваніна, В.М. Верещаги, В.Я. Волкова, С.М. Грибова, М.С. Гумена, І.С. Джапарідзе, С.М. Ковальова, Ю.М. Ковальова, В.М. Ком'як, В.М. Корчинського, І.І. Котова, Л.М. Куценка, Є.В. Мартина, В.Є. Михайленка, А.В. Найдиша, В.М. Найдиша, В.М. Несвідоміна, В.С. Обухової, В.В. Откидача, А.В. Павлова, С.Ф. Пилипаки, О.Л. Підгорного, А.М. Підкоритова, В.О. Плоского, Г.В. Реви, М.М. Романичева, К.О. Сазонова, І.А. Скидана, Є.С. Федорова, П.В. Філіппова, С.А. Фролова, В.Ю. Юркова, В.П. Юрчука, В.І. Якуніна та інших.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконується в узгодженні з науковими програмами кафедри нарисної геометрії та графіки Інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національного університету "Львівська політехніка" та Розпорядження ГУДПО МВС України № 13 від 26 квітня 2001 року „Щодо проведення наукових досліджень з актуальних проблем діяльності Державної пожежної охорони”, “Програми забезпечення пожежної безпеки на період до 2010 року”, яка затверджена Постановою Кабінету Міністрів України № 870 від 1 липня 2002 року, а також „Комплексної програми розвитку системи зв'язку, оповіщення та інформатизації МНС на 2004-2010 роки”, яка введена в дію Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 109 від 4 березня 2004 року.

**Мета дослідження.** Розробити геометричні моделі областей параметрів у багатовимірних просторах різної природи з використанням комплексних чисел щодо розв'язання задач функціонування багатопараметричних динамічних систем.

*Об'єкт дослідження* – області параметрів динамічних систем.

*Предмет дослідження* – моделювання системи управління підрозділами пожежно-рятувальної служби засобами прикладної геометрії.

**Задачі дослідження.** Для досягнення поставленої в дисертаційній роботі мети необхідно розв'язати такі теоретичні та прикладні задачі геометричного моделювання:

- провести аналіз та вибір координатних систем щодо подання багатовидів у комплексному  $K^n$  та евклідовому  $E^n$  просторах;
- дослідити характер багатовидів різної розмірності як моделей функціональної залежності комплексних і дійсних змінних параметрів;
- розробити геометричні засоби щодо подання гіперповерхонь як геометричних моделей залежностей двох комплексних параметрів;
- запропонувати модель формування геометричних моделей залежностей кількох комплексних параметрів;
- розробити геометричні та комп'ютерні засоби наочного подання багатовидів простору  $K^2$ ;
- дослідити характер багатовидів комплексного простору як замкнених так і розімкнених областей параметрів динамічних систем;
- удосконалити способи формування багатовимірних областей параметрів динамічних пожежобезпечних систем;
- розробити засоби дослідження поведінки динамічних систем з урахуванням часу критичного стану;
- здійснити впровадження одержаних результатів у практику прогнозування поведінки динамічних пожежобезпечних систем.

**Наукову новизну** роботи складають: проведений порівняльний аналіз і досліджені властивості ортогональних та афінних креслень простору  $K^n$  як узагальнення багатовимірного евклідового простору  $E^n$ ; встановлені особливості формування  $I$ -багатовидів простору  $K^2$  як елементів областей параметрів динамічних систем; розроблені засоби подання багатовидів як моделей основних тригонометричних та використання їх для формування сфер комплексного простору; встановлені та досліджені особливості формування замкнених областей багатовидів на прикладі сфер комплексного простору для випадку двох комплексних змінних; запропоновані геометричні засоби формування областей дійсних і комплексних параметрів пожежобезпечних систем; запропонована і досліджена геометрична модель прогнозування стійкості динамічної системи з урахуванням часу настання критичної ситуації.

**Вірогідність результатів досліджень** підтверджується коректністю теоретичного аналізу, зіставленням результатів з даними, що опубліковані у літературі, результатів геометричного моделювання окремих управлінських рішень у порівнянні з традиційними підходами, які використовуються у підрозділах та при

експлуатації установок нафтохімічного синтезу, що являються об'єктом цього дослідження.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практична цінність роботи полягає у підвищенні ефективності автоматизованого аналізу управлінських рішень, алгоритмічною базою яких є розроблені геометричні моделі, і складається з таких компонентів: економії обчислювальних ресурсів, необхідних для прийняття управлінських рішень; підвищення достовірності та виправданості прийнятих рішень з можливістю їх контролю і пов'язаною з цим оптимізацією обсягів обчислювальних ресурсів; економії фінансових та людських витрат при впровадженні спроектованих систем прийняття управлінських рішень.

Програмне забезпечення передано до Управління МНС України в Тернопільській області для впровадження в діяльності загону державної пожежної охорони м. Тернополя, а також до відкритого акціонерного товариства „Нафтопереробний завод „Галичина” у м. Дрогобичі Львівської області для забезпечення безпечної діяльності установок нафтохімічного синтезу.

**Особистий внесок здобувача.** Автором особисто розроблені геометричні моделі прийняття управлінських рішень в підсистемах організації профілактичного нагляду з питань попередження та гасіння пожеж, а також виникнення небезпечних ситуацій при експлуатації установок нафтохімічного синтезу. Конкретний внесок у наукових публікаціях із співавторами полягає у розв'язанні поставлених задач, їх формалізації, розробці програм розрахунків на ПЕОМ.

**Апробація результатів дисертаційних досліджень.** Основні результати було доведено та обговорено на: на V міжнародній науково-практичній конференції “Пожежна безпека – 2001” (м. Львів, 2001 рік); двох наукових конференціях професорсько-викладацького складу Інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національного університету “Львівська політехніка” (м. Львів, 2002, 2003 роки); Десятій Всесвітній конференції з геометрії та графіки (м. Київ, 2002 рік); V міжнародній конференції по математичному моделюванню (м. Херсон, 2002 рік); 7-й та 8-й Міжнародних конференціях „Сучасні проблеми геометричного моделювання” (м. Мелітополь, 2003, 2004 роки); на науково-практичній конференції „Пожежна безпека” (м. Харків, 2003 рік); на Міжнародній конференції „Сучасні проблеми геометричного моделювання” (м. Львів, 2003 рік); Першій науково-практичній конференції „Геометричне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн” (м. Сімферополь, 2004 рік).

**Публікації.** Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані у 19 роботах, з яких 10 статей у збірках наукових праць, 5 – доповіді у збірках наукових конференцій та 4 – тези доповідей.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, додатків. Вона містить 137 сторінок тексту, 108 найменувань бібліографії, 48 рисунків.

## ВИСНОВКИ

У дисертації приведені результати розроблення геометричних засобів подання багатовидів різної розмірності, зокрема, основних геометричних функцій стосовно формування сфер комплексного простору як замкнених областей параметрів динамічних систем. При цьому одержані наступні теоретичні результати, що мають наукову і практичну цінність:

1. Вивчено властивості ортогональних та афінних креслень щодо подання багатовидів комплексного простору.

2. Досліджено і встановлено способи визначення розмірності  $I$ -багатовидів як елементів областей параметрів комплексного простору.

3. Розроблено геометричні засоби подання прямих і зворотних функціональних залежностей комплексних параметрів.

4. Запропоновані геометричні засоби подання основних тригонометричних функцій комплексного аргументу і досліджені їх властивості при різних значеннях комплексної амплітуди.

5. Вірогідність отриманих результатів підтверджено шляхом побудови комп'ютерних моделей основних тригонометричних функцій з можливістю одержання наочних зображень комплексних дійсних та уявних підпросторах різної розмірності.

6. Використання графічних та комп'ютерно-графічних моделей із застосуванням розробленої програми „Cosinus4D” дозволяє наочно впевнитись у достовірності аксонометричних та проєкційних зображень багатовидів та гіперповерхонь чотиривимірного комплексного простору, а також виявити особливості багатовидів окремих координатних комплексних підпросторів.

7. Одержані рівняння сфер комплексного простору при дійсних, уявних та комплексних значеннях радіуса, досліджені їх форма і властивості окремих перерізів комплексними підпросторами, та визначені частинні перерізи сфер як замкнені області комплексного простору.

8. Запропоновано геометричну інтерпретацію аналітичності сфер комплексного простору та їх відповідності умовам Коші-Рімана для випадку двох комплексних змінних.

9. Проаналізовано способи та запропоновано геометричні засоби раціонального подання багатовидів як геометричних моделей сфер комплексного простору.

10. До захисту дисертації здійснено впровадження в підрозділах пожежно-рятувальної служби та у галузі нафтопереробної промисловості, у навчальному процесі при викладанні дисциплін інформатики, геометричного моделювання у Львівському інституті пожежної безпеки МНС України та Української академії друкарства.

11. Подальше спрямування розвитку геометричних засобів подання гіперповерхонь та багатовидів комплексного простору дозволить розширити клас систем з комплексними параметрами, які досліджуються.

### Список опублікованих праць за темою дисертації

1. Гумен М.С., Мартин Є.В., Ренкас А.Г. Сфери комплексного простору // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2002. - Вип.71. – С. 37-40.

2. Мартин Є.В., Ренкас А.Г. Геометричні аспекти удосконалення управління протипожежною службою // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – Вип.4, т.13.– С. 61-65.

3. Ренкас А.Г. Графічні моделі  $n$ -просторів // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. – К.:КНУБА, 2002. – Вип.71. – С.219-223.

4. Ренкас А.Г. Застосування геометричних засобів для підвищення ефективності діяльності пожежної охорони//Пожежна безпека - 2001. 36. наукових праць. – Львів: Сполом, 2001.–С. 126-127.

5. Мартин Є.В., Ренкас А.Г. Графічна інтерпретація деяких тригонометричних функцій комплексного аргументу // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2002. – Вип.4, т.15.–С. 35-38.

6. Мартин Є.В., Ренкас А.Г. Відображення тригонометричних функцій у комплексному просторі//Вестник Херсонского государственного технического университета.– Херсон: ХГТУ, 2002.–Вып.2 (15).–С.305-308.

7. Мартин Є.В., Ренкас А.Г. Взаємозв'язок геометричних моделей багатовидів гіперповерхонь  $n$ -просторів // Наукова конференція проф.-викладацького складу Інституту математики та фундаментальних наук: Тези доповідей. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2002. – С. 66.

8. Gumen M.S., Martyn E.V., Renkas A.G. Graphic representation of the multikinds of the complex space  $K^4$ . // 10-та Всесвітня конференція з геометрії та графіки. – К.:КНУБА, 2002. – Том 1. – С. 149-151.

9. Ренкас А.Г.  $n$ -вимірні простори для формування моделі управління пожежною охороною // Наукова конференція проф.-викладацького складу Інституту прикладної математики та фундаментальних наук: Тези доповідей. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2002. – С. 91.

10. Мартин Є.В., Ренкас А.Г. Взаємозв'язок комплексних і дійсних параметрів у просторі  $K^4$  // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2002. – Вип.4, т.17. – С. 43-46.

11. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Формування областей параметрів пожежебезпечних комплексів // Пожежна безпека. Збірник наукових праць/ЛПБ, УкрНДІПБ МВС України. – Львів: Сполом, 2002. – Вип.2. – С. 137-141.

12. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Визначення областей раціональної діяльності пожежної охорони // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. – К.:КНУБА, 2003. – Вип.72. – С. 142-145.

13. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Формування областей параметрів функціонування пожежебезпечного комплексу // Пожарная безопасность – 2003: Матеріали VI науч.-практ.конф. – Харків: АПБУ, 2003.–С.377-379.

14 *Гумен М.С., Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Подання областей параметрів пожежебезпечних систем багатовидами // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. – К.:КНУБА, 2003. – Вип.73. –С.45-50.

15. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Графічна інтерпретація многовидів  $n$ -просторів//Наукова конференція проф.-викладацького складу Інституту прикладної математики та фундаментальних наук: Тези доповідей. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2003. – С. 91.

16. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Раціональне конструювання пожежебезпечних зон багатовидами  $n$ -вимірних просторів // Сучасні проблеми геометричного моделювання: Праці НУ “Львівська політехніка” (спецвипуск): Матеріали міжнар.наук.-практ.конф. / Національний університет “Львівська політехніка”. – Львів, 2003. – С. 182-184.

17. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Багатовиди як границі областей параметрів у просторах  $E^n$  та  $K^n$  // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2003. – Вип. 4, т. 21. – С. 33-37.

18 *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Визначення областей параметрів динамічної системи управління пожежною охороною // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2004. – Вип. 4, т. 24. – С. 46-50.

19 *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Геометрична інтерпретація динамічних пожежебезпечних систем // Сборник научных трудов: Межведомственный научно-технический сборник. Спецвыпуск. – К.:Випол, 2004. – С.186-189.

## Анотації

**Ренкас А.Г. Геометричне моделювання областей параметрів динамічних систем.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка. – Таврійська державна агротехнічна академія, Мелітополь, Україна, 2005.



Захищається дисертація і 19 наукових праць, у яких досліджується властивості ортогональних та афінних креслень простору  $K^n$  як узагальнення багатовимірного евклідового простору  $E^n$ , розроблені засоби подання багатовидів як моделей основних тригонометричних функцій комплексного аргументу та використання їх для формування сфер комплексного простору. Дослідження проводилися для розроблення геометричних засобів подання прямих і зворотних функціональних залежностей комплексних параметрів. Запропоновані геометричні засоби подання основних тригонометричних функцій комплексного аргументу і досліджені їх властивості при різних значеннях комплексної амплітуди. Застосування комп'ютерної програми „Cosinus4D” дозволяє наочно впевнитись у достовірності аксонометричних та проєкційних зображень багатовидів та гіперповерхонь чотиривимірного комплексного простору. Практичне значення роботи полягає у спроможності на її теоретичній базі досліджувати динаміку розвитку системи з можливістю прогнозування часу настання критичних ситуацій, використовуючи розбиття комплексного простору параметрів системи на області з подібним якісним станом системи. Результати досліджень у підрозділах пожежно-рятувальної служби м. Тернополя, на НПК „Галичина” м. Дрогобича, а також в навчальний процес Львівського інституту пожежної безпеки і на кафедрі інженерної механіки Української академії друкарства (м. Львів)

Ключові слова: багатовид, багатовимірний простір, багатопараметрична система, гіперповерхні, комплексний простір, функція комплексного аргументу.

**Ренкас А.И. Геометрическое моделирование областей параметров динамических систем.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.01.01 – Прикладная геометрия, инженерная графика. – Таврическая государственная агротехническая академия, Мелитополь, Украина, 2005.

Защищается диссертация и 19 научных работ, в которых исследуются ортогональные и аффинные чертежи пространства  $K^n$  как обобщение многомерного евклидового пространства  $E^n$ , установленные особенности формирования  $l$ -многообразий пространства  $K^2$  как элементов областей параметров динамических систем, разработаны средства подачи многообразий как моделей основных тригонометрических функций комплексного аргумента и использование их для формирования сфер комплексного пространства. Исследования проводились для разработки геометрических средств подачи прямых и обратных функциональных зависимостей комплексных параметров. Предложены геометрические средства подачи основных тригонометрических функций комплексного аргумента и исследованы их свойства при различных значениях комплексной амплитуды. Использование графических и компьютерно-графических моделей с помощью разработанной программы „Cosinus4D” разрешает наглядно убедиться в

достоверности аксонометрических и проекционных изображений многообразий и гиперповерхностей четырехмерного комплексного пространства, а также выявить особенности многообразий отдельных координатных комплексных подпространств. Полученные уравнения сфер комплексного пространства при действительных, мнимых и комплексных значениях радиуса, исследованы их форма и свойства отдельных сечений комплексными подпространствами, определены частичные сечения сфер как замкнутые области комплексного пространства. Проанализированы способы и предложены геометрические средства рациональной подачи многообразий как геометрических моделей сфер комплексного пространства. Практическое значение работы состоит в возможности на ее теоретической базе исследовать динамику развития системы с возможностью прогнозирования времени наступления критических ситуаций, используя разбивку комплексного пространства параметров системы на области с подобным качественным станом системы. Результаты внедрены в подразделениях пожарной-спасательной службы г. Тернополя, на нефтеперерабатывающем комплексе «Галичина» в г. Дрогобыч Львовской области, а также в учебном процессе Львовского института пожарной безопасности и кафедры инженерной механики Украинской академии печати (г. Львов).

Дальнейшим направлением исследований являются: развитие геометрических средств подачи гиперповерхностей и многообразий комплексного пространства, что даст возможность расширить класс систем с комплексными параметрами, которые исследуются.

Ключевые слова: многообразие, многомерное пространство, многопараметрическая система, гиперповерхности, комплексное пространство, функция комплексного аргумента.

**Renkas A.G. Geometrical modeling of areas of parameters of dynamic systems.** - Manuscript.

The thesis on competition of a scientific degree of Cand.Tech.Sci. on a speciality 05.01.01 - Applied geometry, engineering graphics. - Taurian state agrotechnical academy, Melitopol, Ukraine, 2005.

The thesis and 19 scientific works in which orthogonal and affine drawings of space  $K^n$  as generalization multivariate euclid's spaces  $E^n$  are investigated is protected, means of submission of varieties as models of the basic trigonometrical functions of complex argument and their use for formation of spheres of complex space are developed. Researches were spent for development of geometrical means of submission of direct and return functional dependences of complex parameters. Geometrical means of submission of the basic trigonometrical functions of complex argument are offered and their properties are investigated at various values of complex amplitude. Using of the computer program "Cosinus4D" allows to convince of reliability of axonometrical and projective images of varieties and hypersurfaces of four-dimensional complex space evidently. Practical value of researches will consist in an opportunity on its theoretical base to

investigate of dynamics of system development with an opportunity of forecasting of time of emergency situations approach, using breakdown of complex space of parameters of system on area with similar qualitative condition of systems. Results of research are introduced in divisions of fire - saving service of Ternopol, on ORK "Galichina" (Drogobych), and also in educational process of the L'viv fire safety institute and faculty of engineering mechanics of the Ukrainian academy of printing s (L'viv).

Key words: variety, multivariate space, multiparameter system, hypersurfaces, complex space, function of complex argument.