

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ

**РЕНКАС Андрій Гнатович**

УДК 514.18

**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”, м. Львів

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”  
кафедра нарисної геометрії, інженерної і машинної графіки,  
Міністерства освіти і науки України, м. Київ

Захист відбудеться “\_\_” \_\_\_\_\_ 2005 року о \_\_\_\_ годині на засі-  
данні 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

В.М.Малкіна

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Під час побудови геометричної моделі областей параметрів динамічних систем за допомогою методів апроксимації у випадку багатопараметричних просторів виникає потреба в апроксимуючому апараті. В дисертаційному дослідженні в якості такого апарату вибрана  $n$ -вимірна поверхня (гіперповерхня) комплексного простору  $K^n$ . Рівень та складність проблем удосконалення управління зросли настільки, що для їх вирішення необхідні спеціально розроблені наукові методи, багато з яких пов'язані з математичним та геометричним моделюванням з використанням комп'ютерної техніки.

Теоретичною базою для досліджень послужили праці провідних вітчизняних та зарубіжних учених: Ю.І. Бадаєва, В.Д. Борисенка, В.В. Ваніна, В.М. Верещаги, В.Я. Волкова, С.М. Грибова, М.С. Гумена, І.С. Джапарідзе, Г.С. Іванова, 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.С. Обухової, А.В. Павлова, С.Ф. Пилипаки, О.Л. Підгорного, А.М. Підкоритова, К.О. Сазонова, І.А. Скидана, Є.С. Федорова, П.В. Філіппова, С.А. Фролова, А.Н. Хомченка та інших.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана в узгодженні з науковими програмами кафедри нарисної геометрії та графіки Інституту прикладної математики та фундаментальних наук НУ “Львівська політехніка” та Розпорядженням ГУДПО МВС України № 13 від 26.04.01 “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 01.07.02.

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

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

- здійснити аналіз і вибір координатних систем щодо подання багатовидів у комплексному  $K^n$  та евклідовому  $E^n$  просторах та дослідити характер багатовидів різної розмірності як моделей функціональної залежності комплексних і дійсних змінних параметрів;
- розробити геометричні засоби щодо подання багатовидів як геометричних моделей залежностей комплексних параметрів та запропонувати нові геометричні моделі залежностей кількох комплексних параметрів;
- розробити геометричні та комп'ютерні засоби наочного подання багатовидів простору  $K^2$  та дослідити характер багатовидів комплексного простору як замкнених, так і розімкнених областей параметрів динамічних систем;
- удосконалити способи формування багатовимірних областей параметрів динамічних пожежобезпечних систем та розробити засоби дослідження поведінки динамічних сис-

тем з урахуванням часу настання критичного стану; здійснити впровадження одержаних результатів у практику прогнозування поведінки динамічних пожежобезпечних систем.

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

*Предмет дослідження* – багатовиди для моделювання областей параметрів пожежобезпечних систем.

**Методи дослідження.** Для розв'язання поставлених у дисертаційній роботі задач використано методи нарисної, аналітичної та прикладної багатовимірної геометрії евклідового та комплексного простору, теорії поверхонь, методи системного аналізу, математичного та геометричного моделювання.

**Наукова новизна** роботи полягає у такому:

розвинено системний підхід до розроблення геометричних моделей просторів різної розмірності;

вперше досліджена проблема подання багатовидів евклідового і комплексного просторів з використанням комплексних і афінних креслень, що дало змогу ввести обмеження на їх застосування для розв'язання конкретних багатопараметричних задач;

встановлено особливості формування функціями комплексної змінної та зворотними до них  $l$ -багатовидів простору  $K^2$  як елементів областей параметрів динамічних систем;

вперше розроблено геометричні засоби у вигляді комплексних та аксонометричних проєкцій подання багатовидів як моделей основних тригонометричних функцій комплексного простору щодо формування сфер комплексного простору;

вперше на основі розроблених у роботі геометричних моделей замкнених і розімкнених областей комплексного простору запропоновано засоби побудови областей параметрів динамічних систем для таких практичних задач:

- формування геометричними засобами областей дійсних і комплексних параметрів пожежобезпечних систем;

- запропонована і досліджена геометрична модель прогнозування стійкості динамічної системи з урахуванням часу настання критичної ситуації.

**Обґрунтованість і достовірність результатів досліджень** підтверджується коректністю теоретичного аналізу, зіставленням результатів з даними, що опубліковані у літературі, результатів геометричного моделювання окремих управлінських рішень порівняно з традиційними підходами.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практична цінність роботи полягає у підвищенні ефективності автоматизованого аналізу стану багатопараметричних систем, алгоритмічною базою яких є розроблені геометричні моделі, і складається з таких компонентів: економії обчислювальних ресурсів, необхідних для прийняття рішень; підвищення достовірності та обґрунтування прийнятих рішень з можливістю їх контролю; економії фінансових та людських ресурсів у разі експлуатації спроектованих систем.

Результати досліджень впроваджені в Управлінні МНС України в Тернопільській області для використання в діяльності загону державної пожежної охорони м. Тернополя та у ВАТ НПК "Галичина" у м. Дрогобич Львівської області для забезпечення безпечної

діяльності установок нафтохімічного синтезу, а також в навчальний процес Львівського інституту пожежної безпеки і кафедри інженерної механіки Української академії друкарства (м. Львів).

**Особистий внесок здобувача.** Автором особисто розроблено геометричні моделі прийняття управлінських рішень в підсистемах організації профілактичного нагляду з питань запобігання та гасіння пожеж, а також виникнення небезпечних ситуацій під час експлуатації установок нафтохімічного синтезу. Конкретний внесок у наукових публікаціях із співавторами полягає у розв'язанні поставлених задач, їх формалізації, розробленні програм розрахунків на ПЕОМ. У роботах, написаних у співавторстві, дисертантові належить: [1] – розглянуто геометричні аспекти формування сфер у комплексному просторі  $K^n$ ; [2] – розглянуто деякі геометричні аспекти підвищення ефективності діяльності багатопараметричних пожежобезпечних систем; [4,5,6] – показана доцільність графоаналітичного відображення тригонометричних функцій у чотиривимірному комплексному просторі; [7] – запропоновано засоби визначення безпечної та небезпечної зон параметрів динамічної пожежобезпечної системи; [8,16] – розглянуто проблеми визначення областей раціональної діяльності пожежної охорони та розв'язані питання подання багатовидів  $n$ -вимірних просторів стосовно формування областей безпечних параметрів; [9,17,18] – розглянуто особливості подання областей параметрів у просторах вищих розмірностей; [10,19] – досліджено засоби конструювання областей параметрів у евклідових та комплексних  $n$ -вимірних підпросторах та просторах як робочих зон динамічних систем; [12,13,15] – розглянуто особливості формування аксонометричних зображень багатовидів  $n$ -просторів.

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

**Публікації.** Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані у 19 роботах, з них 10 у збірках, які рекомендовані ВАК України, 5 – доповіді у збірках наукових конференцій та 4 – тези доповідей.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, п'ятьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 132 назв, додатків. Вона містить 131 сторінку тексту, 46 рисунків.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язано наукову задачу розроблення геометричних засобів подання багатовидів різної розмірності, зокрема, основних тригонометричних функцій стосовно формування сфер комплексного простору як замкнених областей параметрів динамічних систем. Одержано такі теоретичні результати, що мають наукову і практичну цінність:

1. Проаналізовано властивості ортогональних та афінних креслень щодо подання багатовидів комплексного простору, який показав, що використання геометричних засобів дає змогу здійснювати геометричне моделювання об'єктів, процесів та явищ з використанням їх наочних зображень та проєкцій.

2. Досліджено і встановлено способи визначення розмірності  $I$ - багатовидів як елементів границь областей параметрів комплексного простору, що забезпечують побудову гіперповерхонь та багатовидів просторів вищих розмірностей.

3. Розроблено геометричні засоби подання прямих і зворотних функціональних залежностей комплексних параметрів щодо застосування для дослідження стійкості динамічних систем.

4. Вперше запропоновано і розроблено геометричні засоби подання основних тригонометричних функцій комплексного аргументу та досліджені їх властивості при значеннях амплітуд у вигляді чисел різної розмірності щодо їх використання для формування замкнених областей комплексного простору.

5. Достовірність підтверджується формуванням комп'ютерних моделей багатовидів комплексного простору з можливістю одержання їх наочних зображень у дійсних та комплексних підпросторах різної розмірності, що підтвердило коректність розрахунків та адекватність покладених в основу математичних моделей.

6. Достовірність аксонометричних та проєкційних зображень багатовидів та гіперповерхонь чотиривимірного комплексного простору, а також виявлення особливостей багатовидів окремих координатних комплексних підпросторів наочно підтверджується використанням графічних та комп'ютерно-графічних моделей із застосуванням розробленої програми "Cosinus4D".

7. Одержано рівняння сфер комплексного простору при дійсних, уявних та комплексних значеннях радіуса, що дало змогу дослідити їх форму і властивості окремих перерізів комплексними підпросторами та визначити частинні перерізи сфер як замкнених областей комплексного простору.

8. Запропоновано геометричну інтерпретацію аналітичності сфер комплексного простору та їх відповідності умовам Коші-Рімана для двох комплексних змінних, що дає змогу виділяти замкнені області окремих підпросторів комплексного простору.

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

комплексного простору для формування областей безпечних параметрів динамічних пожежобезпечних систем.

Подальший розвиток геометричних засобів подання гіперповерхонь та багатовидів комплексних просторів вищої розмірності сприятиме розширенню класу багатопараметричних систем з комплексними параметрами різної природи.

Практичне значення дисертації підтвержене впровадженнями у підрозділах пожежно-рятувальної служби та у галузі нафтопереробної промисловості, а також у навчальний процес при викладанні дисциплін комп'ютерної графіки, геометричного моделювання у Львівському інституті пожежної безпеки МНС України та Українській академії друкарства.

## Список опублікованих праць за темою дисертації

### Основні публікації

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. (Особисто автором розглянуті геометричні аспекти формування сфер комплексного простору  $K^n$ ).

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. (Особисто автором розглянуті деякі геометричні аспекти підвищення ефективності діяльності багатопараметричних систем).

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. 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. (Особисто автором показана доцільність графоаналітичного відображення тригонометричних функцій у чотиривимірному комплексному просторі з використанням частинних графіків комплексних функцій дійсної змінної).

5. 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. (Особисто автором одержані рівняння та подана графоаналітична інтерпретація синуса комплексного аргументу).

6. 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. (Особисто автором встановлено способи визначення розмірності  $I$ - багатовидів як елементів границь областей параметрів комплексного простору для двох комплексних змінних параметрів).

7. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Визначення областей раціональної діяльності пожежної охорони // “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. – К.:КНУБА, 2003. – Вип.72. – С. 142 – 145. (Особисто автором запропоновано засоби визначення безпечної та небезпечної зон параметрів динамічної пожежобезпечної системи).

8. *Гумен М.С., Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Подання областей параметрів пожежобезпечних систем багатовидами // “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. – К.:КНУБА, 2003. – Вип.73. –С.45 – 50. (Особисто автором запропоновано подання геометричної моделі динамічної системи багатовидом  $n$ -вимірного простору при наявності змінних параметрів).

9. *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. (Особисто автором проведений порівняльний аналіз багатовидів як геометричних моделей областей параметрів у просторах  $E^n$  та  $K^n$ ).

10. *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. (Особисто автором запропонована геометрична модель областей параметрів динамічної системи з урахуванням часу настання критичного стану).

### Додаткові публікації

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

12. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Взаємозв’язок геометричних моделей багатовидів та гіперповерхонь  $n$ -просторів // Наукова конференція професорсько-викладацького складу Інституту прикладної математики та фундаментальних наук: Тези доповідей. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2002. – С. 66. (Особисто автором проаналізовані особливості подання багатовидів та гіперповерхонь багатовимірних просторів різної природи).

13. *Гумен М.С., Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* 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. (Особисто автором проаналізовані геометричні засоби подання основних тригонометричних функцій простору  $K^4$ ).



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

15. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Формування областей параметрів пожежобезпечних комплексів // Пожежна безпека. Збірник наукових праць // ЛПБ, УкрНДПБ МВС України. – Львів: Сполом, 2002. – Вип.2. – С. 137 – 141. (Особисто автором показана доцільність використання *I*-багатовидів простору  $E^2$  та  $K^2$  для формування областей параметрів пожежобезпечних комплексів).

16. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Формування областей параметрів функціонування пожежобезпечного комплексу // Пожарная безопасность – 2003: Матеріали VI науч.-практ. конф. – Харьков: АПБУ, 2003.–С.377 – 379. (Особисто автором показана можливість подання областей параметрів гіперциліндрами комплексного простору).

17. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Графічна інтерпретація багатовидів *n*-просторів // Наукова конференція професорсько-викладацького складу Інституту прикладної математики та фундаментальних наук: Тези доповідей. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2003. – С. 91. (Особисто автором проаналізовано використання *I*-багатовидів при конструюванні областей параметрів *n*-просторів).

18. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Рациональне конструювання пожежобезпечних зон багатовидами *n*-вимірних просторів // Сучасні проблеми геометричного моделювання: Праці НУ “Львівська політехніка” (спецвыпуск): Матеріали міжнародної науково-практичної конференції / Національний університет “Львівська політехніка”. – Львів, 2003. – С. 182 – 184. (Особисто автором запропоновані засоби формування областей робочих параметрів багатовидами *n*-вимірних просторів).

19. *Мартин Є.В., Ренкас А.Г.* Геометрична інтерпретація динамічних пожежобезпечних систем // Сборник научных трудов: Межведомственный научно-технический сборник. Спецвыпуск. – К.:Випол, 2004. – С.186 – 189. (Особисто автором запропонований спосіб визначення напрямку осей комплексного простору для подання комплексного гіперциліндра).

### Анотація

**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 досліджуються властивості ортогональних та афінних креслень простору  $K^n$  як узагальнення багатовимір-

ного евклідового простору  $E^n$ , розроблено засоби подання багатовидів як моделей основних тригонометричних функцій комплексного аргументу та використання їх для формування сфер комплексного простору. Дослідження виконували для розроблення геометричних засобів подання прямих і зворотних функціональних залежностей комплексних параметрів. Запропоновано геометричні засоби подання основних тригонометричних функцій комплексного аргументу і досліджено їх властивості для різних значень комплексної амплітуди. Застосування комп'ютерної програми "Cosinus4D" дало змогу 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 впроваджені 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.

#### Анотація

**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 решается научная задача разработки геометрических средств подачи многообразий разной размерности, в частности, основных тригонометрических функций для формирования сфер комплексного пространства как замкнутых областей параметров динамических систем. Научная новизна работ: получил дальнейшее развитие системный подход к разработке геометрических моделей пространств разной размерности; впервые исследована проблема подачи многообразий евклидового и комплексного пространств с использованием комплексных и аффинных чертежей, которая разрешила ввести ограничение на их применение в решении конкретных многопараметрических задач; установлены особенности формирования функциями комплексной переменной и обратными к ним  $l$ -многообразий пространств  $K^2$  как элементов областей параметров динамических систем; впервые разработаны геометрические средства в виде комплексных и аксонометрических проєкций подачи многообразий как моделей основных тригонометрических функций комплексного пространства относительно

формирования сфер комплексного пространства; впервые на основе разработанных в диссертационной работе геометрических моделей замкнутых и разомкнутых областей комплексного пространства предложены средства построения областей параметров динамических систем для следующих практических задач: формирования геометрическими средствами областей действительных и комплексных параметров пожаробезопасных систем; предложена и исследована геометрическая модель прогнозирования устойчивости динамической системы с учетом времени наступления критической ситуации.

В работах исследованы ортогональные и аффинные чертежи пространства  $K^n$  как обобщение многомерного евклидова пространства  $E^n$ , проанализированы свойства ортогональных и аффинных чертежей в отношении подачи многообразий комплексного пространства, что показало, что использование геометрических средств разрешает производить геометрическое моделирование объектов, процессов и явлений с использованием наглядных изображений и их проекций. Рассмотрены 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 с целью 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 исследовать особенности многообразий отдельных координатных комплексных подпространств. Выведены уравнения сфер комплексного пространства при действительных, мнимых и комплексных значениях радиуса, исследованы их формы и свойства отдельных сечений комплексными подпространствами, определены частичные сечения сфер как замкнутые области комплексного пространства. Проанализировано способы и предложено 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 состоянием системы. Результаты внедрено в подразделениях пожарно-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: гиперповерхности, комплексное пространство, многообразие, многомерное пространство, многопараметрическая система, функция комплексного аргумента.

### The Summary

**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 evklid'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: complex space, function of complex argument, hypersurfaces, multiparameter system, multivariate space, variety.