

**ОРДАШЕВ ТАЛАНТ ХАМИТОВИЧ**

**Разработка метода построения 5-параметрических несоставных сетчатых номограмм и их применение**

Специальность 05.01.01 – Инженерная геометрия и компьютерная графика

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Республика Казахстан  
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И.Сатпаева.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор  
Нурмаханов Б.Н.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Волков В.Я.  
кандидат технических наук, профессор  
Тусупбекова К.И.

Ведущая организация: Омский государственный технический  
университет

Защита состоится «27» августа 2010г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 14.61.21 при Казахском национальном техническом университете имени К.И.Сатпаева по адресу:  
050013, Республика Казахстан, г.Алматы, ул.Сатпаева 22, ИМС, 5 этаж ауд. 505 .  
Официальный сайт КазНТУ: [www.ntu.kz](http://www.ntu.kz).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева

Автореферат разослан « 24» 2010г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

И.М.Азимов

## Введение

**Общая характеристика работы.** Настоящая работа посвящена дальнейшему развитию теории геометрического моделирования многомерных пространств применительно к решению задач начертательной и инженерной геометрии.

### **Актуальность работы.**

Процесс создания качественного бетона и железобетона включает следующие этапы: определение компонентов и оптимизация его состава, перемешивание, формование и уплотнение, тепловая обработка.

Подбор компонентов и оптимизация состава бетона осуществляется с применением математического метода планирования экспериментов. Целью оптимизации является определение соотношения компонентов, входящих в бетонную смесь, позволяющая получить изделие с заданными свойствами. В начертательной геометрии разработка геометрической модели закономерности формирования свойств строительных материалов обеспечивает наглядность решения этой задачи. Разработка 5-параметрических несоставных сетчатых номограмм позволило бы наглядно и быстро выявить закономерности влияния компонентов на формирование исследуемого свойства 4-компонентных материалов с целью определения его наилучшего состава по заданному критерию оптимизации, что определяет актуальность темы исследования.

**Цель и задачи исследования.** Исходя из вышеизложенного целью диссертации является разработка теоретических основ построения 5-параметрической несоставной сетчатой номограммы применительно для графического изображения закономерностей формирования свойств новых 4-компонентных строительных материалов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие теоретические и практические задачи: разработать метод построения 5-параметрической несоставной номограммы для графического изображения поверхности отклика ( $P_5^2$ ) 5-мерного пространства; исследовать свойства 5-параметрической несоставной сетчатой номограммы; разработать методы преобразования 5-параметрической сетчатой номограммы в обратные комплексные чертежи; разработать методику создания 5-параметрической сетчатой номограммы закономерности изменения свойств 4-компонентных строительных материалов по экспериментальным данным; создать алгоритм получения параметрических уравнений 5-параметрической сетчатой номограммы; разработать графоаналитический метод оптимизации состава 4-компонентных строительных материалов с использованием номографической модели.

**Идея работы** заключается в развитии методов построения геометрической модели в виде несоставной сетчатой номограммы поверхности отклика 5-мерного пространства, которая является геометрическим аналогом функциональной зависимости между исследуемым свойством и компонентами 4-компонентных материалов.

**Объектом исследования** является процесс геометрического моделирования закономерности формирования свойств 4-компонентных строительных материалов при непрерывном изменении значений компонентов с использованием номографической модели для проектирования и оптимизации их состава по заданному критерию.

**Методика исследования.** При решении поставленных задач использованы методы многомерной начертательной, аналитической, проективной геометрии и номографии, численные методы анализа и математической обработки экспериментов, современные методы программирования на ЭВМ.

Общей теоретической и информационной базой проведенных исследований явились научные работы следующих ученых: Н.Ф.Четверухина, И.С.Джапаридзе, В.Я.Волкова, П.В.Филиппова, В.Н.Первиковой, И.И.Котова, В.Е.Михайленко, В.И.Якунина, В.М.Найдыша, Н.С.Гумена, С.Н.Ковалева, Ж.М.Есмуханова, Ф.Н.Притыкина, Ф.Н.Юркова, В.Ю.Панчука, И.О.Мульдекова, Д.К.Кучкаровой, А.К.Байдабекова, Б.Н.Нурмаханова и их учеников.

**На защиту выносятся:** метод построения 5-параметрической несоставной сетчатой номограммы по заданному комплексному чертежу поверхности отклика, методы преобразования 5-параметрической сетчатой номограммы в обратимые комплексные чертежи 5-мерного пространства; графоаналитический метод оптимизации состава 4-компонентных строительных материалов с использованием 5-параметрической сетчатой номограммы

**Научная новизна работы** соответствует научным положениям, изложенным выше.

**Практическая ценность.** Впервые разработана 5-параметрическая несоставная номограмма поверхности отклика, расположенной в 5-мерном пространстве, для описания закономерности формирования свойств 4-компонентных строительных материалов.

Разработан графоаналитический метод исследования свойств и оптимизации состава 4-компонентных строительных материалов с использованием 5-параметрической сетчатой номограммы.

#### **Реализация результатов работы:**

По результатам диссертации разработана «Производственная инструкция по практическому использованию способа 5-параметрических сетчатых номограмм в проектировании состава строительного бетона».

Результаты диссертации практически использованы в ТОО «Евростиль XXI» в проектировании состава и изготовлении газобетонных блоков. Экономический эффект от улучшения состава газоблока составляет 173 тенге на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси.

#### **Апробация работы.**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались: на республиканской научной конференции «Молодые ученые – будущее науки», г. Алматы: КазНТУ – 2004 г.; на международной научно-практической конференции «Научно-технические и духовные ценности в

наследии мыслителей востока И.А. Машани», г. Алматы: КазНТУ – 2007 г.; на международной научно – практической конференции «Дизайн – XXI век: технологии проектирования», Актобе:– 2008 г.; халықаралық ғылыми – практикалық конференциясында « Жаратылыстанудың – өзекті проблемалары: оларды шешудің жолдары мен перспективалары», Актобе : Қ.Жұбанов атындағы АМУ, - 2009 ж; на региональной научно–методической конференции«Внедрение инновационных технологии как фактор успеха науки и образования» Актобе, АГУ им К. Жубанова-2010 г.

**Публикация работы.** По теме диссертационной работы опубликовано 7 научных работ.

**Структура и объем работы:** Диссертация состоит из введения, 3 глав и заключения. Она изложена на 103 страницах компьютерного текста, включает 3 таблицы, 56 рисунков и 4 приложения. Список использованной литературы состоит из 201 наименований.

#### **Основная часть.**

Во введении дается обзор и анализ научных работ по теме диссертации, излагается актуальность темы исследования, определяются цель и задачи диссертационной работы.

**Первый раздел** посвящен развитию теории геометрического моделирования многопараметрических несоставных номограмм в начертательной геометрии.

Излагается метод построения 5-параметрических сетчатых номограмм поверхности отклика  $P_5^2$ , расположенной в 5-мерном пространстве, которая представляется геометрическим аналогом закона изменения свойства 4-компонентного материала. Сущность этого метода заключается в следующем

1. Пусть будет задана на комплексном чертеже каркасная поверхность отклика  $P_5^2$ , полученная в результате исследования свойства 4-компонентного материала. (рисунок 1), где  $X_5$  – отклик (исследуемое свойство);  $X_1, X_2, X_3, t$  – компоненты. Требуется построить 5-параметрическую несоставную сетчатую номограмму поверхности отклика  $P_5^2$ . 2. Построим множество кривых ( $X_2^1, X_2^2, \dots$ ) искомой номограммы. Для этого: а) проводим множество секущих плоскостей ( $\alpha_2^1, \alpha_2^2, \dots$ ) на проекциях  $X_1OX_2$  комплексного чертежа. На рисунке 2 проведены три секущие плоскости  $\alpha_2^1, \alpha_2^2, \alpha_2^3$ ; б) отметив точки пересечения каждой секущей плоскости с кривыми множества ( $t_{12}^1, t_{12}^2, \dots$ ), получим множество точек ( $1_{12}, 2_{12}, \dots$ ); в) эти точки поднимаем вертикально до пересечения соответственно с кривыми множества ( $t_{15}^1, t_{15}^2, \dots$ ) на проекции  $X_1OX_5$ , тогда получим множество точек ( $1_2, 2_2, \dots$ ), через которые проводим плавную кривую на проекции  $X_1OX_5$ . На рисунке 2 через точки  $1_2, 2_2, 3_2$  проведена кривая  $X_2^1$ . Аналогично проведены кривые  $X_2^2$  и  $X_2^3$ . 3. Построим множество кривых ( $X_3^1, X_3^2, \dots$ ) искомой номограммы (рисунок 3). 4. Объединив в один чертёж рисунки 2 и 3, на проекции  $X_1OX_5$  получим искомую 5-параметрическую сетчатую номограмму поверхности отклика  $P_5^2$  (рисунок 4).

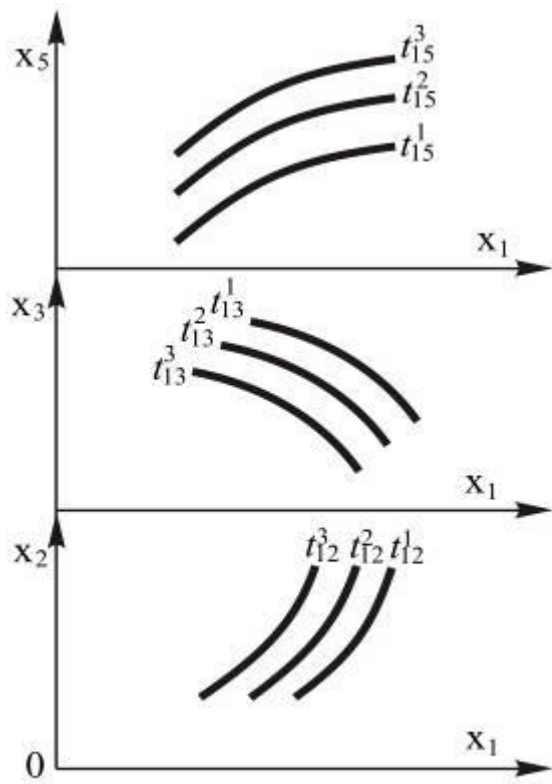


Рисунок 1

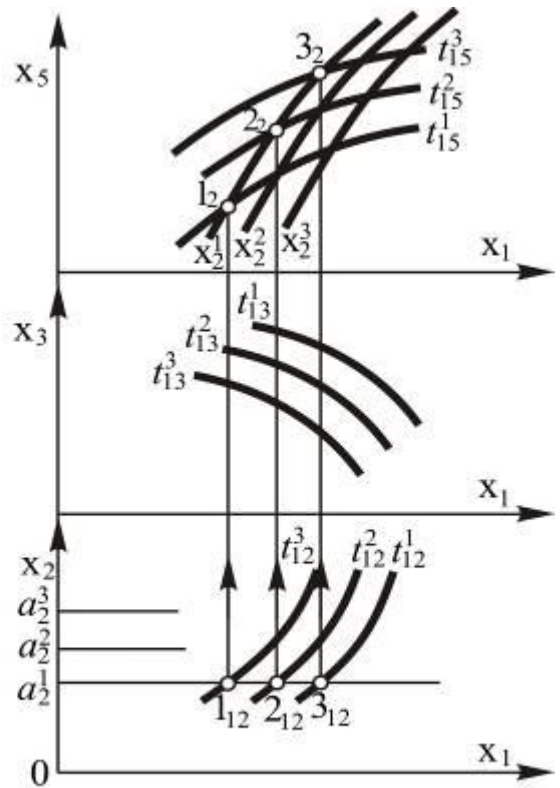


Рисунок 2

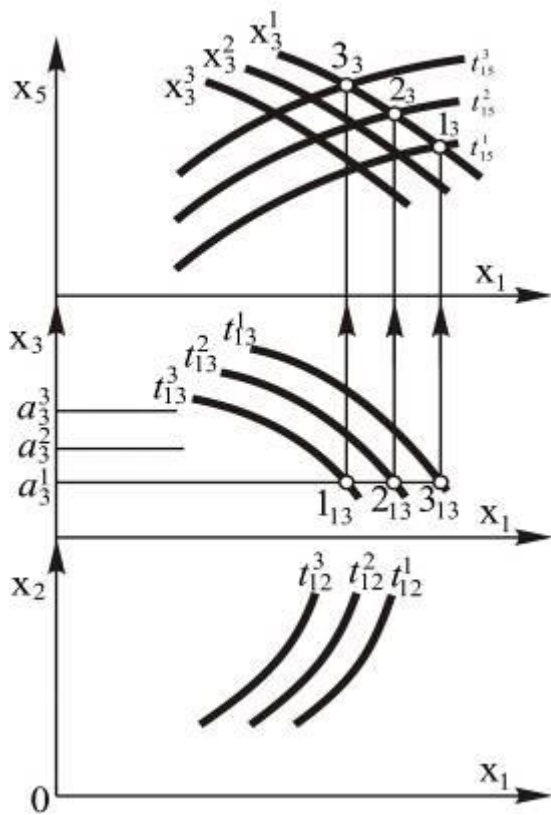


Рисунок 3

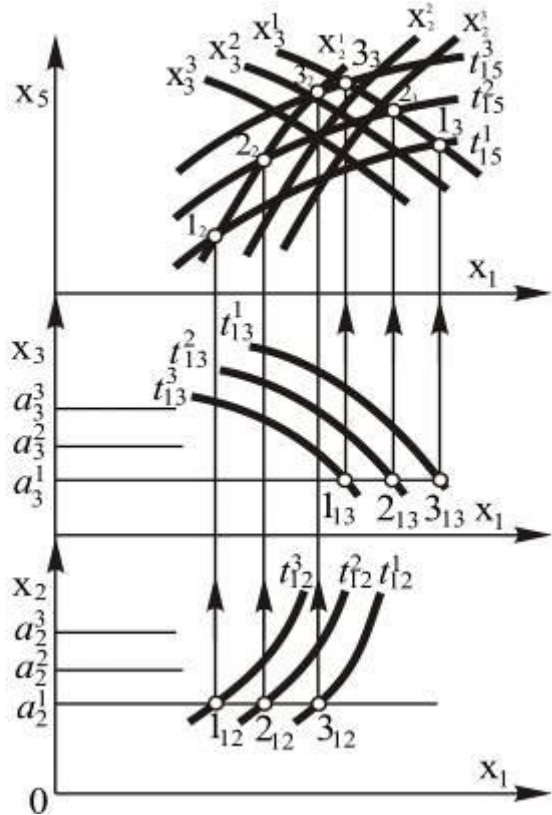


Рисунок 4

Излагается метод построения 5-параметрической сетчатой номограммы по эмпирическим данным. Пусть будут заданы дискретные данные для построения 5-параметрической сетчатой номограммы поверхности отклика  $R_5^2$ , расположенной в 5-мерном пространстве (рисунок 5).

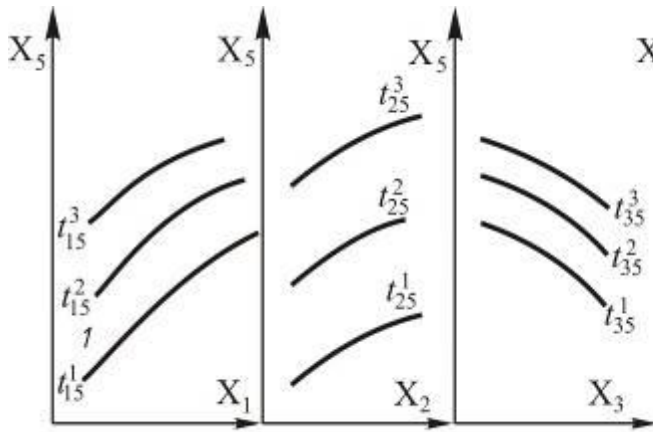


Рисунок 5

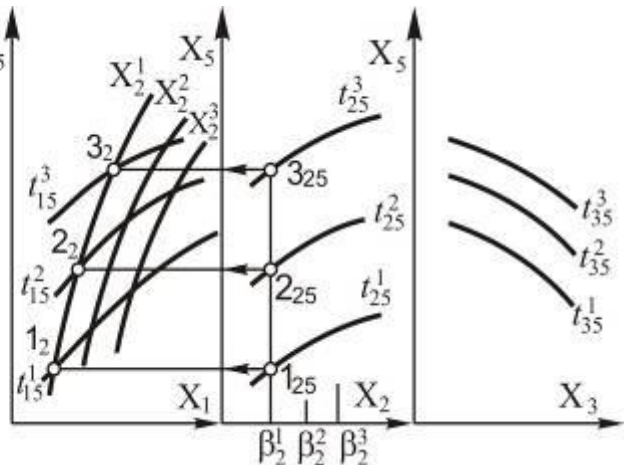


Рисунок 6

где  $X_5$  – отклик (исследуемое свойство);  
 $X_1, X_2, X_3, t$  – параметры или компоненты.

Требуется построить 5-параметрическую несоставную сетчатую номограмму.

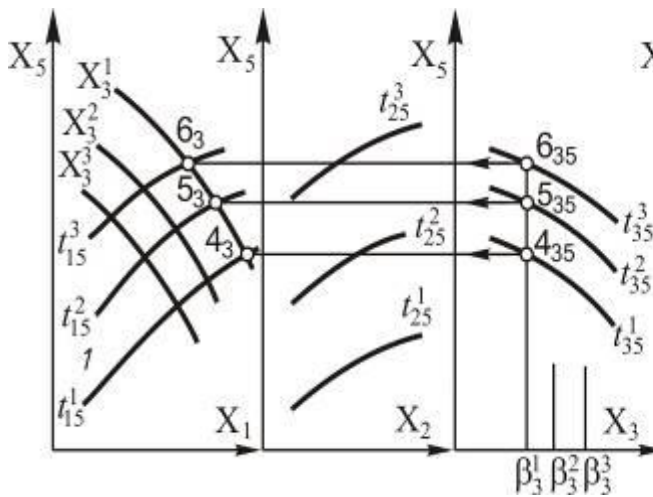


Рисунок 7

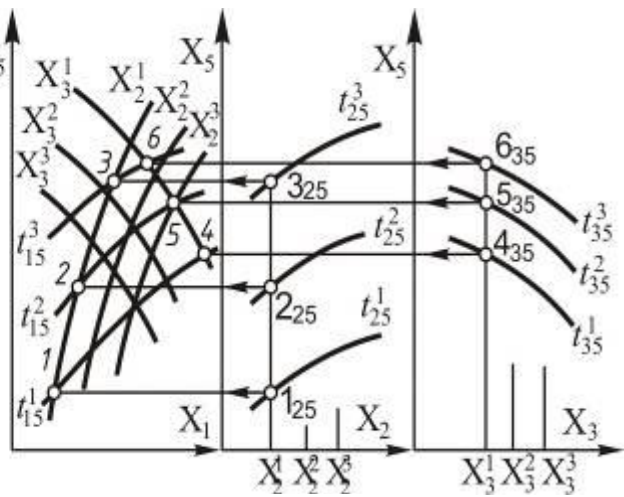


Рисунок 8

Сущность этого метода заключается в следующем.

1. Построим множество кривых ( $X_2^1, X_2^2, \dots$ ) искомой номограммы. Для этого:

а) проводим множество секущих плоскостей ( $\beta_2^1, \beta_2^2, \dots$ ) на проекциях  $X_2OX_5$  комплексного чертежа. На рисунке 6 проведены три секущие плоскости  $\beta_2^1, \beta_2^2, \beta_2^3$ ;

б) отметив точки пересечения каждой секущей плоскости с кривыми множества ( $t_{25}^1, t_{25}^2, \dots$ ), получим множество точек ( $1_{25}, 2_{25}, \dots$ );

в) эти точки перемещаем горизонтально до пересечения соответственно с кривыми множества  $(t_{15}^1, t_{15}^2, \dots)$  на проекции  $X_1OX_5$ . Тогда получим множество точек  $(1_2, 2_2, \dots)$ , через которые проводим плавную интерполирующую кривую на проекции  $X_1OX_5$ . На рисунке 6 через точки  $1_2, 2_2, 3_2$  проведена интерполирующая кривая  $X_2^1$ . Аналогично проведены кривые  $X_2^2$  и  $X_2^3$ .

2. Построим множество кривых  $(X_3^1, X_3^2, \dots)$  искомой номограммы (рисунок 7).

3. Объединив в один чертёж рисунки 6 и 7, получим на проекции  $X_1OX_5$  искомую 5-параметрическую сетчатую номограмму (рисунок 8).

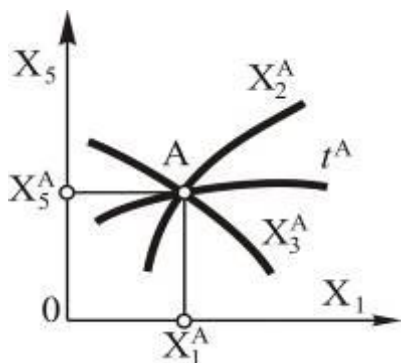


Рисунок 9

Выявлены следующие свойства полученной номограммы: **1.** 5-параметрическая сетчатая номограмма содержит три семейства кривых и координатные оси  $X_1$  и  $X_5$ . Каждое семейство линий может быть задано тремя или более кривыми. **2.** 5-параметрическая сетчатая номограмма считается заданной на геометрической модели, если однозначно можно определить 5-координаты каждой точки этой номограммы. **3.** Из способа определения координат

точки **A** рассматриваемой номограммы вытекает и способ пользования ею. Способ пользования 5-параметрической сетчатой номограммой можно схематически изобразить в виде ключа, приведенного на рисунке 9.

**Во втором разделе** излагаются методы преобразования 5-параметрической несоставной сетчатой номограммы в обратимые комплексные чертежи 5-мерного пространства.

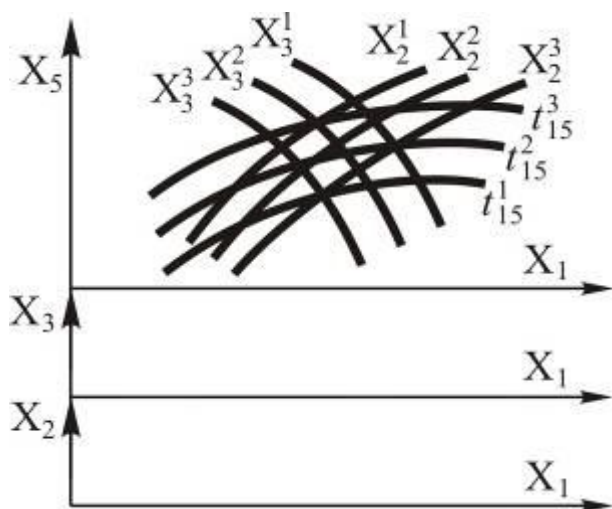


Рисунок 10

1. Пусть будет задана 5-параметрическая сетчатая номограмма поверхности отклика  $P_5^2$ . Проводим координатные оси искомого комплексного чертежа (рисунок 10).

2. На заданной сетчатой номограмме отмечаем точки  $A_2^1, B_2^1, C_2^1$ , где кривая уровня  $t_{15}^1$  пересекается с кривыми уровня соответственно  $x_2^1, x_2^2, x_2^3$  (рисунок 11). Из этих точек проводим вертикальные линии связи до пересечения со следами секущих плоскостей  $x_2^1, x_2^2, x_2^3$  на проекции  $X_1OX_2$ , получим точки  $A_{12}, B_{12}, C_{12}$ . Проводим

кривую линию  $t_{12}^1$  через точки  $A_{12}, B_{12}, C_{12}$  (рисунок 11). Аналогичным образом построим кривые линии  $t_{12}^2$  и  $t_{12}^3$  на проекции  $X_1OX_2$ .



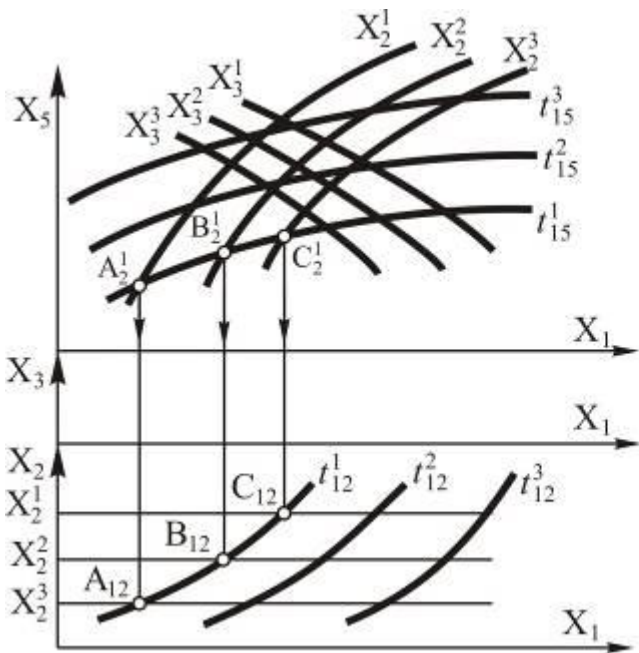


Рисунок 11

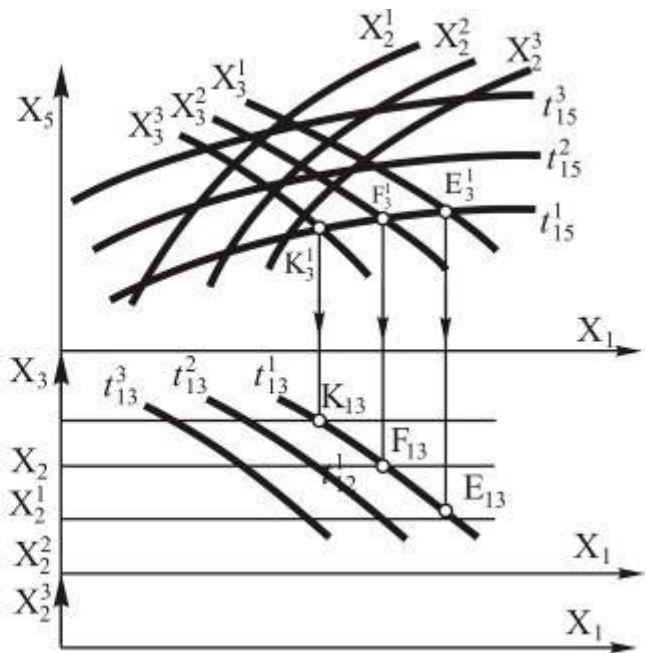


Рисунок 12

Полученные кривые линии  $t^1_{12}$ ,  $t^2_{12}$ ,  $t^3_{12}$  представляют собой проекцию линейного каркаса поверхности отклика  $P^2_5$ .

3. На проекций  $X_1OX_3$  построим кривые  $t^1_{13}$ ,  $t^2_{13}$ ,  $t^3_{13}$ , аналогичным образом (рисунок 12)

4. Объединив рисунки 11 и 12 в один чертёж, получим комплексный чертёж поверхности отклика  $P^2_5$ , заданной линейным каркасом (рисунок 13).

Аналогичным образом определяется обратимый комплексный чертёж (рисунок 14) по заданной 5-параметрической несоставной сетчатой номограмме.

**В третьем разделе** предлагается методика создания 5-параметрической сетчатой номограммы поверхности отклика с использованием данных экспериментов, сущность которой заключается в следующем.

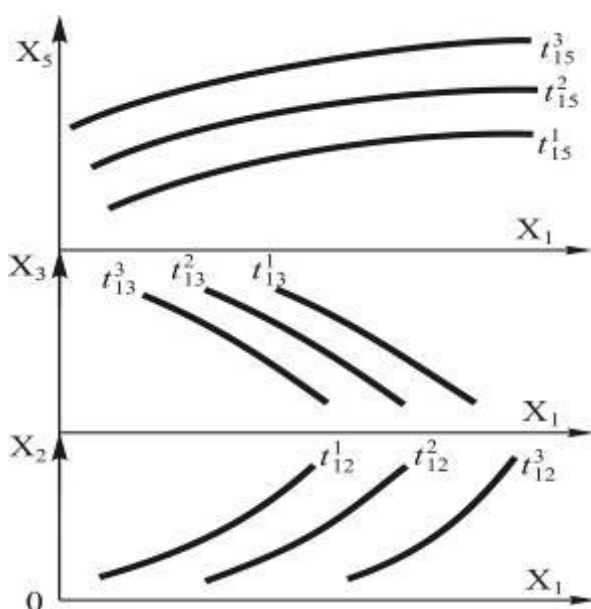


Рисунок 13

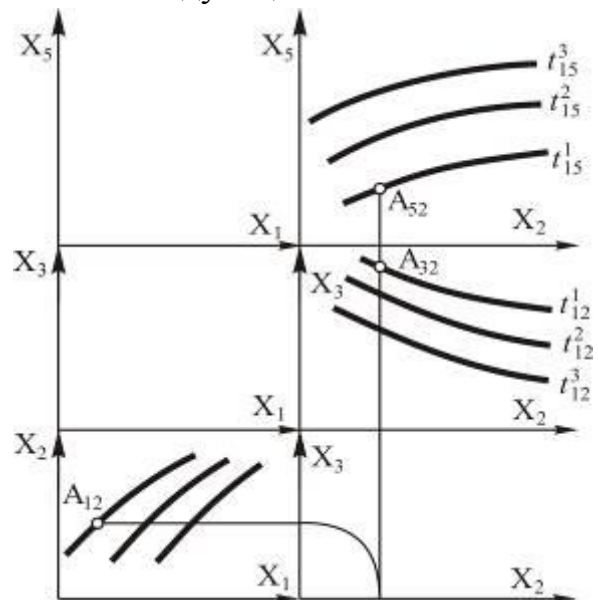


Рисунок 14

1. Задаются экспериментальные данные, в виде таблицы сглаженные методом наименьших квадратов, где  $X_5$  – отклик (исследуемое свойство);  $X_1 \dots X_4$  – компоненты.

2. Выполняется анализ содержания таблицы, из чего следует:

а) каждая строка таблицы задаёт значения пяти координат точки поверхности отклика  $P_5^2$ . Используя эти координаты, строятся на геометрической модели прямоугольные проекции рассматриваемой точки. На рисунке 15 построены проекции  $A_{12}, A_{13}, A_{15}$ , точки  $A(X_1^1, X_2^1, X_3^1, t^1, X_5^1, )$ ;

б) при  $X_4 = t^1$  заданы данные пяти экспериментов. Другими словами, при  $X_4 = t^1$  заданы пять точек поверхности отклика, через которые проводится сечение, обозначенное символами  $t^1$ . На рисунке 16 построены проекции  $t_{12}^1, t_{13}^1, t_{15}^1$  сечения  $t^1$ ;

в) аналогичным образом, строятся прямоугольные проекции сечения  $t^2$  для  $X_4 = t^2$  и сечения  $t^3$  для  $X_4 = t^3$  (рисунок 16);

3. Строится множество кривых ( $X_2^1, X_2^2, \dots$ ) искомой номограммы. Для этого : а)проводится множество секущих плоскостей ( $\alpha_2^1, \alpha_2^2, \dots$ ) на проекции  $X_1OX_2$  комплексного чертежа. На рисунке 17 проведены три секущие плоскости  $\alpha_2^1, \alpha_2^2, \alpha_2^3$ ;б) отметив точки пересечения каждой секущей плоскости с кривыми множества ( $t_{12}^1, t_{12}^2, \dots$ ), получается множество точек ( $1_{12},$

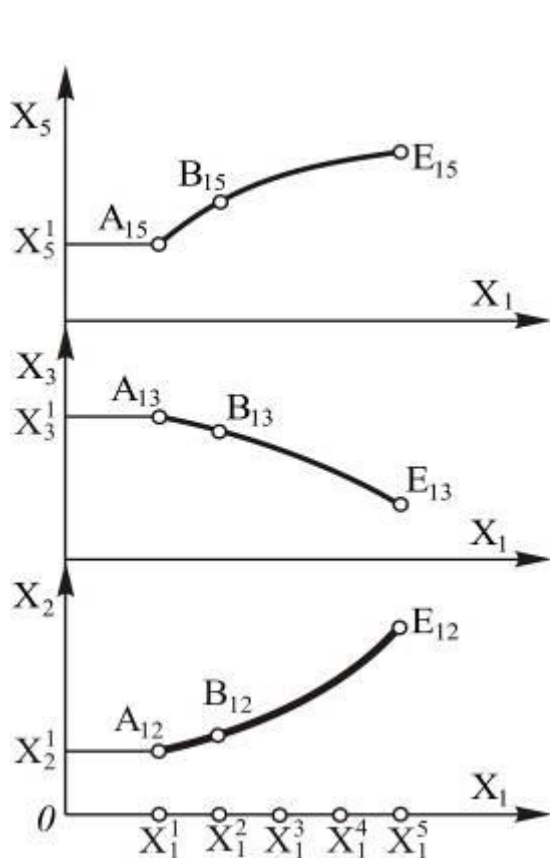


Рисунок 15

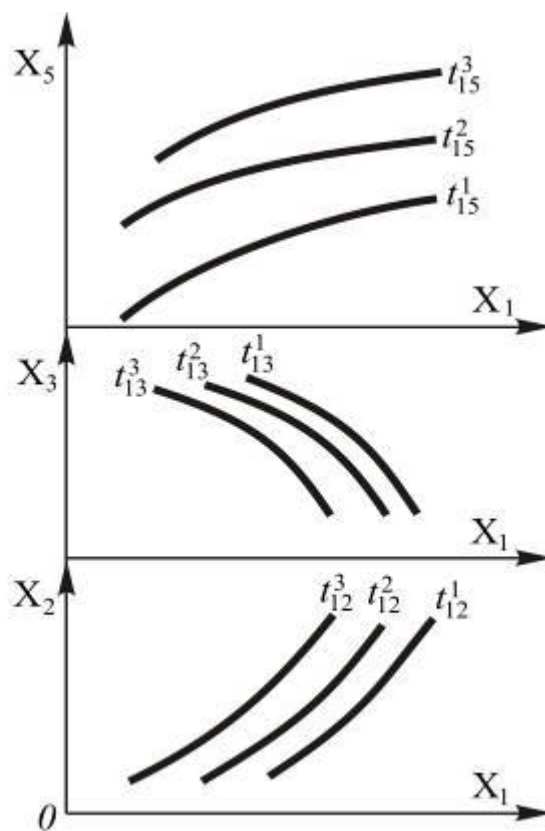


Рисунок 16

$2_{12}, \dots$ ); в) эти точки поднимаются вертикально до пересечения соответственно

с кривыми множества ( $t_{15}^1, t_{15}^2, \dots$ ) на проекции  $X_1OX_5$ . Тогда получится множество точек ( $1_2, 2_2, \dots$ ), через которые проводится плавная кривая на проекции  $X_1OX_5$ . На рисунке 17 через точки  $1_2, 2_2, 3_2$  проведена кривая  $X_2^1$ . Аналогично проведены кривые  $X_2^2$  и  $X_2^3$ .

4. Посредством секущих плоскостей ( $\alpha_3^1, \alpha_3^2, \dots$ ) на проекции  $X_1OX_3$  получены множество точек ( $1_3, 2_3, \dots$ ), через которые проводится плавная кривая  $X_3^1$  комплексного чертежа. Аналогично проведены кривые  $X_3^2$  и  $X_3^3$  (рисунок 17). Получим искомую номограмму (рисунок 17) на проекции  $X_1OX_5$ .

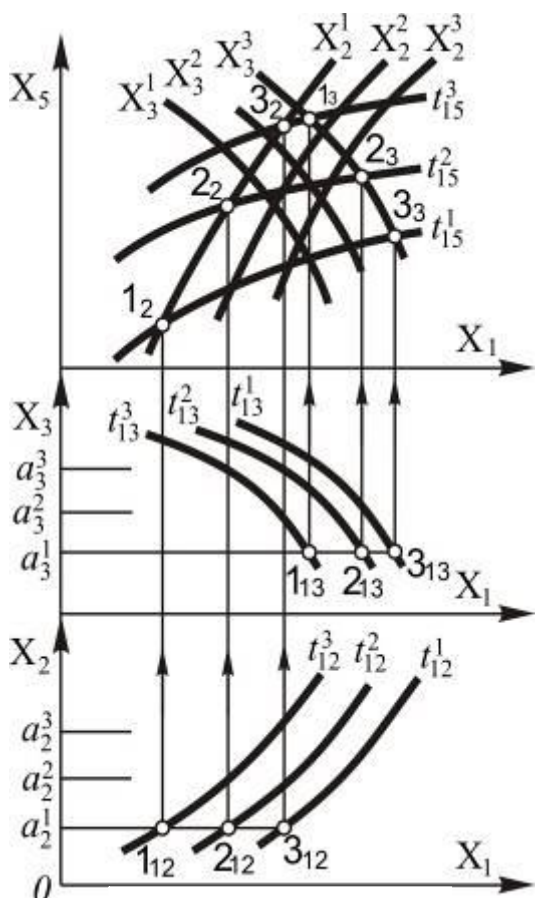


Рисунок 17

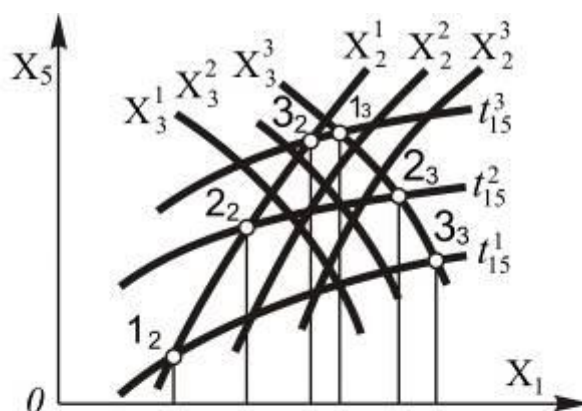


Рисунок 18

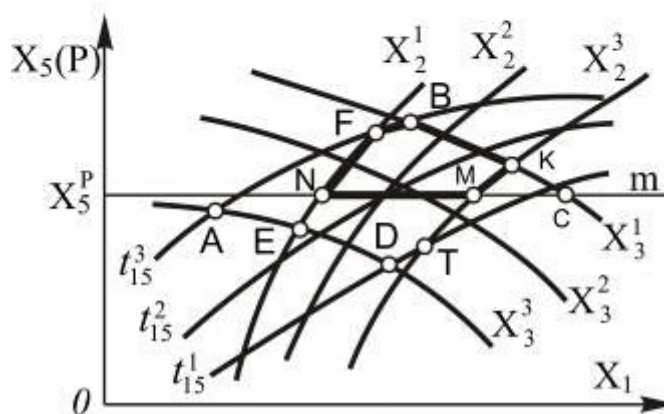


Рисунок 19

Предлагается графоаналитический метод оптимизации состава 4-компонентных строительных материалов с использованием 5-параметрической сетчатой номограммы, сущность которого заключается в следующем.

1. Пусть будет задана сетчатая номограмма закономерности изменения рассматриваемого свойства 4-компонентного строительного материала (рисунок 18), где  $X_5$  – отклик,  $X_1, X_2, X_3, X_4(t)$  – компоненты.

2. Задается проектное значение рассматриваемого свойства (например, прочность материала):

$$X_5 \geq X_5^P \quad (1)$$

где  $X_5$  – отклик(прочность);  $X_5^P$  – проектное значение отклика.

Рассматривается задача оптимизации состава 4-компонентного строительного материала по критерию максимальной прибыли (когда  $X_5 \geq X_5^P$ ) в виде:

$$\left. \begin{aligned} \Pi &= C - Z \rightarrow \max, \\ X_2 &= f_1(X_1, X_5), X_3 = f_2(X_1, X_5) \\ X_4 &= f_3(X_1, X_5), X_5 \geq X_5^P, X_i^{\min} \leq X_i \leq X_i^{\max}, i = 1 \dots 4 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $\Pi$  – прибыль с единицы изделия (тенге/ед.изделия);

$C$  – стоимость единицы изделия (тенге/ед.изделия);

$Z$  – затраты на единицу изделия (тенге/ед.изделия);

$X_5$  – отклик (рассматриваемое свойство);

$X_1, \dots, X_4$ , – компоненты;

$f_1, f_2, f_3$ , – функции, определяющие параметрические уравнения сетчатой номограммы;

$X_5^P$  – проектное значение отклика;

$X_i^{\min}, X_i^{\max}$  – минимальное и максимальное значения компонентов;  $i = 1 \dots$

4. При этом

$$Z = P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 + P_4 X_4 + P_5 \quad (3)$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4$  – потребные объёмы компонентов на единицу изделия;

$P_1, P_2, P_3, P_4$  – стоимости единицы компонентов  $X_1 \dots X_4$  соответственно;

$P_5$  – дополнительные затраты.

4. Учитывая, что стоимость изделия будет постоянной, систему уравнений (2) можно записать в виде:

$$\left. \begin{aligned} Z &= P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 + P_4 X_4 + P_5 \rightarrow \min \\ X_2 &= f_1(X_1, X_5), X_3 = f_2(X_1, X_5), X_4 = f_3(X_1, X_5), \\ X_5 &\geq X_5^P, X_i^{\min} \leq X_i \leq X_i^{\max}, i = 1 \dots 4 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

5. Используя заданную сетчатую номограмму поверхности отклика  $P_5^2$  (закономерности изменения свойства материала), определяется общая область решения рассматриваемой оптимизационной задачи. Для этого:

5.1. Строится область ( $S^?$ ), соответствующая граничным условиям  $X_i^{\min} \leq X_i \leq X_i^{\max}$ , где  $i = 1 \dots 4$ , и обозначенная буквами ABCDA (рисунок 19).

5.2. Проводится горизонтальная прямая  $m$ , соответствующая граничному условию  $X_5 \geq X_5^P$  (рисунок 19) и обозначаются точки  $M$  и  $N$ , где прямая  $m$  пересекается с контуром области  $S^?$ . В результате чего на сетчатой номограмме получается область  $S$ , которая является областью решения оптимизационной задачи  $X_1 \dots X_4$ , то есть оптимальные значения компонентов  $X_1 \dots X_4$  нужно искать внутри области  $S$ . На рисунке 19 построена область **FBKTMNT**.

6. Каждой точки области  $S$  сетчатой номограммы соответствует одно сочетание значений компонентов  $X_1 \dots X_4$ . Используя эти значения компонентов, вычисляется величина затраты (3) с применением 1-го уравнения

системы уравнений (4). При этом используется разработанная нами прикладная программа (приложение Б).

7. Отмечается множество точек  $\Sigma A$  (количество точек  $\geq 15$ ) на области  $S$ . Например, эти точки могут лежать на сечениях при  $X_4 = X_4^1, X_4^2, \dots, X_4^i$ , где  $i \geq 3$ .

8. Используя значения координат  $X_1^A \dots X_4^A$  каждой точки  $A$  из множества  $\Sigma A$ , вычисляется значение затраты ( $Z^A$ ).

9. Точка  $A^?$  с координатами  $X_1^A, X_2^A, X_3^A, X_4^A, X_5^A = Z^A$  строится на геометрической модели. Аналогично стоятся другие точки множества  $\Sigma A^?$ , через которые проводится аппроксимирующая поверхность  $\alpha$ . Эта поверхность описывает закономерности изменения затрат для различных сочетаний компонентов  $X_1 \dots X_4$ .

10. На поверхности  $\alpha$  определяются точки  $M$ , соответствующая наименьшему значению затраты. Координаты  $X_1^{min}, X_2^{min}, X_3^{min}, X_4^{min}$  точки  $M_{min}$  показывают искомые оптимальные значения компонентов  $X_1 \dots X_4$ .

По заданию ТОО «Евростиль XXI» выполнен числовой расчет, где  $x_1 = 85,8$  кг;  $x_2 = 83,8$  кг;  $x_3 = 244,2$  кг;  $x_4 = 1,47$  кг;  $P_1 = 16$  тг/кг;  $P_2 = 40$  тг/кг;  $P_3 = 0,08$  тг/кг;  $P_4 = 411,6$  тг/кг;  $P_5 = 6212,28$ .

Определен оптимальный состав газобетона  $x_1^{min} = 85,8$ ,  $x_2^{min} = 80,04$ ,  $x_3^{min} = 232,4$ ,  $x_4^{min} = 1,51$ , при  $R = 45$  МПа. За счёт оптимизации состава по сравнению с базовым вариантом получен экономический эффект сумме 173 тенге на  $m^3$  газобетона.

## Заключение

Диссертационная работа содержит новые научно-обоснованные теоретические и прикладные результаты по развитию теории построения геометрической модели 5-мерного пространства в виде 5-параметрической несоставной сетчатой номограммы, использования которой обеспечивает решение прикладной задачи по геометрическому моделированию закономерности изменения свойств 4-компонентных строительных материалов применительно к исследованию и оптимизации их состава по заданному критерию.

Выполненные в диссертации теоретические и прикладные исследования привели к следующим выводам:

1. Анализ научных работ посвященных построению и применению нелинейных номограмм, показывают, что:

а) номограммы являются особым видом чертежей, служащих для решения различных уравнений. Каждая номограмма выражает обычно закон течения какого-либо процесса или закона, по которому изменяются различные переменные величины, входящие в данный расчет. Номограмма - графическое изображение этого закона;

б) в номографии достаточно полно разработана теория составных многопараметрических номограмм, которые сложно использовать в начертательной геометрии;

в) в геометрическом моделировании свойств строительных материалов, в основном, используются сетчатые номограммы с тремя переменными и номограммы с одним бинарным полем, то есть номограммы четырьмя переменными;

г) к исследованию и применению несоставных номограмм с пятью переменными не уделено внимание ученых геометров прикладного направления;

д) настала потребность в разработке 5-параметрических несоставных сетчатых номограмм в начертательной геометрии для применения при исследовании свойств новых 4-компонентных строительных материалов.

2. Разработан способ построения 5-параметрической несоставной сетчатой номограммы поверхности отклика  $P_5^2$  расположенной в 5-мерном пространстве, которая представляется геометрическим аналогом закона формирования свойства 4-компонентного материала.

3. Исследования позволили выявить свойства 5-параметрических несоставных сетчатых номограмм, что позволяет использовать их в прикладной геометрии.

4. Впервые установлена геометрическая связь между 5-параметрической сетчатой номограммой и комплексным чертежом 5-мерного пространства, которая позволила разработать методы преобразования 5-параметрической сетчатой номограммы в обратимые комплексные чертежи 5-мерного пространства. Выявленные закономерности преобразования 5-параметрической сетчатой номограммы в комплексные чертежи расширяют существующие границы знаний о геометрических моделях 5-мерного пространства.

5. Разработанная методика позволяет построить 5-параметрические сетчатые номограммы закономерности изменения исследуемого свойства 4-компонентных строительных материалов по данным экспериментов. Замечательным свойством номографической модели является то, что она наглядно показывает на геометрической модели особенности изменения рассматриваемого свойства 4-компонентных строительных материалов в непрерывном изменении значений входных компонентов.

6. С целью автоматизированного выполнения, предлагается алгоритм определения параметрических уравнений 5-параметрической сетчатой номограммы.

7. Разработанный графоаналитический метод оптимизации состава материала отличается от известных математических методов тем, что он обеспечивает наглядность решения оптимизационной задачи путём использования сетчатой номограммы, описывающей закономерности изменения рассматриваемого свойства нового 4-компонентного строительного материала.

8. По данным натуральных экспериментов построена 5-параметрическая сетчатая номограмма закономерности изменения прочности газобетонного блока. Она использована для определения его оптимального состава по критерию минимальной стоимости при заданной расчетной прочности. Эта номограмма передана в ТОО «Евростиль XXI» для решения технологических задач.

9. Разработана «Производственная инструкция по практическому использованию способа 5-параметрических сетчатых номограмм в проектировании состава строительного бетона», которая принята к практическому использованию в ТОО «Евростиль XXI».

10. Результаты диссертации внедрены в ТОО «Евростиль XXI» при проектировании состава и изготовлении газобетонных блоков, экономический эффект составил 173 тенге на  $1\text{ м}^3$  газобетона за счёт оптимизации его состава. Полученные результаты диссертации (номографические модели, уравнения, алгоритмы, способы и др.) рекомендуются включить в состав методического и математического обеспечения САПР строительных материалов для использования при исследовании, проектировании свойств и оптимизации состава новых строительных материалов.

#### **Оценка полноты решений поставленных задач**

На основе теоретического и прикладного исследования разработан метод построения 5-параметрической несоставной номограммы поверхности отклика, расположенной в 5-мерном пространстве. Предложен алгоритм определения параметрических уравнений 5-параметрической сетчатой номограммы, разработаны методы преобразования 5-параметрической сетчатой номограммы в комплексный чертеж; получен графоаналитический метод оптимизации состава 4-компонентных строительных материалов с использованием 5-параметрической сетчатой номограммы. Полученные научные результаты вполне соответствует поставленным задачам и полностью охватывает их решение.

#### **Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов**

Результаты диссертации рекомендуется использовать в производственных и проектных организациях при исследовании свойств и оптимизации состава новых 4-компонентных строительных материалов. Результаты диссертации оформлены в виде производственной инструкции и переданы для практического использования.

#### **Оценка технико-экономической эффективности внедрения**

Результаты диссертации внедрены в ТОО «Евростиль XXI» при проектировании и изготовлении газобетонных блоков, экономический эффект составил 173 тенге на  $1\text{ м}^3$  газобетона за счет оптимизации его состава.

#### **Оценка технико-экономического уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области**

Впервые разработана 5-параметрическая сетчатая номографическая модель поверхности отклика  $P_5^2$  5-мерного пространства. Разработанная 5-

параметрическая несоставная сетчатая номограмма наглядно показывает закономерности изменения исследуемого свойства, 4-компонентных материалов. Разработана 5-параметрическая сетчатая номограмма закона изменений прочности газобетона, с использованием которой определен оптимальный состав 4-компонентного газобетона, что позволило получить экономическую эффективность 173 тенге на  $1\text{м}^3$  газобетона.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

1 Нурмуханов Б.Н., Ордашев Т.Х. Способ моделирования номограммы изменения свойства 4-компонентных материалов // «Молодые ученые – будущее науки» Труды республиканской научной конференции.-Алматы: КазНТУ, 2004- Ч.2- с. 720-721.

2 Нурмуханов Б.Н., Ордашев Т.Х. Пятипараметрические номограммы и их свойства применительно исследованию 4- компонентных веществ // Вестник КазНТУ. -Алматы. 2006.-№5. – с.82-83.

3 Нурмуханов Б.Н., Ордашев Т.Х. Разработка метода преобразования 5-параметрической сетчатой номограммы в комплексный чертеж // Вестник КазНТУ. -Алматы. 2007.-№5. – с.87-88.

4 Нурмуханов Б.Н., Ордашев Т.Х. Построение графической модели закономерности изменения свойств строительных материалов // «Научно-технические и духовные ценности в наследии мыслителей востока и А.Машани» Труды научно- практической конференции. -Алматы: КазНТУ, 2007- Ч.2- с. 456-457.

5 Ордашев Т.Х. Способ построения 5- параметрической номограммы законов изменения свойств материалов // «Дизайн – XXI век: технологии и методы проектирования» Материалы международной научно-практической конференции.- Актобе: АГУ, 2008- с.68.

6 Нурмаханов Б.Н., Ордашев Т.Х. Метод построения главного комплексного чертежа поверхности отклика  $P^2_5$  по заданной её сетчатой номограмме // Изденіс- Поиск. – Алматы. 2010. - №2. - С.260-261.

7 Ордашев Т.Х. Алгоритм вычисления координат точки 5-параметрической сетчатой номограммы // «Жаратылыстанудың өзекті проблемалары: оларды шешудің жолдары мен перспективалары» Сб. докладов Международной научно-практической конференции. – Актобе,2009.-с.367-368.

8 Ордашев Т.Х. Теоретические основы построения номографической модели расположенной в пятимерном пространстве// «Внедрение инновационных технологии как фактор успеха науки и образования» Материалы региональной научно–методической конференции.- Актобе, АГУ , 2010.-с.176-179.



## Тұжырым

Ордашев Талант Хамитұлы

### 5-параметрлік құрамалы емес торлы номограммалардың құрастыру әдісін өңдеу және оларды қолдану

Мамандығы 05.01.01 – «Инженерлік геометрия және компьютерлік графика»

Техника ғылымдары кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясының авторефераты

**Зерттеу нысаны.** 4-компонентті құрылыс материалдарының қасиеттерін қалыптастыру заңдылықтарын номографиялық модельді қолдана отырып жобалау және олардың берілген белгілерінің құрамын, тиімділігін арттыру үшін компоненттер мәнінің үздіксіз өзгерістері кезіндегі геометриялық моделдеу процесі **зерттеу нысаны** болып табылады.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты.** 5-параметрлі торлы номограмманы құрудың теориялық негіздерін жасау, оның көмегімен жаңа 4-компонентті құрылыс материалдарының қасиеттерінің қалыптасу заңдылықтарын графикалық бейнелеу.

**Зерттеулер әдістемесі.** Жұмыста көпөлшемді сызба геометриясының, аналитикалық және проективтік геометрияның, номографияның әдістері, эксперименттерді математикалық өңдеудің және сандық саралаудың әдістері, ЭЕМ-да бағдарламалаудың қазіргі әдістері пайдаланылған.

Ғылыми жұмыстың негізгі тапсырмаларын орындағаннан мына **нәтижелерге қол жеткізілді:**

- 5-өлшемді кеңістіктегі қисық бетті графикалық бейнелеу үшін 5-параметрлік құрамалы емес номограмманы құру әдістері жасалды;
- 5-параметрлік торлы номограмманың қасиеттері анықталды;
- 5-параметрлік торлы номограмманы қайтымды кешенді сызбаға түрлендіру әдістері ұсынылды;
- 5-параметрлік торлы номограмманың параметрлік теңдеулерін анықтау алгоритмі жасалды;
- Номографиялық модельдің көмегімен 4-компонентті құрылыс материалдарының құрамын үйлестірудің графоаналитикалық әдісі жасалды.

**Диссертациялық жұмыстың нәтижелері келесі ұйымдарда қолданылды:**

Ғылыми-зерттеу жұмыста алынған әдістер, алгоритмдер және қолданбалы бағдарламалар «Евростиль XXI» ЖШС-де газобетон

блоктарының құрамын зерттеу, жобалау және үйлестіру жұмыстарында қолданылды.

**Қолдану орындары.** Диссертация нәтижелері өндірістік және жобалау мекемелерінде жаңа 4-компонентті құрылыс материалдарының құрамын үйлестіру және олардың қасиеттерін зерттеу барысында және қолдануға ұсынылды.

**Экономикалық тиімділік.** Диссертацияның нәтижелері «Евростиль XXI» ЖШС-де жобалау және газ бетон блоктарын жасау барысында қолданылды, экономикалық тиімділік оның құрамын ықшамдау арқылы 1 м<sup>3</sup> газобетонды жасағанда 173 теңгені құрады.

**Жұмыстың жоғары тәжірибелік және теориялық маңыздылығы.** Бірінші рет жұмыста жасалған 5-параметрлік торлы номограмма 4-компонентті материалдардың зерттелетін қасиеттерінің өзгеру заңдылығын көрнекті көрсетеді және олардың тиімді құрамын анықтауға мүмкіндік береді. 5-параметрлі торлы номограмма мен 5-өлшемді кеністіктің комплекстік сызбасы арасындағы геометриялық байланыс бірінші рет анықталды және геометриялық моделдеу теориясына үлесін қосады.

## Summary

**Ordashev Talant Khamitovich**

### **Working out of a method of construction 5-parametrical noncompound mesh nomogram and their application**

Speciality: 05.01.01 “Engineering geometry and computer graphics”

The thesis is submitted to confer a candidate degree of technical sciences

**Object of research is process** of geometrical modelling of law of formation of properties 4 componental building materials at continuous changes of values of components from uses of nomographic model for designing and optimisation of their structure by the set criterion.

**The purpose of dissertational work.** Working out of theoretical bases of construction 5-parametrical noncompound mesh nomogram it is applied for a graphic representation of laws of formation of properties of new 4 componental building materials.

**Research technique.** In work methods of multidimensional descriptive, analytical, projective geometry and nomography, numerical methods of the analysis and mathematical processing of experiments, modern methods of programming on the computer are used.

#### **The basic results received in dissertational work:**

- 5 parametrical noncompound nomogram the method of construction is developed for a graphic representation of a surface of the response of 5-dimensional space;

- Properties 5 parametrical noncompound mesh nomogram are revealed;

- Methods of transformation 5-parametrical mesh nomogram in the reversible complex drawing are offered;

- The algorithm of definition of the parametrical equations 5-parametrical mesh nomogram is created;

- It is developed graphanalytical a method of optimisation of structure of 4-componental building materials with use of nomographic model.

**Results of dissertational work** are used at realisations of following works:

Nomographic models, the equations, algorithms, ways are used at research, designing of properties and structure optimisation gas concrete blocks in Open Company «Eurostyle XXI».

**Scope.** Results of the dissertation are recommended to be used in the industrial and design organisations at research of properties and optimisation of structure of new 4-componental building materials and in educational process of high schools.

**Economic efficiency.** Results of the dissertation are introduced in Open Company «Eurostyle XXI» at designing and manufacturing газобетонных blocks, economic benefit has made 173 tenges on 1 m<sup>3</sup> gas concrete at the expense of optimisation of its structure.

**The importance of work.** Developed 5-parametrical noncompound mesh nomogram demonstrates laws of change of investigated property, 4-componental materials and allows to use it for definition of their optimum structure.

Подписано в печать 23.07.10. Тираж 100 экз. Формат 60?84 1/16  
Бумага типографская №1. Объем 1.0 усл.-печ.л. Заказ №

Отпечатано в ТОО «СП Электронпост.kz».  
050012, г.Алматы, ул.Богенбай батыра 152,  
тел. 272-22-75