

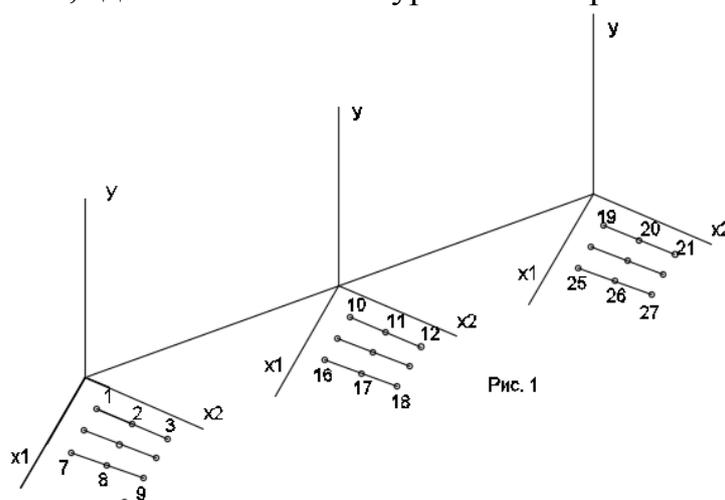
## МРНТИ 27.21.17

Б.Н. Нурмаханов<sup>1</sup>, З.К. Бектыбаева<sup>2</sup><sup>1,2</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана,  
Казахстан(E-mail: [1bake.nuke51@mail.ru](mailto:1bake.nuke51@mail.ru))**Геометрическое моделирование количества натуральных экспериментов для 3-компонентного материала**

**Аннотация:** В работе рассматривается геометрическое моделирование плана экспериментов, которое позволяет уменьшить количество натуральных экспериментов для трехкомпонентного состава.

**Ключевые слова:** геометрическое моделирование, многокомпонентная геометрия, многокомпонентные вещества, математическая модель, закономерности формирования отклика.

При проектировании оптимального состава многокомпонентных строительных материалов составляют план экспериментов и проводят натурные эксперименты [1,2]. Натурные эксперименты требуют материальные и трудовые затраты. В работе рассматривается геометрическое моделирование плана экспериментов, которое позволяет уменьшить количество натуральных экспериментов для трехкомпонентного состава. Полнофакторный план экспериментов для трехкомпонентного материала приведен в таблице 1. На рисунке 1 приведено наглядное изображение полнофакторного плана экспериментов, где количество натуральных экспериментов  $N = 27$ .



На рисунке 2 показано наглядное изображение неполнофакторного плана экспериментов, где количество натуральных экспериментов  $N = 15$ . В таблице 2 задан неполнофакторный план экспериментов для  $N = 15$ . Закономерность изменения исследуемого свойства трехкомпонентного материала моделируется в 4-пространстве гиперповерхностью отклика  $Q$  (рис.1).

**Таблица 1: Полнофакторный план экспериментов**

№ эксперимента	Входные факторы			Значение отклика
	X1	X2	X3	
1	-	-	-	Y1
2	-	0	-	Y2
3	-	+	-	Y3
4	0	-	-	Y4
5	0	0	-	Y5
6	0	+	-	Y6
7	+	-	-	Y7
8	+	0	-	Y8
9	+	+	-	Y9
10	-	-	0	Y10
11	-	0	0	Y11
12	-	+	0	Y12
13	0	-	0	Y13
14	0	0	0	Y14
15	0	+	0	Y15
16	+	-	0	Y16
17	+	0	0	Y17
18	+	+	0	Y18
19	-	-	+	Y19
20	-	0	+	Y20
21	-	+	+	Y21
22	0	-	+	Y22
23	0	0	+	Y23
24	0	+	+	Y24
25	+	-	+	Y25
26	+	0	+	Y26
27	+	+	+	Y27

Таблица 2: План экспериментов для  $N = 15$ 

№ эксперимента	Входные факторы			Значение отклика
	X1	X2	X3	
1	-	-	-	У1
2	-	0	-	У2
3	-	+	-	У3
4	0	0	-	У5
5	+	-	-	У7
6	+	0	-	У8
7	+	+	-	У9
8	0	0	0	У14
9	-	-	+	У19
10	-	0	+	У20
11	-	+	+	У21
12	0	0	+	У23
13	+	-	+	У25
14	+	0	+	У26
15	+	+	+	У27

После проведения натуральных экспериментов гиперповерхность отклика  $Q$  моделируем следующим образом:

- каждая точка плана экспериментов и полученное значение отклика определяют в 4-пространстве одну точку (рис. 2);

- эксперименты с номерами 1, 2, 3 определяют в 4-пространстве 3 точки, через которые проводим кривую  $a1$ , например, параболу;

- эксперименты с номерами 7, 8, 9 определяют в 4-пространстве 3 точки, через которые проводим кривую  $a3$ ;

- эксперимент с номером 8 определяет в 4-пространстве одну точку  $A$ ;

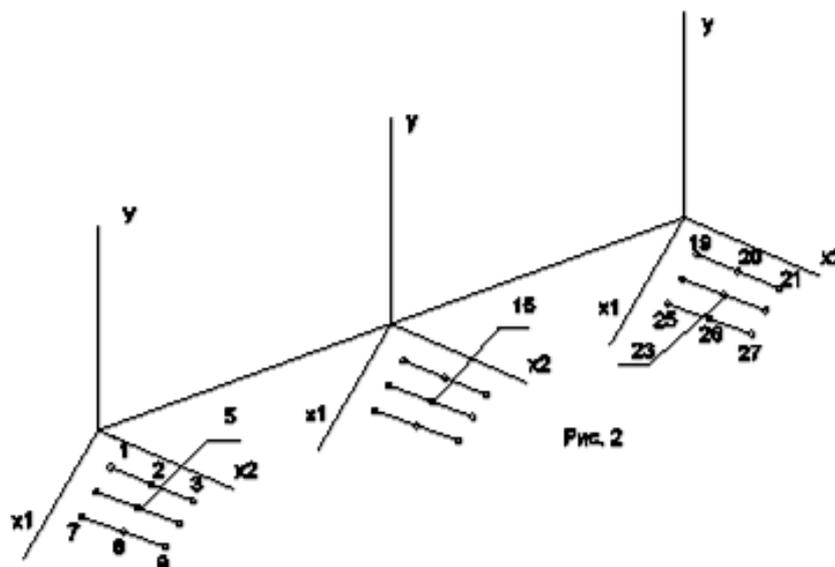
- проводим сечение  $Q1$  гиперповерхности отклика  $Q$  через кривые  $a1$ ,  $a2$  и точку  $A$  (рис.2); Двумерная поверхность  $Q1$  содержит линейный каркас аффинных сечений [2].

- эксперименты с номерами 25, 26, 27 определяют в 4-пространстве 3 точки, через которые проводим кривую  $b1$ ;

- эксперименты с номерами 19, 20, 21 определяют в 4-пространстве 3 точки, через которые проводим кривую  $b3$ ;

- эксперимент с номером 23 определяет в 4-пространстве одну точку  $B$ ;

- проводим сечение  $Q3$  гиперповерхности отклика  $Q$  через кривые  $v1, v2$  и точку  $B$  (рис.2);
- эксперимент с номером  $14$  определяет в 4-пространстве одну точку  $C$ ;
- проводим через сечения  $Q1, Q3$  и точку  $C$  искомую поверхность отклика  $Q$ , экстремум которой определяет оптимальный состав исследуемого материала.



Таким образом, из 27 экспериментов 15 экспериментов проводятся натурно и 12 экспериментов моделируются геометрическим способом, что определяет экономию затрат.

### Список литературы

1. Бродский В.З. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей. - М.: Металлургия, 1982. -752 с.
2. Нурмаханов Б.Н., Дауренбек К.А. Об одном способе нахождения точки экстремума 3-поверхности отклика с использованием ПКЧ / Механика и моделирование процесса технологии. – Тараз. – 2000. - №2. - С. 115-118.

Б.Н. Нурмаханов<sup>1</sup>, З.К. Бектыбаева<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана,  
Қазақстан

### 3 компонентті материалдар үшін эксперименттер санын геометриялық модельдеу

**Аннотация:** Осы мақалада эксперимент жоспарының геометриялық модельдеуі қарастырылған, бұл үш компонентті композиция үшін толық ауқымды эксперименттер санын азайтуға мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** геометриялық модельдеу, көп өлшемді геометрия, көп компонентті заттар, математикалық модель, жауапты қалыптастырудың үлгілері.

B.N. Nurmakhanov<sup>1</sup>, Z.K. Bektibaeva<sup>2</sup>

<sup>12</sup>*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

### Geometric modeling of the number of full-scale experiments for a 3-component material

**Abstract:** In this paper, a geometric simulation of the experiment plan is considered, which makes it possible to reduce the number of full-scale experiments for the three-component composition.

**Key words:** geometric modeling, multicomponent geometry, multicomponent substances, mathematical model, patterns of response formation.

#### References

1. Brodskiy V.Z. Tablitsy planov eksperimenta dlya faktornykh i polinomial'nykh modeley. - M.: Metallurgiya, 1982. -752 s.
2. Nurmakhanov B.N., Daurenbek K.A. Ob odnom sposobe nakhozheniya tochki ekstremuma 3-poverkhnosti otklika s ispol'zovaniyem PKCH / Mekhanika i modelirovaniye protsessa tekhnologii. – Taraz. – 2000. - №2. - С. 115-118.