

Вопросы и указания к защите  
лабораторных работ по курсу  
«Планирование эксперимента»  
студентами групп ИУ7-81Б, ИУ7-82Б,  
ИУ7-83Б, ИУ7-84Б, ИУ7-85Б, ИУ7-86Б

Кострицкий А. С., Куров А. В.

Москва — 30 апреля 2023 г.

## Вопросы перед началом

1. Заявлено, что некоторая программа возвращает целое число по нормальному распределению при запуске. Как протестировать работу программы методом чёрного ящика?
2. На машине реализован ГПСЧ, возвращающий целые числа по нормальному распределению. Возможно ли получить другое непрерывное распределение на этой машине?

## Лабораторная работа №1

1. Дайте определение *функции отклика* и *поверхности отклика*.

2. Дайте определение *фактору* эксперимента и *уровню* фактора.
3. Дайте определение *метрике* на пространстве.
4. Являются ли следующие функции метриками в соответствующих пространствах по Вашему определению:

(a)

$$\forall p, q \in \mathbb{R} \quad d(p, q) = |p - q|,$$

(b)

$$\forall p, q \in \mathbb{R}^2 \quad d(p, q) = \sqrt{\left((p_x - q_x)^2 + (p_y - q_y)^2\right)},$$

(c)

$$\forall p, q \in \mathbb{R}^2 \quad d(p, q) = |p_x - q_x| + |p_y - q_y|,$$

(d)

$$\forall p, q \in X \quad d(p, q) = \begin{cases} 0, & \text{если } p = q; \\ 1, & \text{если } p \neq q. \end{cases}$$

5. Дайте определение *факторному пространству*.
6. Перечислите свойства факторного пространства. Может ли факторное пространство не быть метрическим? Может ли факторное пространство иметь разрывы?
7. Дайте определение *нормализации* фактора.
8. Нормализуйте фактор  $x$ ,  $x \in [-2, 3]$ .
9. Нормализуйте фактор  $x$ ,  $x \in [4, \infty)$ .

10. Дайте определение *априорному ранжированию* факторов.
11. Дайте определение *области экспериментирования*. Может ли область экспериментирования не распространяться на всё факторное пространство?
12. Дайте определения *активному* и *пассивному* экспериментам.
13. Пусть требуется экспериментальным путём определить зависимость некоторой величины от подаваемого на вход системы  $x$ ,  $x \in [0, 1]$ . Разовое взаимодействие с системой занимает 1 сутки. Попробуйте сравнить четыре плана эксперимента:

(a)  $x = 0, 1, 0.5, 0.25, 0.75, 0.125, 0.625, 0.375, 0.875, \dots$

(b)  $x = 0, 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, \dots$

(c)  $x = 1, 0.999, 0.998, 0.997, 0.996, 0.995, 0.994, \dots$

(d)  $x = 0, 0.010, 0.005, 0.020, 0.015, 0.030, 0.025, \dots$

14. Дайте определение *плану эксперимента* и *рандомизации* плана. Каковы цели планирования эксперимента?
15. Дайте определение *стратегическому* планированию и *тактическому* планированию.
16. Изложите суть *метода наименьших квадратов (МНК)*.
17. Допускается ли построение с помощью МНК квадратичной модели по 3 (4, 5, 100,  $n$ ) точкам?
18. Как можно определить, какая из двух построенных с помощью МНК аппроксимаций точнее отражает зависимость выходных данных от входных?

19. Для чего может быть использован график зависимости полученных средних значений функции отклика от входных данных? Допустимо ли на основе двух графиков утверждать, какая из реляционных моделей лучше?
20. Как решается вопрос с видом уравнения регрессии при проведении пассивного и активного экспериментов?
21. Какой режим работы системы интересует исследователя? Каковы условия существования стационарного режима?
22. Каковы результаты ЛР №1 и как они используются в последующих работах?
23. Предложите алгоритм разработки регрессионной модели, если предполагается, что она заведомо относится к полиномиальным.
24. Предложите алгоритм разработки регрессионной модели для наборов экспериментальных данных, приведённых на рисунках 1 и 2.

25. Предложите план эксперимента для факторных пространств, изображённых на рисунках 3 и 4. Как изменятся предложенные Вами планы эксперимента, если станет известна априорная оценка важности факторов?
26. Предложите алгоритм составления функции отклика для системы, имеющей более одного выходного данного.

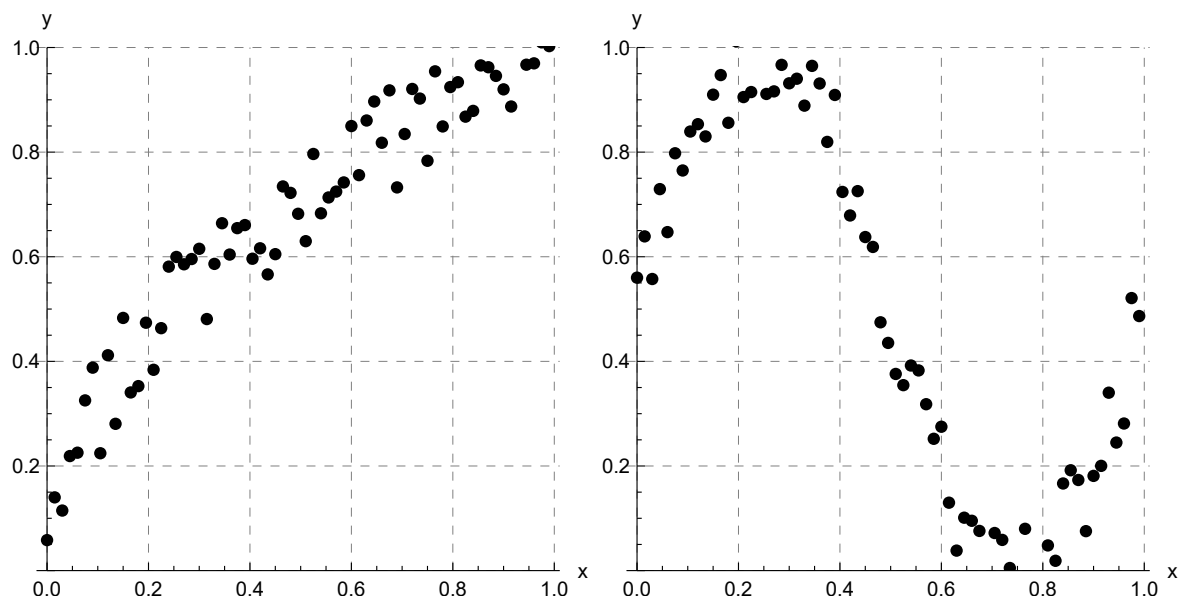


Рис. 1: Примеры экспериментальных данных.

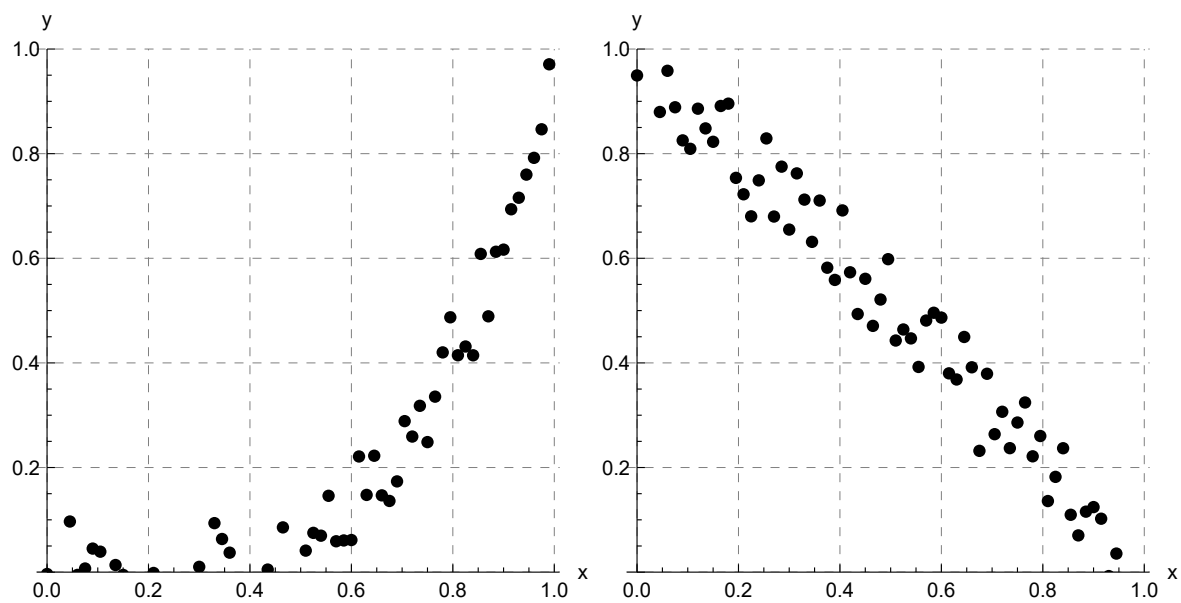


Рис. 2: Примеры экспериментальных данных.



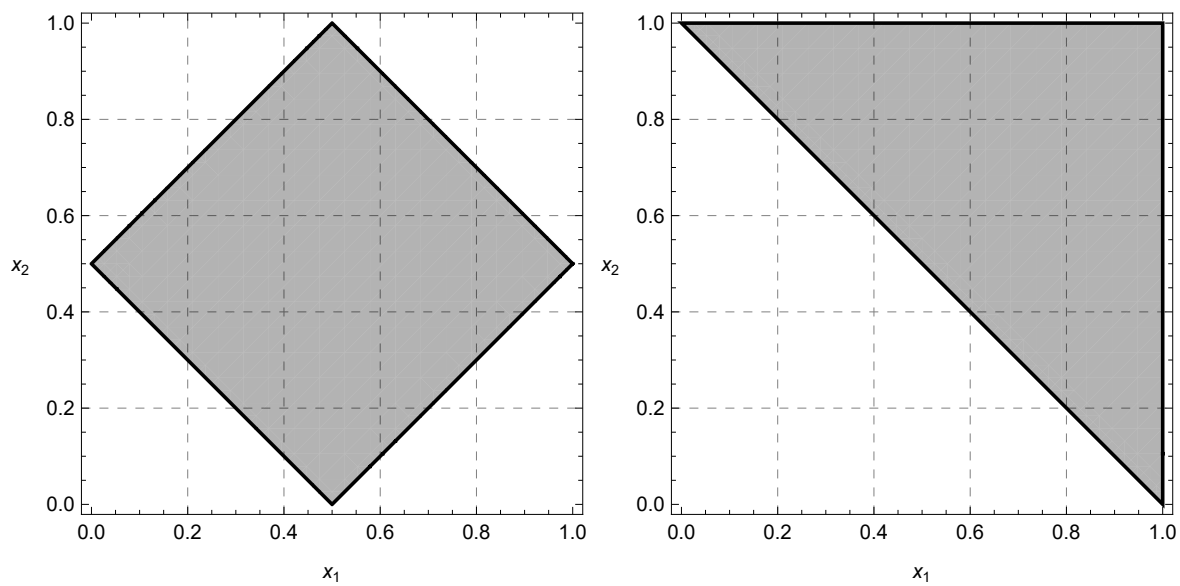


Рис. 3: Примеры факторных пространств.

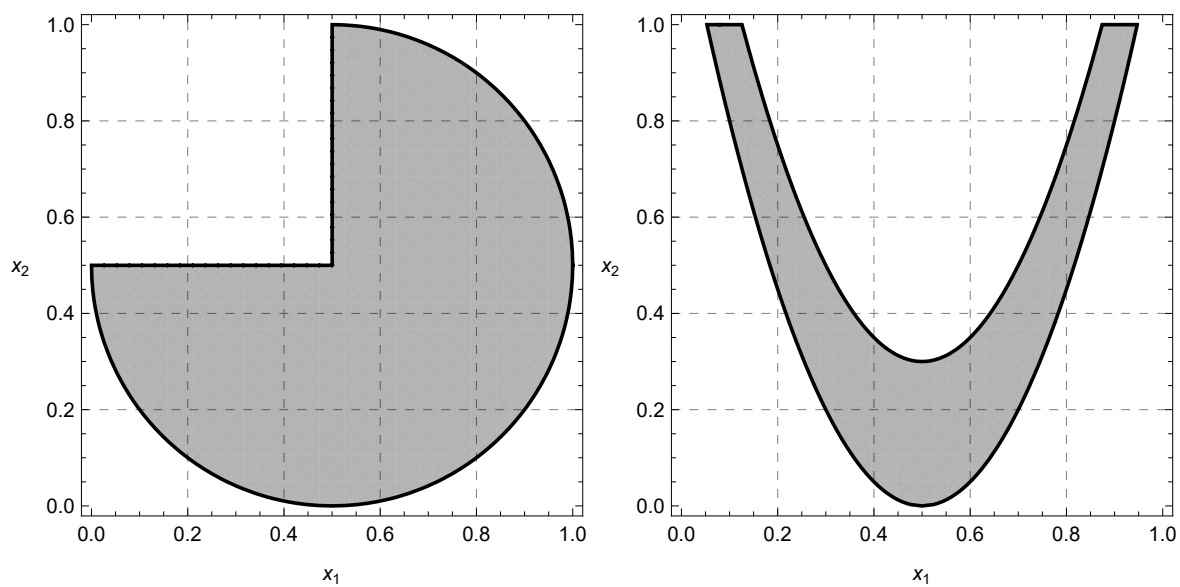


Рис. 4: Примеры факторных пространств.

## Лабораторная работа №2

1. Дайте определение *полному факторному эксперименту (ПФЭ)*.  
Относится ли он ко классу пассивных или активных экспериментов?
2. Каково минимальное количество опытов в рамках проведения ПФЭ?  
Как рассчитать количество экспериментов в ПФЭ?
3. При каком количестве факторов применим ПФЭ?
4. От чего зависит количество экспериментов?
5. Каково минимальное количество опытов для построения линейной регрессионной модели?
6. Являются ли результаты ПФЭ избыточными при построении линейной модели? Какие модели можно построить, исходя из данных ПФЭ?

7. Для чего могут быть использованы избыточные результаты ПФЭ?
8. Что характеризуют коэффициенты регрессионной модели?
9. Какая информация из предшествующего пассивного эксперимента может быть использована при проведении активного эксперимента?
10. Каково значение отклика в нуле факторного пространства?
11. Укажите свойства матрицы коэффициентов регрессии.
12. Укажите свойства матрицы планирования.
13. Как коэффициенты вычисляются?

14. Как влияют свойства матрицы коэффициентов регрессии на проведение эксперимента?

## Лабораторная работа №3

1. Дайте определение *дробному факторному* эксперименту.
2. Дайте определение *генерирующему соотношению* и *дробной реплике*.
3. Дайте определение *определяющему контрасту* и *схемам смешивания*.
4. Что должно быть определено в первую очередь: генерирующие соотношения или определяющий контраст?
5. Можно ли выбрать точки без генерирующих соотношений?
6. Что нам даёт ортогональность матрицы планирования?
7. Как связаны дробность плана и число членов уравнения?

8. Как связаны дробность плана и количество генерирующих соотношений?
9. Возможен ли ДФЭ для ПФЭ без избыточности?
10. Как найти обобщающий определяющий контраст?
11. Как с помощью обобщающего определяющего контраста найти степень взаимодействия факторов?

## Лабораторная работа №4

1. Дайте определение *ортогональному центральному композиционному планированию (ОЦКП)*, ядру, центру и звёздным точкам оного.
2. Что является ядром ОЦКП? Какие ДФЭ могут быть ядром ОЦКП?
3. Какие дробные реплики могут быть ядром ОЦКП?
4. Реплики можно дробить до бесконечности при увеличении количества факторов?
5. Почему парные взаимодействия не должны смешиваться?
6. Всегда ли хорошо, что парные взаимодействия смешаны друг с другом?

7. Сколько парных взаимодействий будет при  $n$  факторах?
8. Можно ли для получения нелинейной модели использовать ПФЭ? Почему тогда мы используем ОЦКП, а не ПФЭ?
9. Сколько уровней вариации в ОЦКП?
10. Опишите алгоритм планирования эксперимента с установкой без априорной информации, используя ДФЭ, ПФЭ и ОЦКП.
11. Откуда берутся  $\alpha$  и  $S$  и зачем они нужны?
12. Где располагаются звёздные точки? Дайте определение *звёздному плечу*.
13. От чего зависит звёздное плечо?



14. Является ли план ОЦКП ротатабельным? За счёт чего его можно сделать ротатабельным?

15. На чем должны лежать точки для ротатабельности?

16. Может ли ротатабельный план быть ортогональным?

## После аттестации

1. Удостоверьтесь, что схема IDEF0 нулевого уровня Вашей ВКР соответствует разработанному методу. или программно-алгоритмическому комплексу.
2. Перечислите входные и выходные параметры.
3. Перечислите внешние параметры, от которых зависит работа программы, но на которые Вы не можете оказывать влияние.
4. Перечислите возмущающие факторы.
5. Введите на пространстве входных параметров метрику для метрического пространства. Все ли входные параметры можно измерить? Какие из них дискретны, какие непрерывны?
6. Составьте план проведения эксперимента для выполнения исследовательской части дипломной работы.