

Лабораторна робота №1

Тема: ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З

ДОВІЛЬНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ФАКТОРІВ

Мета: Вивчити основні поняття, визначення, принципи теорії планування експерименту, на основі яких вивчити побудову формалізованих алгоритмів проведення експерименту і отримання формалізованої моделі об'єкта. Закріпити отримані знання практичним їх використанням при написанні програми, що реалізує завдання на лабораторну роботу.

Завдання на лабораторну роботу

- 1) Використовуючи програму генерації випадкових чисел, провести трьохфакторний експеримент в восьми точках (три стовбці і вісім рядків в матриці планування – заповнити її випадковими числами). Рекомендовано взяти обмеження до 20 при генерації випадкових чисел, але врахувати можливість зміни обмеження на вимогу викладача. Програма створюється на основі будь-якої мови високого рівня.
- 2) Визначити значення функції відгуку для кожної точки плану за формулою лінійної регресії:
$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3,$$
де a_0, a_1, a_2, a_3 довільно вибрані (для кожного студента різні) коефіцієнти, постійні протягом усього часу проведення експерименту.
- 3) Виконати нормування факторів. Визначити значення нульових рівнів факторів. Знайти значення відгуку для нульових рівнів факторів і прийняти його за еталонне $Y_{\text{эт}}$.
- 4) Знайти точку плану, що задовольняє критерію вибору оптимальності (див. табл.1). Варіанти обираються по номеру в списку в журналі викладача.

Таблиця 1

Варіанти завдань

Варіант	Критерій вибору
101	$\bar{Y} \leftarrow$
102	$\min(Y)$
103	$\max(Y)$
104	$Y_{\text{эт}} \leftarrow$
105	$\max((Y - Y_{\text{эт}})^2)$
106	$\min((Y - Y_{\text{эт}})^2)$
107	$\rightarrow Y_{\text{эт}}$
108	$\rightarrow \bar{Y}$ „де \bar{Y} -середнє Y
109	$\bar{Y} \leftarrow$
110	$\min(Y)$
111	$\max(Y)$

112	$Y_{эТ} \leftarrow$
113	$\max((Y - Y_{эТ})^2)$
114	$\min((Y - Y_{эТ})^2)$
115	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - средне Y
116	$\bar{Y} \leftarrow$
117	$\min(Y)$
118	$\max(Y)$
119	$Y_{эТ} \leftarrow$
120	$\max((Y - Y_{эТ})^2)$
121	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - средне Y
122	$\bar{Y} \leftarrow$
123	$\min(Y)$
124	$\max(Y)$
125	$Y_{эТ} \leftarrow$
126	$\max((Y - Y_{эТ})^2)$
127	$\min((Y - Y_{эТ})^2)$
128	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - средне Y
129	$\bar{Y} \leftarrow$
130	$\min(Y)$
131	$\max(Y)$
132	$Y_{эТ} \leftarrow$
133	$\max((Y - Y_{эТ})^2)$
134	$\min((Y - Y_{эТ})^2)$
135	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - средне Y
201	$\bar{Y} \leftarrow$
202	$\min(Y)$
203	$\max(Y)$
204	$Y_{эТ} \leftarrow$

205	$\max((Y - Y_{\text{эТ}})^2)$
206	$\min((Y - Y_{\text{эТ}})^2)$
207	$\rightarrow Y_{\text{эТ}}$
208	$\rightarrow \bar{Y}$, де \bar{Y} - середнє Y
209	$\bar{Y} \leftarrow$
210	$\min(Y)$
211	$\max(Y)$
212	$Y_{\text{эТ}} \leftarrow$
213	$\max((Y - Y_{\text{эТ}})^2)$
214	$\min((Y - Y_{\text{эТ}})^2)$
215	$\rightarrow \bar{Y}$, де \bar{Y} - середнє Y
216	$\bar{Y} \leftarrow$
217	$\min(Y)$
218	$\max(Y)$
219	$Y_{\text{эТ}} \leftarrow$
220	$\max((Y - Y_{\text{эТ}})^2)$
221	$\rightarrow \bar{Y}$, де \bar{Y} - середнє Y
222	$\bar{Y} \leftarrow$
223	$\min(Y)$
224	$\max(Y)$
225	$Y_{\text{эТ}} \leftarrow$
226	$\max((Y - Y_{\text{эТ}})^2)$
227	$\min((Y - Y_{\text{эТ}})^2)$
228	$\rightarrow \bar{Y}$, де \bar{Y} - середнє Y
229	$\bar{Y} \leftarrow$
230	$\min(Y)$
231	$\max(Y)$

232	$Y_{ЭТ} \leftarrow$
233	$\max((Y - Y_{ЭТ})^2)$
234	$\min((Y - Y_{ЭТ})^2)$
235	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - среднє Y
301	$\bar{Y} \leftarrow$
302	$\min(Y)$
303	$\max(Y)$
304	$Y_{ЭТ} \leftarrow$
305	$\max((Y - Y_{ЭТ})^2)$
306	$\min((Y - Y_{ЭТ})^2)$
307	$\rightarrow Y_{ЭТ}$
308	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - среднє Y
309	$\bar{Y} \leftarrow$
310	$\min(Y)$
311	$\max(Y)$
312	$Y_{ЭТ} \leftarrow$
313	$\max((Y - Y_{ЭТ})^2)$
314	$\min((Y - Y_{ЭТ})^2)$
315	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - среднє Y
316	$\bar{Y} \leftarrow$
317	$\min(Y)$
318	$\max(Y)$
319	$Y_{ЭТ} \leftarrow$
310	$\max((Y - Y_{ЭТ})^2)$
321	$\rightarrow \bar{Y}$,де \bar{Y} - среднє Y
322	$\bar{Y} \leftarrow$
323	$\min(Y)$

324	$\max(Y)$
325	$Y_{\text{эт}} \leftarrow$
326	$\max((Y - Y_{\text{эт}})^2)$
327	$\min((Y - Y_{\text{эт}})^2)$
328	$\rightarrow \bar{Y}$, де \bar{Y} - середнє Y
329	$\bar{Y} \leftarrow$
330	$\min(Y)$
331	$\max(Y)$
332	$Y_{\text{эт}} \leftarrow$
333	$\max((Y - Y_{\text{эт}})^2)$
334	$\min((Y - Y_{\text{эт}})^2)$
335	$\rightarrow \bar{Y}$, де \bar{Y} - середнє Y

- 5) Скласти вираз для функції відгуку, підставивши замість X_i значення факторів в точці, що задовольняє критерію вибору.

Порядок виконання роботи

1. Записати рівняння регресії $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3$ з числовими значеннями коефіцієнтів a_0, a_1, a_2, a_3 .
2. Використовуючи генератор випадкових чисел визначимо значення факторів у точках експерименту. А також обчислимо функцію відгуку в кожній точці.

№	X_1	X_2	X_3	Y		X_{H1}	X_{H2}	X_{H3}
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
x_0								
dx								

3. Для кожного фактора X_i визначимо нульовий рівень X_{0i} , проведемо нормування і знайдемо функцію відгуку від нульових рівнів факторів: $Y_{\text{нт}} = Y(X_{01}, X_{02}, X_{03})$
4. Знайти точку плану, що задовольняє заданому критерію оптимальності

Зміст звіту

1. Лістинг програми;
2. Відповіді на контрольні запитання;
3. Результат виконання роботи: нормований план експерименту та функція відгуку для точки плану, що відповідає критерію оптимальності

Контрольні запитання

1. З чого складається план експерименту?
2. Що називається спектром плану?
3. Чим відрізняються активні та пасивні експерименти?
4. Чим характеризується об'єкт досліджень? Дайте визначення факторному простору.

Теоретичні відомості

1. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕОРІЇ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Експеримент – метод наукового дослідження, коли дослідник активно та цілеспрямовано впливає на об'єкт дослідження шляхом створення штучних умов, або використання природніх умов, необхідних для виявлення конкретних властивостей об'єкта.

Експерименти поділяють на пасивні та активні (керовані). В пасивному експерименті існують контрольовані, але некеровані вхідні параметри – ми не маємо можливості втручатись в хід проведення експерименту, і виступаємо в ролі пасивного користувача. В активному – існують керовані і контрольовані вхідні параметри – ми самі являємось адміністраторами нашої системи.

Планування експерименту – наукова область, що застосовується, для оптимізації проведення експериментів та побудови адекватної математичної моделі досліджуваного об'єкта.

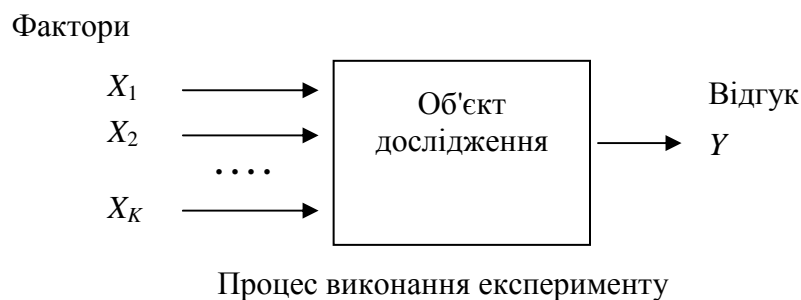
Основу ТПЕ складають математична статистика (пасивні експерименти повністю базуються на ній), котра, в свою чергу, базується на теорії ймовірності.

2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень розглядається як «чорний ящик». Аналізуються деякі властивості та якості, які можуть описуватися числовими значеннями. Вектор $X_1 \dots X_K$ представляє собою групу контрольованих та керованих величин, котрі можуть змінюватись необхідним чином при проведенні експерименту, Цю групу характеристик $X_1 \dots X_K$ також називають **факторами** або керованими впливами.

Реакцією системи є відгук Y . Залежність реакції об'єкта від точки факторного простору називається **функцією відгуку** $Y = F(X_1 \dots X_K)$. Графічним зображенням значень функції відгуку є поверхня відгуку у K -вимірному просторі.

Векторів значень $X_1 \dots X_K$ та відповідних їм значень Y може бути стільки, скільки дослідів ми провели.



Також можна виділити й іншу, не позначену на ідеальній моделі множину впливів на систему – це шуми або перешкоди, що у реальному житті є помилками обслуговуючого персоналу, впливом зовнішнього середовища, похибками приладів, тощо. До цієї групи можна віднести вплив тих характеристик, котрі не можуть контролюватись ззовні – через їх складність, або через незнання їх природи і неможливості їх контролю.

3. ФАКТОРНИЙ ПРОСТІР

Різні характеристики об'єктів мають різну фізичну природу, звідси і розмірність, що ускладнює побудову експериментальної моделі. Тому на практиці значення факторів, котрі мають реальний фізичний зміст, нормують визначеним чином (приводять до певного, попередньо визначеного набору значень). Для будь-якого набору значень фактора X існує нижній x_{\min} і верхній x_{\max} рівні зміни значень. Приведемо алгоритм нормування фактора, щоб x_{\min} відповідало -1 , а x_{\max} $+1$.

- обчислюємо значення x_0 для даного фактора наступним чином: $x_0 = \frac{x_{\max} + x_{\min}}{2}$.
- обчислюємо інтервал зміни фактора $dx = x_0 - x_{\min} = x_{\max} - x_0$.
- знаходимо нормоване значення X_H для кожного фактора $X_H = \frac{x - x_0}{dx}$.

4. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Точка плану експерименту являє собою один набір конкретних значень усіх K факторів: i -та точка плану є вектором $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iK})$.

Сукупність усіх точок плану - векторів X_i (для $i = 1, 2, \dots, N$) утворює **план експерименту**. Таким чином, план експерименту описується матрицею, яка містить N рядків і K стовбців. Кожен рядок матриці означає точку плану експерименту, а стовпчик – фактор експерименту.

Матриця плану експерименту

X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1K}
X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{2K}
...
X_{N1}	X_{N2}	X_{N3}	...	X_{NK}

Матриця плану може мати однакові рядки числових значень, що означає повторенню дослідів у відповідних точках плану.

Сукупність усіх точок плану, що відрізняються рівнем хоча б одного фактора (різних строк матриці планування), називається **спектром плану**. Матриця, отримана із усіх різних строк плану називається **матрицею спектра плану**.