

Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет

Кафедра цивільної та промислової безпеки

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи
з дисципліни «Методологія прикладних досліджень»
для студентів 5 курсу денної форми навчання

ЗАВДАННЯ 1

Тема: «Розробка гіпотези наукового дослідження»

Мета - Навчитися розробляти гіпотезу наукового дослідження на прикладі дослідження рівнів шуму на робочих місцях.

Гіпотеза - це наукове припущення, яке висувається для пояснення певних фактів, явищ чи процесів, і яке необхідно підтвердити чи заперечити.

Гіпотезу можна вважати одним із головних методів розвитку наукового знання, зміст якого полягає у розробці припущення та наступній експериментальній, а іноді й теоретичній його перевірці, яка підтверджує гіпотезу (вона стає фактом, концепцією чи теорією), або заперечує її (висувається нова гіпотеза і т.д.).

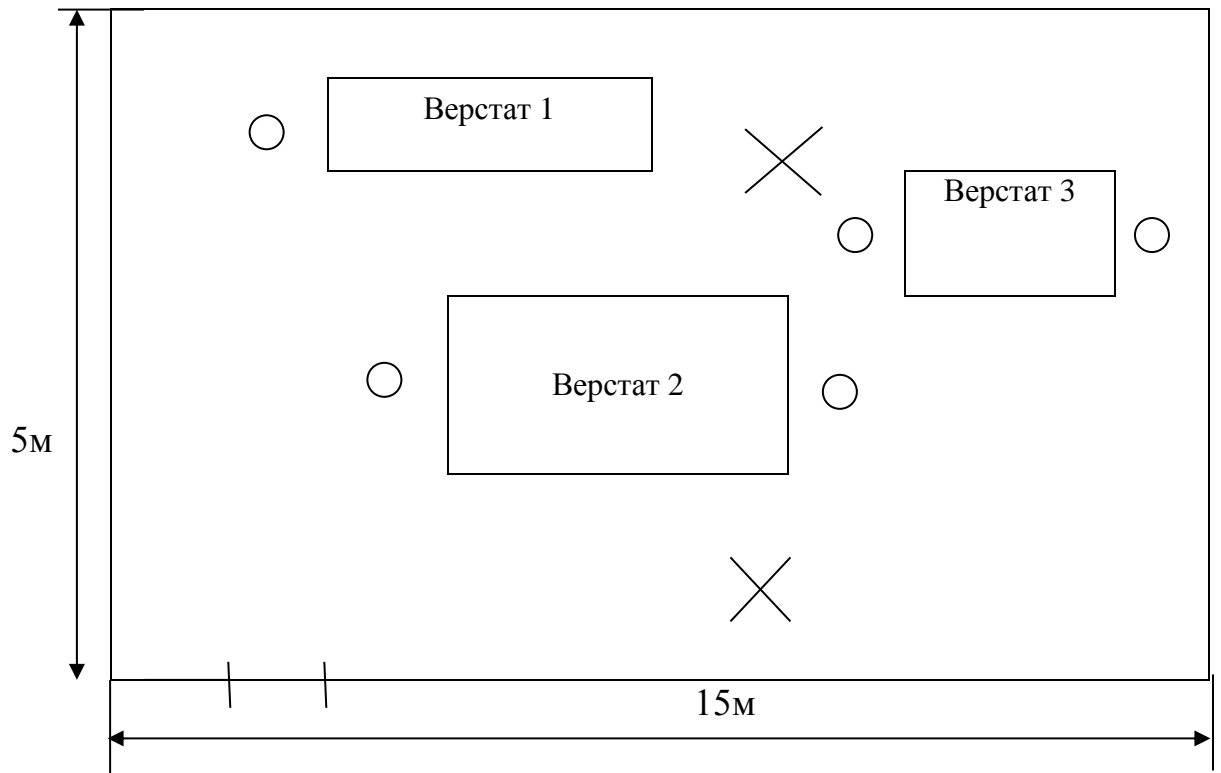
Формулюючи гіпотезу, дослідник будує припущення про те, яким чином він має намір досягти поставленої мети. При цьому повинні бути чітко визначені положення, які потребують доведення і захисту (експериментальної перевірки). Найбільш продуктивними є гіпотези, сформульовані у вигляді: "Якщо має місце А, то матиме місце й В при виконанні умови С". Гіпотеза у процесі дослідження неодноразово уточнюється, доповнюється чи змінюється.

У процесі формулювання гіпотези слід дотримуватися таких *вимог*:

- гіпотеза повинна відповідати вихідним методологічним принципам програми дослідження;
- гіпотеза повинна розкривати механіку функціонування явища і передбачати перспективу його розвитку;
- наукове припущення повинно бути нестандартним (уникати тривіальних формулювань);

- гіпотеза формулюється так, щоб чітко проглядалися положення, які потребують доведення;
- гіпотеза передбачає, який засіб розв'язання завдання є ефективним;
- у гіпотезі передбачають оптимальний варіант вирішення проблеми з декількох можливих;
- гіпотеза формулюється так, щоб її можна було експериментально перевірити. Необхідність перевірки впливає з самої суті гіпотези як припущення;
- гіпотеза повинна давати ймовірне знання про причину тих чи інших явищ (причинно-наслідкові зв'язки між процесами та явищами);
- формулюючи гіпотезу, автор тим самим визначає стратегію, головну ідею дослідження, ті положення, які потребують перевірки, підтвердження, аргументації;
- формулювання гіпотези повинно бути простим і доступним для розуміння.

Зміст завдання: розробити гіпотезу, що описує залежність рівнів шуму на робочих місцях працівників від певних факторів, якщо відомо, що в приміщенні розташовані три верстати. Схема розташування обладнання наведена на рис. 1.



○ - працівники цеху

× - місце вимірювання шуму

Рис. 1 – Схематичне зображення розташування обладнання

Контрольні питання

1. Надайте поняття наукової гіпотези?
2. Як співвідносяться наукова гіпотеза та експеримент?
3. Яким вимогам повинна відповідати наукова гіпотеза?
4. Яким чином можливо перевірити адекватність гіпотези?

ЗАВДАННЯ 2

Тема: “Застосування плану першого порядку при проведенні багатофакторного дослідження”.

Мета – придбання навичок організації і проведенні експерименту, а також обробки його результатів методами планування експерименту для побудови математичної моделі об'єкта досліджень у виді степеневі функції.

Складання матриці плану

План першого порядку передбачає проведення дослідів на двох рівнях факторів M і E . Відповідно кількість рівнів $N = 2$. Верхній рівень у кодованій шкалі перемінних x_1 (маса) і x_2 (погрішність установки) позначається « +1 », чи просто « + », нижній рівень « -1 », чи « - ». При цьому верхньому рівню, як правило, відповідає максимальне значення фактора, а нижньому – мінімальне (діапазон зміни факторів M і E задає викладач).

Для перевірки адекватності моделі доцільне проведення експерименту в центрі плану ($x = 0, x_2 = 0$).

В загальному випадку зв'язок кодованих и натуральних значень факторів здійснюється за допомогою залежностей:

$$x_1 = \frac{2(\lg M - \lg M_{\max})}{\lg M_{\max} - \lg M_{\min}} + 1 \quad (1)$$

$$x_2 = \frac{2(\lg E - \lg E_{\max})}{\lg E_{\max} - \lg E_{\min}} + 1 \quad (2)$$

де $\lg M$ і $\lg E$ – логарифми натуральних значень факторів, що відповідають кодованим значенням x і x_2 .

Загальна кількість точок плану w (з урахуванням центра) дорівнює $N^2 + 1 = 2^2 + 1 = 5$.

З метою підвищення точності моделі в кожній точці виконується n повторних дослідів. У даній роботі рекомендується прийняти $n = 5$. Таким чином, загальна кількість дослідів ν розраховується за формулою:

Для систематизації експериментальних даних складається робоча матриця (табл. 1). Умови проведення дослідів у 1-й...4-й точках плану повинні охоплювати перебір усіх можливих рівнів факторів $+1$ і -1 , у п'ятій точці (центр плану)

$$x_1 = 0, x_2 = 0.$$

Послідовність проведення дослідів з 1 по 25 рандомізується за допомогою таблиці випадкових чисел (додаток Ж) і записується в графу 6 табл. 1.

Обробка результатів експериментів виконується в наступній послідовності:

1 Визначаємо $\lg t_{shtm}$.

2 Обчислюємо середні значення $\lg t_{shtcp}$:

$$\lg t_{shtcp} = \frac{1}{n} \sum_{m=1}^n \lg t_{shtm}$$

3 Обчислюємо дисперсії S_{shtf}^2 відхилень $\lg t_{shtm}$ від $\lg t_{shtcp}$:

$$S_{shtf}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{m=1}^n (\lg t_{shtm} - \lg t_{shtcp})^2$$

4 Оцінюємо однорідність дисперсій за критерієм Кохрена:

$$G = \frac{S_{sh\max}^2}{\sum_{f=1}^w S_{shf}^2}$$

3											
4											
5											

2. $x_0 = +1$ у всіх точках плану.

У зв'язку з цим

$$b_0 = \frac{1}{w} \sum_{f=1}^w \lg t_{shcpf}$$

6 Оцінюємо значимість коефіцієнтів.

Значимість коефіцієнтів, тобто їхня відмінність від нуля визначається порівнянням коефіцієнта b_i з його довірчим інтервалом Δb_i .

Коефіцієнт статистично значимий у випадку $b_i > \Delta b_i$. У протилежному випадку $b_i = 0$.

Довірчий інтервал

$$\Delta b_i = \pm t S_{\{b_i\}},$$

де t – критерій Стьюдента (див. додаток Г);

$S_{\{b_i\}}$ - середньоквадратичне відхилення коефіцієнта b_i

$$S_{\{b_i\}} = \sqrt{\frac{S_{\{y\}}^2}{\nu}}$$

Значення t – критерію визначається для числа ступенів свободи $K = \nu - 1 = 24$ при довірчій імовірності $P = 0,95$ ($t = 2,06$).

7 Оцінюємо адекватність моделі.

Розрахункові значення $\lg^* t_{shf}$ визначаються з урахуванням значимості коефіцієнтів по моделі:

$$\lg^* t_{shf} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 ,$$

де x_1 і x_2 – кодовані значення перемінних (+1, 0, -1);

b_0, b_1, b_2 – коефіцієнти моделі, обчислені відповідно до пункту 5.

Розрахуємо квадрат помилки

$$\Delta y_{shf}^2 = (\lg t_{shfcpf} - \lg^* t_{shf})^2$$

Дисперсія адекватності

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{f=1}^w n \Delta y_{shf}^2}{N - \lambda} ,$$

де λ – кількість коефіцієнтів моделі, $\lambda = 3$.

Як критерій адекватності використовується F – критерій Фішера:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{\{y\}}^2}$$

Якщо $F < F_{табл}$ (додаток В), обумовленого для числа ступенів свободи дисперсії адекватності $f_{ad} = 2$ і числа ступенів свободи дисперсії

відтворюваності $f_{vosp} = 4$ при рівні значимості $\alpha = 0,05$ ($F_{табл} = 6,94$), то отримана модель може бути визнана адекватною з довірчою імовірністю $P = 0,95$.

При $F > F_{табл}$ модель непридатна для практичного використання. У цьому випадку необхідно збільшити кількість повторних дослідів або застосувати планування другого порядку.

8 Перетворення кодованих перемінних у натуральні.

Для одержання залежності виду (1) з рівняння (6) необхідно зробити наступні заміни:

$$\alpha = b_1; \beta = b_2; C = 10^{b_0}.$$

Контрольні питання

1. Яку мету переслідує проведене дослідження?
2. Чому необхідне перетворення перемінних з натуральних у кодовані?
3. З якою метою виконується дублювання дослідів?
4. З якою метою проводиться рандомізація дослідів?
5. Як визначити значимість коефіцієнтів та що під цим розуміється?
6. Що таке адекватність моделі і як вона оцінюється?

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ СТУДЕНТІВ

Одним із головних завдань вищої школи є розвиток пізнавальної активності студентів, виховання у них вимогливості до себе, бажання і потреби працювати творчо, постійно поповнювати і удосконалювати свої знання. Вміння самостійно засвоювати і творчо застосовувати знання на практиці є важливим показником загальної і професійної підготовки випускників вузів.

Важливість правильно організованої, ефективної самостійної роботи студентів актуалізують такі чинники:

1) обсяг інформації, який весь час збільшується (за наявними даними, обсяг інформації в системі «Інтернет» подвоюється кожні 100 днів, тобто щорічно у 7,3 рази), змушує викладачів орієнтувати студентів на самостійне вивчення частини навчального матеріалу за збереження за собою установчої функції та функції контролю;

2) переконаність у тому, що самостійна робота сприяє розвитку творчого ставлення до знань, спонукає студента до поглибленого вивчення теорії, допомагає застосовувати її для вирішення практичних завдань;

3) недостатнє володіння студентами, особливо першокурсниками, необхідними прийомами і навичками раціональної організації розумової праці;

4) усвідомлення того, що самостійна робота в процесі навчання у вузі формує вміння самостійно здобувати знання, що необхідно не лише під час навчання, а й у практичній діяльності після закінчення вузу.

Життя вимагає розвитку не лише змісту, а й методики організації самостійної пізнавальної діяльності людини, опанування нею нових пізнавальних технологій і засобів.

Від організації самостійної роботи багато в чому залежать результати навчання студентів та їх майбутня практична діяльність.

Самостійна робота студентів є дуже широким поняттям, у тлумаченні якого сформувалися різні підходи, що і зумовлено відмінностями в розумінні суті цього явища.

Нерідко самостійну роботу розглядають як окремий вид навчальних занять поряд з лекцією, семінаром, практичним заняттям та ін. При цьому її суттєвими ознаками вважають обов'язковість заняття у відведений розпорядком дня вузу час, роботу без безпосередньої участі викладача, але за обов'язкового його контролю. За іншими твердженнями, самостійна робота передбачає всю активну розумову діяльність студентів у навчальному процесі, є внутрішньою основою зв'язку різних видів і форм занять між собою. Вважаючи самостійну роботу основним методом засвоєння знань, прихильники цього підходу стверджують, що вона охоплює пізнавальну діяльність, яку здійснюють студенти не лише позааудиторно, а й на лекціях, семінарах, індивідуальних співбесідах, заліках, іспитах, під час захисту курсових, дипломних робіт тощо. Тобто, самостійна робота, згідно з таким баченням, охоплює всі види і форми навчального процесу.

За своєю суттю самостійна робота є активною розумовою діяльністю студента, пов'язаною з виконанням навчального завдання. Наявність завдання і цільової установки на його виконання вважають характерними ознаками самостійної роботи. Завдання, які доводиться вирішувати студенту в навчальній діяльності, стосуються таких її сфер:

- засвоєння матеріалу теми, яка розглядається на лекції (робота з конспектом лекції, рекомендованою навчальною літературою);
- конспектування фундаментальних робіт відповідно до програми навчальної дисципліни;
- розв'язування задач, проведення дослідів, експериментів тощо.

Усі ці елементи навчального процесу є самостійною роботою, оскільки студенти здійснюють їх певною мірою індивідуально, в позааудиторний час.

Самостійна робота — навчальна діяльність студента, спрямована на вивчення і оволодіння матеріалом навчального предмета без безпосередньої участі викладача.

Самостійна робота з виконання навчального завдання охоплює три етапи.

1. Підготовка студента до виконання завдання, теоретичне, психологічне, організаційно-методичне і матеріально-технічне забезпечення самостійної роботи.

Теоретична готовність студента виявляється в його інтелектуальній підготовленості, тобто у здатності застосувати свої знання для виконання завдання.

Практична готовність полягає у здатності оптимально планувати самостійну роботу, вміло використовувати конспект лекцій, підручники, посібники, комп'ютер, розумові операції (аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, класифікацію та ін.).

Психологічна готовність студента передбачає передусім наявність у нього мотивів до виконання конкретного завдання. Для того щоб поставлене перед студентом завдання стало мотивом його розумової, практичної діяльності, воно повинно бути ним сприйняте. Внутрішнє сприйняття завдання починається з актуалізації мотиву, що спонукає студента до виконання поставленого завдання, а відповідно, до організації своєї самостійної роботи.

Успіх підготовчого етапу залежить і від організаційного, методичного, матеріально-технічного забезпечення самостійної роботи студента (забезпеченість літературою, методичними рекомендаціями, наочними посібниками, інформаційно-комп'ютерною базою тощо).

2. Безпосереднє виконання навчального завдання. Це найважливіший і найвідповідальніший етап самостійної роботи студента. Оскільки навчальне завдання і найчастіше постає у навчально-пізнавальній формі, то в процесі його виконання беруть участь усі психічні процеси, які забезпечують пізнавальну активність: відчуття, сприйняття, уява, пам'ять, мислення, увага

та ін. На ефективність виконання завдання впливають такі особистісні якості студента, як цілеспрямованість, наполегливість, відповідальність, тощо.

3. Аналіз виконаного завдання. Є завершальним етапом самостійної роботи. Під час аналізу студент оцінює (шляхом самоконтролю, іноді взаємоконтролю) якість і час виконання завдання, ефективність використаних у процесі самостійної роботи методів і засобів.

Багато студентів нашоухуються на труднощі під час виконання письмових домашніх завдань (розв'язання задач з математики, статистики, економіко-математичного моделювання, підготовки рефератів, контрольних і курсових робіт). Письмову роботу виконують передусім для того, щоб викладач зміг оцінити ступінь і якість засвоєння студентом навчального курсу, рівень сформованості у нього вмінь і навичок використання теорії при розв'язанні практичних завдань.

На ефективність самостійної роботи студента значною мірою впливає керівництво нею викладача, яке охоплює:

- планування самостійної роботи студентів;
- формування в них потреб і мотивів до активної, творчої самостійної роботи;
- навчання студентів основам самостійної роботи;
- контроль за виконанням навчальних завдань.

Формування у студентів потреб і мотивів до активної самостійної роботи відбувається внаслідок спонукання (наказ, жорстка вимога) викладача. Цей спосіб не ефективний, оскільки будь-яка діяльність, що не викликає у людини професійного інтересу, малопродуктивна. Значно ефективнішим способом формування у студентів потреб і мотивів до самостійної роботи є розвиток пізнавального інтересу до предмета, який вивчається, процесу оволодіння ним. Діяльність, що має у своїй основі глибокий інтерес не лише до результату, а й до її процесуальних компонентів, найпродуктивніша, адже саме від неї людина має найбільше задоволення. Студент у цьому разі сам знаходитиме час для предмета, який

йому сподобався. Зрозуміло, що викликати інтерес до навчальної дисципліни, її змісту повинен викладач.

Самостійна робота сприяє формуванню у студентів інтелектуальних якостей, необхідних майбутньому спеціалістові. Вона виховує у студентів стійкі навички постійного поповнення своїх знань, самоосвіти, сприяє розвитку працелюбності, організованості й ініціативи, випробовує його сили, перевіряє волю, дисциплінованість тощо.

Під час самостійної роботи студенти мають змогу краще використати свої індивідуальні здібності. Вони вивчають, конспектують літературні джерела, за потреби повторно перечитують їх окремі розділи, абзаци, звертаються до відповідних довідників і словників. Все це сприяє глибокому осмисленню навчального матеріалу, виробляє в студентів цілеспрямованість у здобутті знань, самостійність мислення. Самостійна робота здійснює і виховний вплив на студентів, сприяючи формуванню і розвитку необхідних моральних якостей.

Перелік питань, що винесені для самостійного вивчення студентами з курсу «Методологія прикладних досліджень» наведений в табл. 2.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Літературні джерела
1	Побудова гіпотези та її властивості	10	[1,10,12]
2	Спостереження і виміри в експерименті	5	[3, 6 - 10]
3	Методи та засоби вимірювання	5	[12]
4	Аналіз похибок експерименту	5	[2]
5	Методи раціоналізації експерименту	5	[3, 6, 7]
6	Методи підвищення точності експерименту	2	[3, 6]
7	Оформлення звітів в сфері науки	10	[4,5]
Разом		42	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Білуха М.Т. Основи наукових досліджень: Підручник для студ. екон. спец. вузів. – К., 2009. – 271 с.
2. Воробьев В.В., Оболенський М.А. Основи научных исследований. Курс лекций. Часть 1,2. – Х., 2010.
3. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основи научных исследований. – Харків, 1979. – 200 с.
4. Документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура і правила оформлення. – К., 1995. – 38 с.
5. ДСТУ 3852 – 97. Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила. – На зміну РСТ УРСР 1743-82. – Чинний від 1998 –07-01. – К.: Держстандарт України. – 27 с.
6. Капица П. Л. Эксперимент, теория, практика. – М., 1977. – 420 с.
7. Кириллов В.И., Старченко А.А. Логика. – М.: Юрист, 1995.
8. Кожухова Т.В., Кайданова Л.Г., Шпалінський В.В. Основи психолого-педагогічного дослідження. – Харків, 2012
9. Лудченко А.А. и др. Основи научных исследований. – К., 2009. – 114 с.
10. Пілюшенко В. Л. Шкрабак І.В. Наукове дослідження: організація, методологія, інформаційне забезпечення: Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2012. – 344 с.
11. Сидоренко В.К., Хайруддінов М.А., Абдулгасис У.А. Основи наукових досліджень: Навч. посібн. – Сімферополь, 2009. – 168 с.
12. Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності. – Харків, 2008. – 288 с.

Додаток А

Таблиця імовірності $P[\chi^2]$

F^2	Кількість ступенів свободи K							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,317	0,605	0,801	0,910	0,963	0,986	0,995	0,998
2	0,157	0,368	0,572	0,736	0,849	0,920	0,960	0,981
3	0,083	0,223	0,392	0,558	0,700	0,809	0,885	0,934
4	0,045	0,135	0,262	0,406	0,550	0,677	0,780	0,857
5	0,025	0,082	0,172	0,287	0,416	0,544	0,660	0,758
6	0,014	0,050	0,112	0,199	0,306	0,423	0,540	0,647
7	0,008	0,030	0,072	0,136	0,221	0,321	0,429	0,537
8	0,004	0,018	0,046	0,092	0,156	0,238	0,333	0,434
9	0,003	0,011	0,029	0,061	0,109	0,174	0,253	0,342
10	0,002	0,007	0,019	0,040	0,075	0,125	0,189	0,265
11	0,001	0,004	0,012	0,027	0,051	0,088	0,139	0,202
12		0,003	0,007	0,017	0,035	0,062	0,101	0,151
13		0,002	0,005	0,011	0,023	0,043	0,072	0,112
14		0,001	0,003	0,007	0,016	0,030	0,051	0,082
15			0,002	0,005	0,010	0,020	0,036	0,059
16			0,001	0,003	0,007	0,014	0,025	0,042
17			0,001	0,002	0,004	0,009	0,017	0,030
18				0,001	0,003	0,006	0,012	0,021
19				0,001	0,002	0,004	0,008	0,015
20					0,001	0,003	0,006	0,010

Додаток Б

Таблиця значень $Z_t = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} l^{-\frac{t^2}{2}}$

<i>t</i>	Соті частки <i>t</i>				
	0	1	2	3	4
0,0	0,3989	0,3989	0,3986	0,3982	0,3977
0,1	0,3980	0,3961	0,3951	0,3939	0,3925
0,2	0,3910	0,3894	0,3867	0,3856	0,3836
0,3	0,3814	0,3790	0,3765	0,3739	0,3712
0,4	0,3683	0,3653	0,3621	0,3589	0,3555
0,5	0,3521	0,3485	0,3448	0,3410	0,3372
0,6	0,3332	0,3292	0,3251	0,3209	0,3166
0,7	0,3123	0,3079	0,3034	0,2989	0,2943
0,8	0,2897	0,2850	0,2803	0,2755	0,2709
0,9	0,2661	0,2623	0,2565	0,2526	0,2468
1,0	0,2420	0,2372	0,2323	0,2275	0,2227
1,1	0,2179	0,2131	0,2083	0,2036	0,1989
1,2	0,1942	0,1895	0,1849	0,1804	0,1758
1,3	0,1714	0,1669	0,1624	0,1582	0,1539
1,4	0,1497	0,1456	0,1415	0,1374	0,1334
1,5	0,1295	0,1257	0,1219	0,1182	0,1145
1,6	0,1109	0,1074	0,1040	0,1006	0,0973
1,7	0,0940	0,0909	0,0878	0,0848	0,0818
1,8	0,0790	0,0761	0,0734	0,0707	0,0681
1,9	0,0756	0,0632	0,0608	0,0584	0,0562
2,0	0,0540	0,0519	0,0498	0,0478	0,0459
2,1	0,0440	0,0422	0,0404	0,0387	0,0371
2,2	0,0355	0,0339	0,0325	0,0310	0,0297
2,3	0,0289	0,0270	0,0258	0,0246	0,0235
2,4	0,0224	0,0213	0,0203	0,0194	0,0184
2,5	0,0175	0,0167	0,0158	0,0151	0,0143
2,6	0,0136	0,0129	0,0122	0,0116	0,0110
2,7	0,0104	0,0099	0,0093	0,0088	0,0084
2,8	0,0070	0,0075	0,0071	0,0067	0,0063

Додаток В

Критичні значення F – критерію Фішера для $P = (1 - \alpha) = 0,95$

(χ_1 – кількість ступенів свободи більшої дисперсії,

χ_2 – кількість ступенів свободи меншої дисперсії)

		χ_1							
		1	2	3	4	5	6	7	8
χ_2	1	161	200	216	225	230	234	237	239
	2	18,5	19,0	19,2	19,3	19,3	19,3	19,4	19,4
	3	10,1	9,6	9,3	9,1	9,0	8,9	8,9	8,8
	4	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0
	5	6,6	5,8	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8
	6	6,0	5,1	4,8	4,4	4,3	4,2	4,1	4,1
	7	5,6	4,7	4,4	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7
	8	5,3	4,5	4,1	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
	9	5,1	4,3	3,9	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2
	10	5,0	4,1	3,7	3,5	3,3	3,2	3,1	3,1
	11	4,8	4,0	3,6	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9
	12	4,8	3,9	3,5	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8
	13	4,7	3,8	3,4	3,2	3,0	2,9	2,8	2,8
	14	4,6	3,7	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7
	15	4,5	3,7	3,3	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6
	16	4,5	3,6	3,2	3,0	2,8	2,7	2,7	2,6
	17	4,4	3,6	3,2	3,0	2,8	2,7	2,6	2,5

Додаток Г

Критичні точки t – розподілу Стьюдента

Кількість ступенів свободи K	Рівень залежності α (двостороння критична область)			
	0,10	0,05	0,02	0,01
1	6,31	12,7	31,82	63,7
2	2,92	4,30	6,97	9,92
3	2,35	3,18	4,54	5,84
4	2,13	2,78	3,75	4,60
5	2,01	2,57	3,37	4,03
6	1,94	2,45	3,14	3,71
7	1,89	2,36	3,00	3,50
8	1,86	2,31	2,90	3,36
9	1,83	2,26	2,82	3,25
10	1,81	2,23	2,76	3,17
11	1,80	2,20	2,72	3,11
12	1,78	2,18	2,68	3,05
13	1,77	2,16	2,65	3,01
14	1,76	2,14	2,62	2,98
15	1,75	2,13	2,60	2,95
16	1,75	2,12	2,58	2,92
17	1,74	2,11	2,57	2,90
18	1,73	2,10	2,55	2,88
19	1,73	2,09	2,54	2,86
20	1,73	2,09	2,53	2,85
21	1,72	2,08	2,52	2,83
22	1,72	2,07	2,51	2,82
23	1,71	2,07	2,50	2,81
24	1,71	2,06	2,49	2,80
25	1,71	2,06	2,49	2,79
26	1,71	2,06	2,48	2,78
27	1,71	2,05	2,47	2,77
28	1,70	2,05	2,46	2,76
29	1,70	2,05	2,46	2,76
30	1,70	2,04	2,46	2,76
40	1,68	2,02	2,42	2,70
60	1,67	2,00	2,39	2,66
120	1,66	1,98	2,36	2,62

Додаток Д

Критичні точки розподілу χ^2

Кількість ступенів свободи К	Рівень значимості α			
	0,01	0,05	0,95	0,99
1	6,6	3,8	0,0039	0,00016
2	9,2	6,0	0,103	0,020
3	11,3	7,8	0,352	0,115
4	13,3	9,5	0,711	0,297
5	15,1	11,1	1,15	0,554
6	16,8	12,6	1,64	0,872
7	18,5	14,1	2,17	1,24
8	20,1	15,5	2,73	1,65
9	21,7	16,9	3,33	2,09
10	23,2	18,3	3,94	2,56
11	24,7	19,7	4,57	3,05
12	26,2	21,0	5,23	3,57
13	27,7	22,4	5,89	4,11
14	29,1	23,7	6,57	4,66
15	30,6	25,0	7,26	5,23
16	32,0	26,3	7,96	5,81
17	33,4	27,6	8,67	6,41
18	34,8	28,9	9,39	7,01
19	36,2	30,1	10,1	7,63
20	37,6	31,4	10,9	8,26
21	38,9	32,7	11,6	8,90
22	40,3	33,9	12,3	9,54
23	41,6	35,2	13,1	10,2
24	43,0	36,4	13,8	10,9
25	44,3	37,7	14,6	11,5
26	45,6	38,9	15,4	12,2
27	47,0	40,1	16,2	12,9
28	48,3	41,3	16,9	13,6
29	49,6	42,6	17,7	14,3
30	50,9	43,8	18,5	15,0

Додаток Е

Критичні значення G – критерію Кохрена при рівні значимості $\alpha = 0,05$

Кількість дисперсій	Кількість ступенів свободи $\chi = N - 1$ (N – об'єм вибірки)							
	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,998	0,939	0,906	0,877	0,853	0,833	0,814	0,801
3	0,871	0,798	0,746	0,707	0,677	0,653	0,633	0,617
4	0,768	0,684	0,628	0,590	0,560	0,537	0,518	0,502
5	0,684	0,598	0,544	0,507	0,476	0,456	0,439	0,424
6	0,616	0,532	0,480	0,445	0,418	0,398	0,382	0,368
7	0,561	0,480	0,431	0,397	0,373	0,354	0,338	0,326
8	0,516	0,438	0,391	0,360	0,336	0,319	0,304	0,293
9	0,478	0,403	0,358	0,329	0,307	0,290	0,277	0,266
10	0,445	0,373	0,331	0,302	0,282	0,266	0,254	0,244
12	0,392	0,326	0,288	0,262	0,244	0,230	0,219	0,210
15	0,335	0,276	0,242	0,220	0,203	0,191	0,182	0,174
20	0,271	0,221	0,192	0,173	0,160	0,150	0,142	0,136

Додаток Ж

Таблиця випадкових чисел від 1 до 25

16 2 21 15 3	6 9 4 1 25	12 10 22 4 5
8 22 11 12 1	2 15 18 16 21	16 1 23 7 19
14 25 19 7 17	8 17 13 24 3	8 11 2 3 25
24 20 4 6 9	14 20 12 22 5	14 6 18 13 21
10 23 13 5 18	19 23 7 10 11	15 9 20 24 17
5 4 21 10 13	10 8 25 2 9	14 8 16 6 19
15 20 23 7 3	16 24 7 11 20	21 7 5 18 24
12 24 9 14 1	23 17 19 5 18	4 17 2 20 25
17 19 25 6 16	22 13 6 4 15	1 13 12 15 23
18 22 2 8 11	21 1 12 3 14	9 11 3 22 10
17 12 14 21 7	20 14 21 3 11	
9 6 19 24 8	5 25 8 19 18	
16 22 5 11 1	4 24 7 17 2	
20 15 23 3 4	16 13 12 10 23	
18 25 13 10 2	1 15 9 22 6	