

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра «Програмної інженерії і інформаційних технологій управління»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання лабораторної роботи за курсом
«Методи оцінки трудомісткості»
для студентів спеціальності 122 - «Комп'ютерні науки»,
галузі знань - 12 «Інформаційні технології»

Затверджено
редакційно-видавничою радою
університету,
протокол № від 2017 року

Методичні вказівки до проведення лабораторних занять за курсом "Методи оцінки трудомісткості" для студентів спеціальності 122 - «Комп'ютерні науки», галузі знань - 12 Інформаційні технології \ Укладач – Єршова С.І.,– Харків: НТУ«ХП», 2017. – 24 с.

Укладач С.І. Єршова

Рецензент О.В. Горілий

Кафедра програмної інженерії та інформаційних технологій управління

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лабораторна робота № 2 "Побудова та аналіз однофакторних регресійних моделей"	9
Програмне забезпечення.....	23
Література	24

ВСТУП

Загальні положення

Методичні вказівки містять завдання для виконання лабораторних робіт для студентів базового напрямку 122 - «Комп'ютерні науки», галузі знань - 12 "Інформаційні технології".

Мета навчальної дисципліни є опанування студентами теоретичних основ інтелектуального аналізу даних та видобування знань, надання студентам систематизованих знань про основні моделі, методи та технології, які використовуються для інтелектуального аналізу даних та видобування знань; отримання студентами теоретичних знань та практичних навичок роботи з сучасними технологіями, отримання практичних навичок використання програмних засобів розробки онтологій у наукових дослідженнях; формування у студентів аналітичних здібностей, які б дозволили робити обґрунтований вибір методів, засобів та технологій при рішенні задач предметної області.

Правила виконання і оформлення лабораторних робіт

Звіт до лабораторної роботи виконується на одній стороні аркуша білого паперу формату А-4 (210x297 мм) через два міжрядкові машинописні (1,5 комп'ютерні) інтервали до тридцяти рядків на сторінці. Мінімальна висота шрифту 1,8 мм, що відповідає 14-му розміру комп'ютерного шрифту. На кожному аркуші повинні бути поля таких розмірів: ліворуч, зверху та знизу - не менше за 20 мм, праворуч - не менше ніж 10 мм. Шрифт друку повинен бути чітким, чорного кольору. Щільність тексту має бути однаковою.

Друкарські помилки, описки чи графічні нечіткості, виявлені під час оформлення роботи, можна виправляти охайним підчищенням чи за допомогою коректора і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту (фрагмента рисунка) тим самим кольором, яким

написаний текст. Заголовки структурних частин роботи "ЗМІСТ", "ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ" (якщо такий є), "ВСТУП", "ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ", "ВИСНОВКИ". "СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ", "ДОДАТКИ" (якщо такі є) друкують великими літерами. Крапка наприкінці заголовка не ставиться.

Текст розділів може складатись з підрозділів. Заголовки підрозділів друкуються маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапка наприкінці заголовка не ставиться.

Якщо підрозділи містять пункти, то заголовки цих пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапка наприкінці заголовка не ставиться..

Якщо заголовок складається із двох чи більше речень, то їх розділяють крапкою.

Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул подається арабськими цифрами без знака №.

Нумерація має бути наскрізною, причому першою сторінкою є титульний аркуш, але на ньому номер сторінки не ставиться. Рисунки і Таблиці включаються у загальну нумерацію. Сторінки з додатками і списком літератури входять у наскрізну нумерацію. Номер сторінки проставляється у правому верхньому кутку сторінки без будь-яких знаків (крапки наприкінці, виділення рисками, дужками тощо).

Підрозділи нумеруються у межах розділу. Номер підрозділу складається із номера розділу та порядкового номера, розділених крапкою. У кінці також ставиться крапка, наприклад "2.1" (перший підрозділ (параграф) другого розділу). Пункти нумеруються арабськими цифрами у межах кожного підрозділу. Номер пункту має складатися із номера розділу, підрозділу і пункту (свого порядкового номера), розділених крапками. У кінці номера пункту ставиться крапка, наприклад, "2.1.3." (третій пункт першого підрозділу другого розділу). Потім у тому ж порядку йде заголовок пункту. Нумери підрозділів і пунктів ставляться на їх

початку, номер пункту на початку першого рядка абзацу, яким розпочинається відповідний пункт. Цифра номера пункту не повинна виступати за межі абзацу. Якщо пункти міститимуть підпункти, то їх нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як пункти.

Ілюстрації (фотографії, схеми, креслення, графіки тощо) називаються рисунками, які нумеруються послідовно у межах розділу або наскрізно арабськими цифрами: номер рисунку складається з двох цифр. Перша - номер розділу, друга - порядковий номер рисунку у розділі, розділених крапкою, наприклад "Рисунок 1.2" (другий рисунок першого розділу), а далі йде назва рисунка. При посиланні на рисунок перший раз необхідно вписувати його повний номер, наприклад, "(рис. 1.2)". Подальші посилання на рисунки виконуються разом із скороченим словом "дивись", наприклад "(див. рис. 1.2)". Рисунки мають розташовуватись одразу після посилання на них у тексті. Якщо на цій сторінці немає місця, то їх необхідно розташувати на наступній сторінці у зручній для ознайомлення формі тобто, щоб для вивчення цього рисунка сторінку можна було б повернути за годинниковою стрілкою. Номер рисунка, його назва і пояснювальні підписи розміщуються послідовно під рисунком.

Таблиці у роботі нумеруються послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) в межах розділу. У правому верхньому куті пишеться слово "Таблиця" із зазначенням її номера. Номер таблиці складається із номера розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою, наприклад "Таблиця 1.2" (друга таблиця першого розділу). При посиланні на таблицю вказують її повний номер, а слово "Таблиця" пишуть скорочено, наприклад "(табл. 1.2)". Якщо у роботі тільки одна таблиця, то її не нумерують і слово "Таблиця" не пишуть.

Під словом "Таблиця" розміщуються заголовок таблиці симетрично до форми таблиці. Слово "Таблиця" і заголовок починаються з великої букви. Назва не підкреслюється.

Таблиці потрібно розташовувати після першої згадки про неї у тексті так, щоб їй зручно було розглядати без повороту або з поворотом за годинниковою стрілкою. Якщо на цій сторінці немає місця, то їх необхідно розташувати на наступній сторінці у зручній для ознайомлення формі, тобто, щоб для вивчення таблиці сторінку можна було б повернути за годинниковою стрілкою.

При переносі таблиці на наступну сторінку нумерацію колонок необхідно повторити, а над нею розмістити слова "Продовження табл." із зазначенням її номера, наприклад "Продовження табл. 1.2".

Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на інший аркуш, при цьому назву розміщують тільки над її першою частиною. Таблицю з великою кількістю граф можна ділити на частини і розміщувати одну частину під іншою у межах однієї сторінки. Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, то у першому випадку в кожній частині таблиці повторюють її головку.

Висота рядків повинна бути не меншою за 8 мм.

Формули в роботі (якщо їх більше від однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається із номера розділу і порядкового номера формули у розділі, між якими ставиться крапка. Номер формули пишеться біля правого краю аркуша на рівні відповідної формули (якщо формула велика, то на рівні нижнього рядка формули до якої він стосується) в круглих дужках, наприклад (2.2) (друга формула другого розділу). Пояснення позначень символів чи числових коефіцієнтів наводиться безпосередньо під формулою у тій послідовності, у якій вони подані у формулі. Це пояснення подається з нового рядка, починаючи зі слова "де", двокрапка після якого не ставиться. Значення кожного символу чи числового коефіцієнта подається з нового рядка. Розмірність одного і того самого параметра у межах роботи має бути однаковою. При посиланні у тексті на формулу, необхідно подати її повний номер у дужках, наприклад: "У формулі (1.2)".

Вище і нижче від кожної формули потрібно залишити не менше ніж один вільний рядок.

До списку джерел інформації входять усі використані джерела, які розташовуються за алфавітом або у послідовності посилань на них у тексті. Інформація про видання (монографії, підручники, довідники тощо) має містити: прізвище та ініціали автора, назву книги, місце видання, видавництво і рік видання, обсяг у сторінках.

Прізвище автора подається у називному відмінку. Якщо є два, три чи чотири автори, то їх прізвища з ініціалами подають у тій послідовності, у якій вони надруковані у книзі: перед прізвищем наступного автора ставлять кому. Якщо більше ніж чотири автори, вказують прізвища з ініціалами тільки перших трьох, а далі пишуть слова "та інші". Місце видання приводиться повністю у називному відмінку, можна скорочувати назви тільки : Київ (К.).

Варіант задаються за порядковим номером студента у журналі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 "ПОБУДОВА ТА АНАЛІЗ ОДНОФАКТОРНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ"

Проблемна ситуація

Іван Петрович Курило - виконавчий директор ЧП "Поступ", скликав нараду головних спеціалістів і сказав: "Ми давно приглядаємось до малого бізнесу і на наш погляд перукарні є перспективним місцем для вкладання капіталу. При незначній вартості основних фондів, мінімальній кількості персоналу вони забезпечують відчутний обсяг послуг. Прошу підготувати обґрунтування щодо можливості та перспективності виходу на цей ринок послуг."

Наступної наради продовжилось обговорення теми. Першим виступив менеджер з персоналу Григорій Порфирович:

"Діючі перукарні працюють у дві зміни. Середня кількість персоналу на одну перукарню 6 майстрів, два касири і одна прибиральниця. Проблем із набором і підготовкою персоналу не існує. Середній розмір заробітної платні майстра-перукаря 2800 гривень і залежить від виробітку. Для підвищення мотивації праці рекомендується зменшити кількість допоміжного персоналу і 60 % вивільненою фонду оплат праці використати для стимулювання тих осіб, на яких буде покладено виконання функцій допоміжного персоналу."

"Не поспішайте. - зауважив Іван Петрович - спочатку виведемо ринкові перспективи. Олександр Сидоровичу, окресліть ринкову ситуацію".

"Сьогодні в місті працюють 18 перукарень, які завантажені повністю у дві зміни, їх переваги - розміщення на традиційних шляхах переміщення клієнтів. Слабкі місця - недбалий дизайн приміщень, занедбана матеріальна база, "вільний" режим роботи. При належній організації праці кваліфікованих майстрів та вдалому територіальному розміщенні поблизу навчальних закладів, крупних супермаркетів можна захопити до третини ринку", - доповів Олександр Сидорович.

"А які наші виробничі можливості?" - запитав Іван Петрович менеджера з організації виробництва Василя Васильовича. "Маємо декілька вільних приміщень у потрібних місцях. Впорядкуємо їх за днів 30-40, якщо будуть матеріали і кошти на придбання обладнання", - відповів Василь Васильович.

Фінансовий менеджер підтвердив можливість виділення коштів на обладнання трьох перукарень, тому в заключному слові Іван Петрович поставив таке завдання перед Олександром Сидоровичем: "Прошу на підставі даних про наших конкурентів (табл. 2.1) встановити очікуваний обсяг надання послуг перукарень:

а) при очікуваній чисельності персоналу перукарень (парні варіанти): 16 осіб, 17 осіб, 22 особи;

б) при розміщенні перукарень на такій виробничій площі (непарні варіанти): 16,3 м², 22,7м², 29,1 м² .

Вхідні дані до лабораторної роботи

Вхідні дані до лабораторної роботи приведені в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 - Вхідні дані до лабораторної роботи

№	Середньомісячний обсяг надання послуг, тис. \ грн.	Виробнича площа, м ²	Чисельність персоналу, осіб
1	16,4-0,2 N	16,2+0,4 N	11
2	26,3+0,5N	24,8-0,1N	12+0,25N
3	22,2	18,6+0,1N	10
4	36,3	26,2	15
5	21,6-0,1N	20,1	9+0,25N
6	20,8	19,6	10
7	22,8-0,1N	26,0	13

Продовження табл. 2.1

8	11,8-0,1N	18,6+N	8
9	32,6	28,8	14+0,25N
10	33,1-0,5N	29,3	18-0,225N
11	16,4	17,2	8
12	19,6	21,3	10
13	23,9+0,5N	24,5	12+0,5N
14	22,6	22,4	11
15	20,4	19,9+0,5N	11
16	19,4	18,6	9+0,25N
17	32,8+0,5N	27,2	19+0,25N
18	29,3-0,5N	22,8	12

Завдання на виконання

1 Здійснити концептуальну постановку задачі за специфікацією регресійних моделей, які відображають залежність обсягу надання послуг від чисельності персоналу (парні варіанти) і розміру виробничої площі перукарні (непарні варіанти).

2 Побудувати адекватну регресійну модель.

3 Перевірити модель на адекватність:

- перевірити величину стандартної помилки оцінки;
- оцінити стійкість коефіцієнти кореляції за Ст'юдентом;
- оцінити стійкість параметрів регресійної моделі:
 - оцінити стійкість параметру b_0 регресійної моделі за Ст'юдентом;
 - оцінити стійкість параметру b_1 регресійної моделі за Фішером;
 - проаналізувати залишки моделі .

4 Визначити інтервали довіри для параметрів регресійної моделі.

5 Розрахувати прогнози значення, знайти інтервали довіри.

6 Підготувати аналітичну довідку для прийняття рішення керівництвом ЧП "Поступ".

Методичні вказівки і рекомендації

Виконання роботи проілюструємо на прикладі побудови регресійної моделі, її аналізу та побудови прогнозу в ППП STATISTICA [1,2]:

1 Відкрити програму STATISTICA .

2 Підготувати файл з вхідними даними.

В вікні необхідно вказати кількість строк та стовбців: Number of cases – 18, Number of variables – 2. Ми отримуємо таблицю для заповнення даними згідно з варіантом (рис. 1).

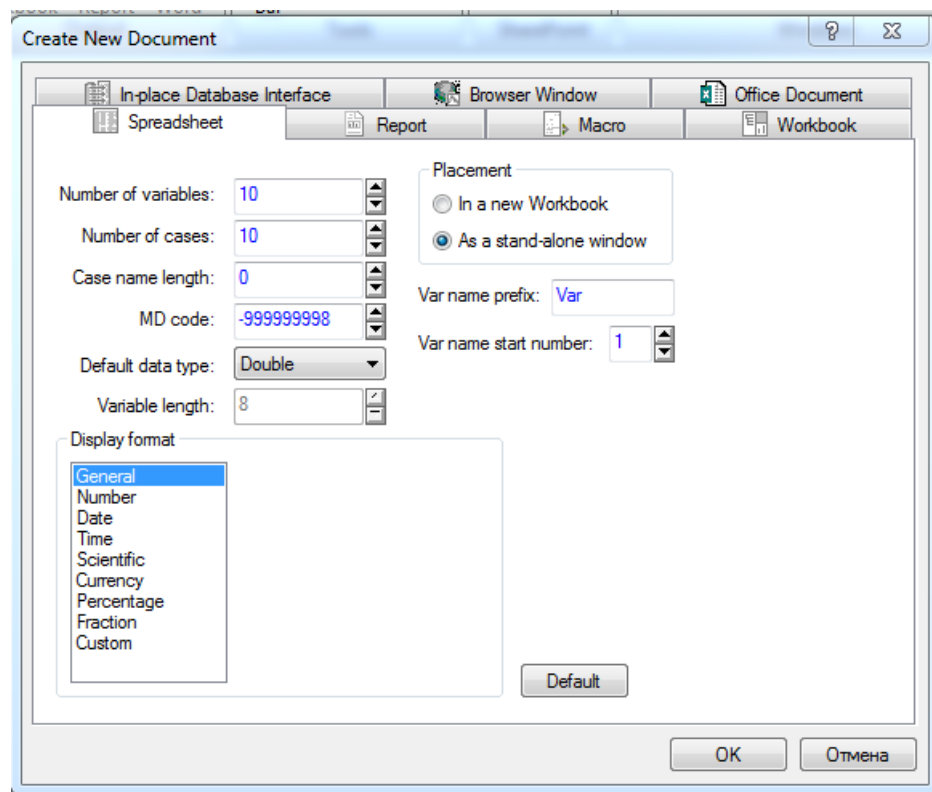


Рисунок 1 – Створення файлу даних

Для перейменування стовпця з даними необхідно двічі натиснути на ньому мишкою. Відкриється вікно, в якому можна задати ім'я стовпця, його формат або функцію для обчислення значень (рис. 2):

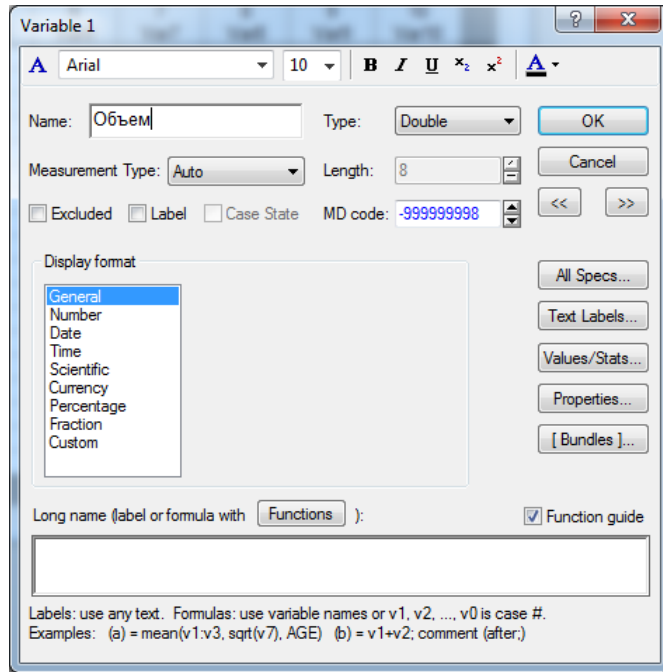


Рисунок 2 – Вікно для роботи з стовпцем

Результати роботи наведені на рис.3:

	1	2
	Объем	Персонал
1	16,4	8
2	35,3	16,5
3	22,2	10
4	36,3	15
5	19,8	13,5
6	20,8	10
7	21	13
8	21	8
9	32,6	18,5
10	24,1	13,95
11	16,4	8
12	19,6	10
13	32,9	21
14	22,6	11
15	20,4	11
16	19,4	13,5
17	41,8	23,5
18	20,3	12

Рисунок 3 – Вхідні данні задачі

3 Побудова регресійної моделі.

Для побудови регресійної моделі необхідно вибрати вкладку Statistics->MultipleRegression->Variables (рис.4):

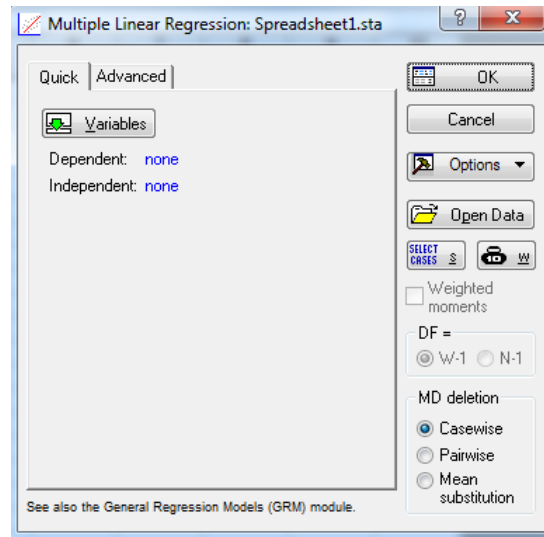


Рисунок 4 – Вікно для проведення аналізу

Далі необхідно вибрати залежні і незалежні змінні і натиснути ОК (рис.5):

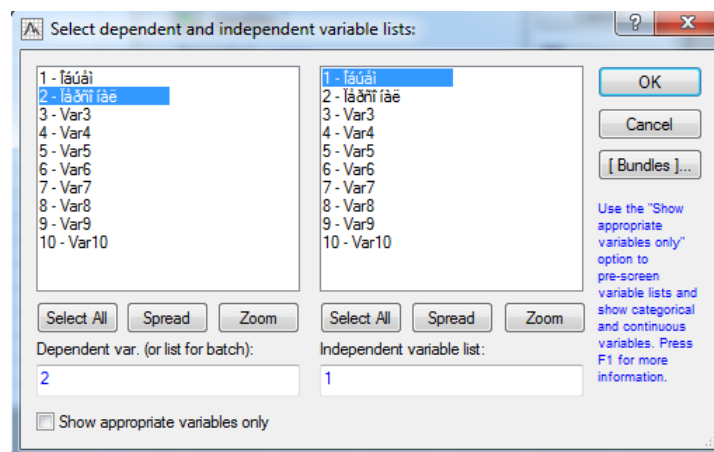


Рисунок 5 – Вибір даних для аналізу

Результати регресійного аналізу приведені на рис.6:

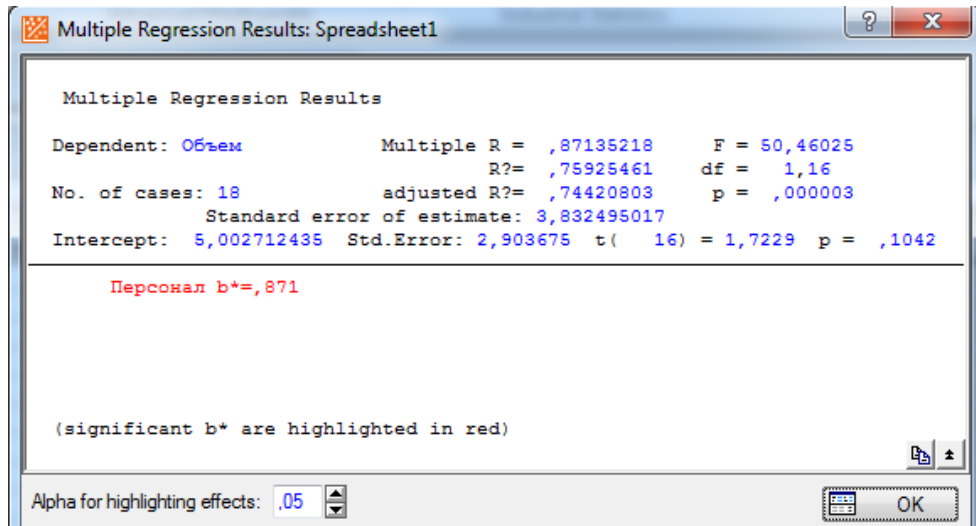


Рисунок 6 – Результати регресійного аналізу

Переглянути результати побудови моделі можна натиснувши кнопку Summary у вікні Multiple Regression Results (рис.7, рис.8):

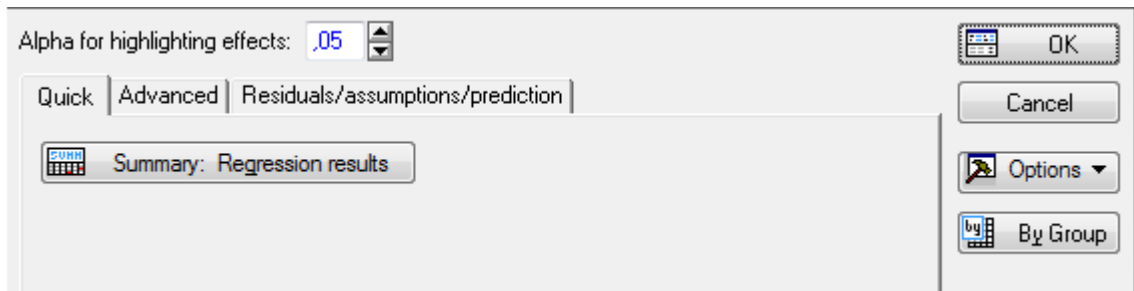


Рисунок 7 – Параметри регресійної моделі

Workbook1* - Regression Summary for Dependent Variable: Объем (Spreadsheet1)

Regression Summary for Dependent Variable: Объем (Spreadsheet1)
 R = ,87135218 R² = ,75925461 Adjusted R² = ,74420803
 F(1,16)=50,460 p<.,00000 Std.Error of estimate: 3,8325

	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(16)	p-value
N=18						
Intercept			5,002712	2,903675	1,722890	0,104177
Персонал	0,871352	0,122665	1,492287	0,210077	7,103538	0,000003

Рисунок 8 – Оцінка параметрів моделі

Таким чином, $b_1=1.492$ $b_0=5.0027$, а отримана модель має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \text{Об'єм}_i &= b_0 + b_1 \cdot \text{Персонал}_i \\ \text{Об'єм}_i &= 5.0027 + 1.492 \cdot \text{Персонал}_i \end{aligned}$$

4 Аналіз адекватності моделі.

4.1 Перевірка величини стандартної помилки оцінки [3-5]:

Для адекватної моделі стандартна помилка оцінки $\text{St.error of estimate} \leq 1$, а для нашої моделі маємо (рис.8):

$$\text{St.error of estimate} = 3,8325 > 1,$$

тому отримана модель неадекватна і потрібно розглянути інші моделі.

4.2 Оцінка стійкості коефіцієнту кореляції

Коефіцієнт кореляції розраховується за

формулою:

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Розраховане значення коефіцієнту кореляції дорівнює (рис.6, рис.8) :
 $r=0,87$.

Перевірку стійкості кореляції проведемо за Ст'юдентом. на обраному рівні значущості (задається у завданні: 0.05 або 0.1).

Значення t_p розраховується за формулою:

$$t_p = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Сформулюємо 0-гіпотізу і проаналізуємо отриманий результат. Розрахуємо значення t_p . Табличне значення $t_T=2,119$; $t_p=7,05$; тобто $t_T < t_p$, отже коефіцієнт кореляції визнається статистично значущим.

Або використовуємо статистичні таблиці "Критичні значення коефіцієнту кореляції" [6]: $r_{kp}=0,47$, отже коефіцієнт кореляції визнається статистично значущим.

Переходимо до кроку 4.3.

4.3 Перевірка стійкості параметрів моделі

4.3.1 Перевірка стійкості параметру b_1 моделі за критерієм Фішера

Для перевірки стійкості параметру b_1 обчислене значення порівнюють з табличним, узятим для числа ступенів свободи df_1 і df_2 на обраному рівні значущості (задається у завданні: 0.05 або 0.1).

Число ступенів свободи розраховують наступним чином:

$$df_1 = (k);$$

$$df_2 = (n - N),$$

де k - кількість незалежних змінних;

n - кількість спостережень;

N - кількість параметрів рівняння.

Сформулюємо 0-гіпотізу.

Розраховане значення F для $f_1=1$, $f_2=16$, $\alpha=0,05$ дорівнює:

$$F(1, n-2) = \frac{SSR/1}{SSE/(n-2)} = 50,46.$$

Табличне значення F отримуємо з статистичних таблиць або за допомогою імовірностного калькулятора пакету.

Табличне значення $F_T=4,49$; $F > F_T$, отже модель має стійкий параметр b_1 .

4.3.2 Перевірка стійкості параметру b_0 моделі за критерієм Ст'юдента
Аналогічно 4.3.1 виконуємо аналіз стійкості параметру b_0 .

Розподіл Ст'юдента має одну 1ступінь свободи :

$$df_1 = (n - N),$$

де n - кількість точок спостережень;

N - кількість параметрів рівняння.

Однак, треба прийняти до уваги, що розподіл може бути одностороннім або двостороннім.

Ми отримали неадекватну модель (рис.8), тому потрібно розглянути інші моделі.

5 Розглянемо інші моделі.

Виберемо для аналізу експоненційну функцію:

$$y_i = e^{b_0 + b_1 * x_i}$$

Це нелінійна функція, тому приведемо її до лінійного вигляду:
прологарифмуємо і зробимо заміну залежної змінної:

$$\ln y_i = b_0 + b_1 * x_i$$

$$z_i = b_0 + b_1 * x_i$$

Для цього двічі натиснемо на третьому стовбці і у вікні впишемо потрібну нам функцію (рис.9) і перерахуємо дані:

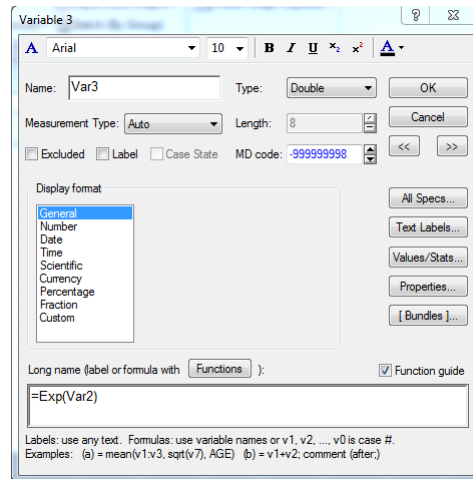


Рисунок 9 – Розрахунок нових значень залежної змінної

Ми отримали нові данні для аналізу (рис.10):

Data: Spreadsheet1 (10v by 18c)			
	1	2	3
	Объем	Персонал	Var3
7	21	13	3,04452244
8	21	8	3,04452244
9	32,6	18,5	3,48431229
10	24,1	13,95	3,18221184
11	16,4	8	2,79728133
12	19,6	10	2,97552957
13	32,9	21	3,49347266
14	22,6	11	3,11794991
15	20,4	11	3,0155349
16	19,4	13,5	2,96527307
17	41,8	23,5	3,73289634
18	20,3	12	3,01062089

Рисунок 10 – Результат перерахунку

Виконуємо кроки 3-5 до тих пір, поки не отримаємо позитивні результати, а саме: параметри і кореляцію стійкі, $St.error\ of\ estimate \leq 1$.

6 Проаналізуємо залишки моделі.

Якщо виконуються припущення по залишкам, то нами отримана адекватна модель і ми переходимо до прогнозування, інакше виконуємо кроки 3-6.

7 Побудуємо кореляційне поле та проведемо на ньому теоретичну лінію парної регресії.

Для побудови кореляційного поля необхідно вибрати Graphs->Scatterplot (рис.11-13):

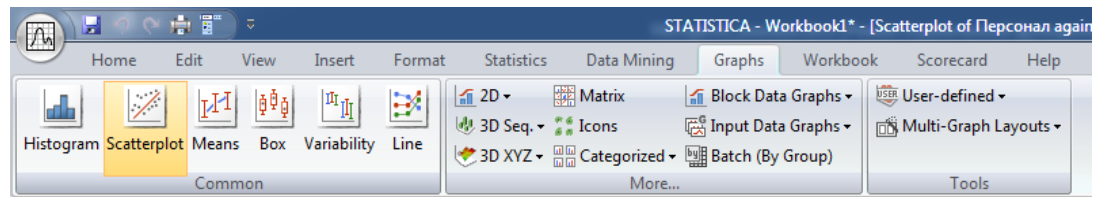


Рисунок 11 – Побудова кореляційного поля

Далі задати Graphtype – Multiple і натиснути на кнопку Variables для вибору даних для X і Y.

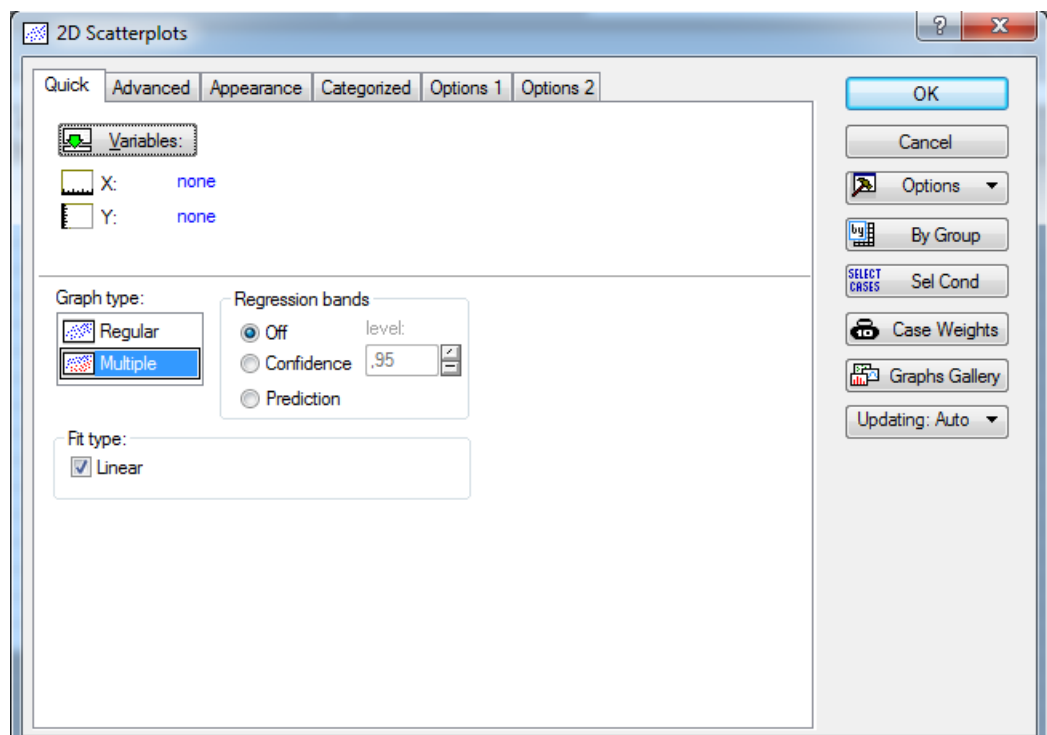


Рисунок 12 – Побудова кореляційного поля

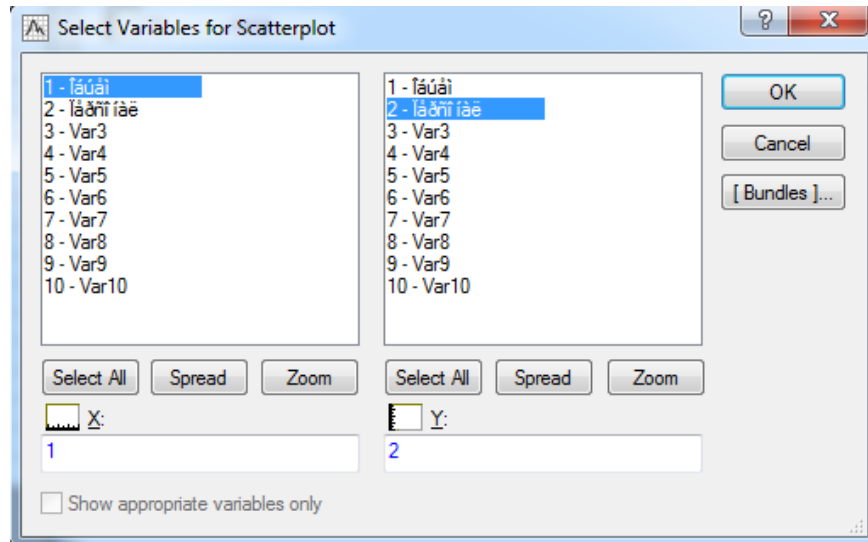


Рисунок 13 – Побудова кореляційного поля

Результати побудови кореляційного поля приведені на рис. 14:

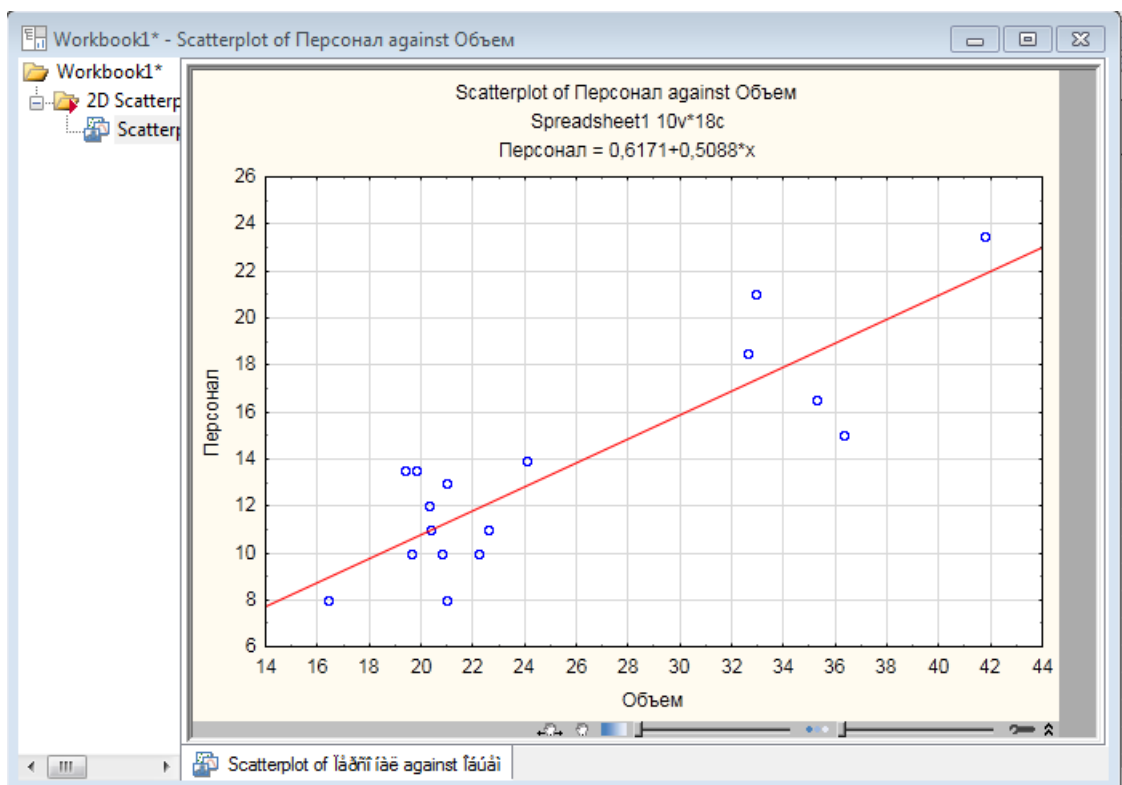


Рисунок 14 – Кореляційне поле

8 Розрахувати прогностні значення для трьох значень факторної ознаки (знайти інтервали довіри).

Для прогнозування виручки перукарні використовуємо регресійну модель:

$$y = -59,89 + 26,7112 * x$$

Якщо чисельність персоналу 16 осіб, то виручка складатиме:

$$y = -59,89 + 26,7112 * 16 = 367,4892 \text{ (тис. грн.)}$$

Якщо буде працювати 17 осіб, то обсяг наданих послуг:

$$y = -59,89 + 26,7112 * 17 = 394,2004 \text{ (тис. грн.)}$$

При чисельності персоналу 22 особи виручка становитиме:

$$y = -59,89 + 26,7112 * 22 = 527,7564 \text{ (тис. грн.)}$$

9 Підготувати аналітичну довідку для прийняття рішення керівництвом ЧП "Поступ".

У даній лабораторній роботі ми розглянули однофакторну регресійну модель, дозволило нам виявити залежність між чисельністю персоналу перукарні і отриманою виручкою від наданих послуг. На основі проведених розрахунків було встановлено, що існує пряма залежність між цими ознаками.

Отже, проаналізувавши позиції 18 конкурентів в цьому бізнесі було виявлено, що найбільш ефективним для суспільства «Поступ» буде відкрити перукарню з чисельністю персоналу 22 особи, що дозволить отримати 527,7564 тис. грн. виручки, при цьому перукарні мають вигідне територіальне розміщення, що також є досить впливовим фактором.

Таким чином товариство «Прогрес» зможе зайняти міцні позиції на даному ринку послуг.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ППП "DSS", ППП "SPSS", ППП "STATISTICA" , MS EXCEL та інші [1,2, 6].

ЛІТЕРАТУРА

1. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA - М.: Филинь, 1997 - 608 с.
2. Боровиков В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов - СПб.: Питер, 2001 - 656 с.
3. Наконечний С.І., Терешенко Т.О., Ромашок Т.П. Економетрія: Підручник. - К.: КНЕУ 2002. - 296 с.
4. Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика: Підручник. - К.: Товариство "Знання", 1998. - 494 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия - М.: Высшая школа, 1990 - 352 с.
6. Ахим Бююль, Петер Цьфель SPSS: искусство обработки информации - М., СПб., К.: DiaSoft, 2002 - 608 с.