



ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ СПОЖИВЧОЇ КООПЕРАЦІЇ УКРАЇНИ

Кафедра вищої математики і фізики

М.Є. ЗЮКОВ, А.І. ШУРДУК

ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до курсових робіт
з дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика»
для студентів спеціальності 6.050102 «Економічна кібернетика»
денної форми навчання

[ЗМІСТ](#)

УКООПСПІЛКА

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ СПОЖИВЧОЇ КООПЕРАЦІЇ УКРАЇНИ

Кафедра вищої математики і фізики

Методичні рекомендації до курсових робіт
з дисципліни “Теорія ймовірностей та математична статистика”
для студентів спеціальності 6.050102 “Економічна кібернетика”
денної форми навчання

Автори: Зюков М.Є., доцент кафедри вищої математики і фізики
Полтавського університету споживчої кооперації України, к.ф.-м.н.
Шурдук А.І., зав. кафедри вищої математики і фізики Полтавського
університету споживчої кооперації України, доцент, к.ф.-м.н.

Розглянуто та рекомендовано на засіданні кафедри вищої математики і фізики
_____ вересня 2006 р., протокол № _____

Рецензенти: Нічуговська Л.І., в.о. професора кафедри вищої математики і
фізики Полтавського університету споживчої кооперації України,
доцент, к.е.н.
Фомкіна О.Г., доцент кафедри вищої математики і фізики
Полтавського університету споживчої кооперації України, к.пед.н.

ВСТУП

Згідно з діючими навчальними планами, студенти факультету економіки та менеджменту спеціальності 6.050102 “Економічна кібернетика” у 3-му семестрі виконують курсову роботу з дисципліни “Теорія ймовірностей і математична статистика”.

Курсова робота є однією з форм науково-дослідної та самостійної роботи студентів, важливим етапом підготовки і формування умінь та навичок практичної діяльності майбутніх фахівців та їх роботи з навчальною та науковою літературою. Вона повинна виконуватись самостійно, при необхідності, з проведенням обчислень, побудовою графіків та моделювання за допомогою обчислювальної техніки.

Курсова робота дозволяє виявити рівень теоретичної і практичної підготовки студента з теорії ймовірностей і математичної статистики, його вміння ставити і вирішувати практичні задачі в умовах ринкової економіки під час навчання і дає змогу правильно обрати тему майбутньої дипломної роботи чи стати її складовою.

Процес виконання курсової роботи складається з наступних етапів:

- вибору та затвердження теми
- ознайомлення з рекомендованою літературою
- затвердження плану роботи
- написання огляду літературних джерел та вступу
- написання основної частини та висновків
- подання курсової роботи на кафедру та захисту роботи

Захист роботи здійснюється комісією до початку семестрового контролю (залікової сесії). Студенти, які не виконали курсову роботу з дисципліни “Теорія ймовірностей і математична статистика” у встановлений термін або отримали “незадовільну” оцінку, не допускаються до семестрового заліку з даної дисципліни.

До виконання курсової роботи студент повинен готуватися у процесі вивчення дисципліни “Вища математика” та інших дисциплін, брати участь у науково-дослідній роботі в наукових студентських гуртках кафедр вищої математики та фізики й економічної кібернетики, привчаючи себе до самостійної роботи, проведення наукового експерименту, його узагальненню, висновкам, оволодінню методиками наукового дослідження.

Отримані при виконанні курсової роботи теоретичні і експериментальні матеріали можуть бути основою подальшого огляду літератури і частини дипломної роботи.

Якісно виконана курсова робота може бути використана для виступу на студентській науковій конференції університету, розширена до розділу дипломної роботи.

РОЗДІЛ 1

СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота вміщує в наведеній нижче послідовності:

- титульний аркуш;
- завдання на курсову роботу;
- зміст;
- вступ;
- основну частину;
- висновки;
- рекомендації;
- перелік посилань;
- додатки.

РОЗДІЛ 2

ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ

2.1. Титульний аркуш курсової роботи (додаток В)

Титульний аркуш курсової роботи містить

- найменування вищого навчального закладу, де виконана курсова робота;
- назву роботи; прізвище, ім'я, по батькові автора;
- шифр і найменування спеціальності; науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові наукового керівника; місто і рік.

2.2. Завдання на курсову роботу (додаток Д)

Завдання на курсову роботу містить

- назву дисципліни, по якій виконується курсова робота;
- назву роботи;
- номер курсу, назву факультету, номер групи;
- прізвище, ім'я, по батькові автора;
- календарний графік виконання курсової роботи;
- план курсової роботи;
- підписи автора, наукового керівника та зав. кафедри.

2.3. Зміст

Зміст містить найменування та номери початкових сторінок усіх розділів, підрозділів та пунктів (якщо вони мають заголовки), зокрема вступу, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, додатків та ін.

2.4. Перелік умовних позначень, скорочень і термінів (за необхідності)

Якщо в курсовій роботі вжито специфічну термінологію, а також використано маловідомі скорочення, нові символи, позначення і таке інше, то їх перелік може бути поданий в роботі у вигляді окремого списку, який розміщують перед вступом.

Перелік треба друкувати двома колонками, в яких зліва за абеткою

наводять, наприклад, скорочення, справа – їх детальне розшифрування.

Якщо в курсовій роботі спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення і таке інше повторюються менше трьох разів, перелік не складають, а їх розшифрування наводять у тексті при першому згадуванні.

2.5. Вступ

Розкриває сутність і стан наукової проблеми (завдання), її значущість, підстави та вихідні дані для розроблення теми, обґрунтування необхідності проведення дослідження.

Далі подають загальну характеристику курсової роботи в рекомендованій нижче послідовності.

2.5.1. Актуальність теми. Шляхом критичного аналізу та порівняння з відомими розв'язаннями проблеми (наукового завдання) обґрунтовують актуальність і доцільність роботи.

Висвітлення актуальності не повинно бути багатослівним. Достатньо кількома реченнями висловити головне – сутність *проблеми* або *наукового завдання*.

2.5.2. Мета і завдання дослідження. Формулюють *мету* роботи та *завдання*, які необхідно вирішити для досягненні поставленої мети. Не слід формулювати мету як «Дослідження...», «Вивчення...» оскільки ці слова вказують на засіб досягнення мети, а не на саму мету.

Об'єкт дослідження — це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію й обране для вивчення.

Предмет дослідження міститься в межах об'єкта.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом дослідження. Саме на нього спрямована основна увага студента оскільки предмет дослідження визначає тему курсової роботи, визначеної на титульному аркуші як її назва.

Подають перелік використаних *методів дослідження* для досягнення поставленої в роботі мети. Перераховувати їх треба не відірвано від змісту роботи, а коротко та змістовно визначаючи, що саме досліджувалось тим чи іншим методом. Це дасть змогу пересвідчитися в логічності та прийнятності вибору саме цих методів.

2.5.3. Практичне значення одержаних результатів. У курсовій роботі, треба подати відомості про можливе використання результатів досліджень або рекомендації щодо їх використання.

2.5.4. Апробація результатів курсової роботи. Вказується, де, можливо, оприлюднені результати досліджень, викладених у курсовій роботі.

2.6. Основна частина

Основна частина курсової роботи складається з розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів. Кожний розділ починають з нової сторінки. Основному тексту кожного розділу може передувати передмова з коротким описом вибраного напрямку й обґрунтуванням застосованих методів досліджень. У кінці кожного розділу формулюють висновки зі стислим викладенням наведених у розділі

наукових і практичних результатів, що дає змогу вивільнити загальні висновки від другорядних подробиць.

У розділах основної частини подають:

- огляд літератури за темою та вибір напрямів досліджень;
- виклад загальної методики й основних методів досліджень;
- методику досліджень;
- відомості про проведені дослідження;
- аналіз і узагальнення результатів досліджень.

В огляді літератури студент окреслює основні етапи розвитку наукової думки за своєю проблемою. Стисло, критично висвітлюючи роботи попередників, він повинен назвати ті питання, що залишились невирішеними і, отже, визначити своє місце у розв'язанні проблеми. Бажано закінчити цей розділ коротким резюме стосовно необхідності проведення досліджень у даній галузі. Загальний обсяг огляду літератури не повинен перевищувати 20% обсягу основної частини курсової роботи.

У другому розділі, як правило, обґрунтовують вибір напряму досліджень, наводять методи вирішення задач і їх порівняльні оцінки, розробляють загальну методику проведення досліджень. Розкривають методи розрахунків, гіпотези, що розглядаються.

У наступних розділах з вичерпною повнотою викладають результати досліджень з висвітленням того нового, що вносить автор у розроблення проблеми. Студент повинен давати оцінку повноти вирішення поставлених завдань, оцінку достовірності одержаних результатів (характеристик, параметрів), їх порівняння з аналогічними результатами, обґрунтування потреби додаткових досліджень, негативні результати, які обумовлюють необхідність припинення подальших досліджень.

Виклад матеріалу підпорядковують одній провідній ідеї, чітко визначеній автором.

2.7. Висновки

Викладають найважливіші наукові та практичні результати, одержані в курсовій роботі, які повинні містити формулювання розв'язаної наукової проблеми (завдання), її значення для науки та практики. Далі формулюють висновки та рекомендації щодо наукового і практичного використання здобутих результатів. У першому пункті висновків коротко оцінюють стан питання. Далі у висновках розкривають методи вирішення поставленої в курсовій роботі наукової проблеми (завдання), їх практичний аналіз, порівняння з відомими розв'язаннями.

У висновках необхідно наголосити на якісних і кількісних показниках здобутих результатів, обґрунтувати достовірність результатів, викласти рекомендації щодо їх використання.

2.8. Список використаних джерел

Список використаних джерел слід розміщувати одним із таких способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні курсової роботи), в алфавітному порядку прізвищ

перших авторів або заголовків, у хронологічному порядку.

Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи (див. додаток Е).

2.9. Додатки

Для повноти сприйняття курсової роботи до додатків за необхідності доцільно вносити допоміжний матеріал:

- таблиці допоміжних цифрових даних;
- опис алгоритмів і програм розв'язання задач на ЕОМ, розроблених у курсовій роботі;
- допоміжні ілюстрації.

РОЗДІЛ 3

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

3.1. Загальні вимоги

Курсову роботу друкують на принтері з одного боку аркуша білого паперу формату А4 (210х297 мм) шрифтом Times New Roman текстового редактора MS Word розміру 14 пунктів з полуторним міжрядковим інтервалом. Розміри полів: верхнє, нижнє та ліве – 20 мм, праве – 10 мм.

Обсяг основного тексту курсової роботи має становити 10-15 сторінок.

Шрифт друку повинен бути чітким. Щільність тексту курсової роботи – всюди однакова.

Друкарські помилки, описки, графічні неточності, які виявилися під час написання курсової роботи, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою. Допускається наявність не більше двох виправлень на одній сторінці.

Роздруковані на ЕОМ програмні документи повинні відповідати формату А4 (мають бути розрізаними), їх включають до загальної нумерації сторінок роботи і розміщують, як правило, в додатках.

Текст основної частини курсової роботи поділяють на розділи, підрозділи, пункти та підпункти.

Заголовки структурних частин курсової роботи «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ», «ДОДАТКИ» друкують великими літерами симетрично до набору. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розбивку в підбір до тексту. В кінці заголовка, надрукованого в підбір до тексту, ставиться крапка.

Інтервал перед заголовком (за винятком заголовка пункту) становить 12 пунктів, а після нього – 3 пункти.

Кожну структурну частину курсової роботи треба починати з нової сторінки.

До загального обсягу курсової роботи не входять список використаних джерел, додатки, таблиці та рисунки, які повністю займають площу сторінки. Але всі сторінки

зазначених елементів роботи підлягають суцільній нумерації.

3.2. Нумерація

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків (малюнків), таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №.

Першою сторінкою курсової роботи є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок роботи. На титульному аркуші номер сторінки не ставлять, на наступних – номер проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

Такі структурні частини курсової роботи, як зміст, перелік умовних позначень, вступ, висновки, список використаних джерел не мають порядкового номера. Звертаємо увагу на те, що всі аркуші, на яких розміщені згадані структурні частини курсової роботи, нумерують звичайним чином. Не нумерують лише їх заголовки, тобто не можна друкувати: «І. ВСТУП» або «Розділ 6. ВИСНОВКИ». Номер розділу ставлять після слова «РОЗДІЛ», після номера крапку не ставлять, потім з нового рядка друкують заголовок розділу.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, наприклад: «2.3.» (третій підрозділ другого розділу). Потім у тому ж рядку наводять заголовок підрозділу.

Пункти нумерують у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. В кінці номера повинна стояти крапка, наприклад: «1.3.2.» (другий пункт третього підрозділу першого розділу). Потім у тому ж рядку наводять заголовок пункту. Пункт може не мати заголовка.

Підпункти нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як пункти.

Ілюстрації (фотографії, знімки екрана, креслення, схеми, графіки) і таблиці необхідно подавати в курсовій роботі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації і таблиці, розміщені на окремих сторінках роботи, включають до загальної нумерації сторінок.

Ілюстрації позначають словом «Рис.», «Мал.» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках.

Номер ілюстрації повинен складатися з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка. Наприклад:

Рис. 1.2 (другий рисунок першого розділу). Номер ілюстрації, її назву та пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією. Якщо в розділі курсової роботи подано одну ілюстрацію, то її нумерують за загальними правилами.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) в межах розділу. У правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис «Таблиця» із зазначенням її номера. Номер таблиці повинен складатися з номера розділу та порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: «Таблиця 1.2» (друга таблиця першого розділу). Якщо в розділі курсової роботи одна таблиця, її нумерують за загальними правилами.

При перенесенні частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово «Таблиця» і номер її вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова «Продовж. табл.» і вказують номер таблиці, наприклад: «Продовж. табл. 1.2».

Формули в курсовій роботі (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Нумери формул пишуть біля правого поля аркуша на рівні відповідної формули в круглих дужках, наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу).

Примітки до тексту і таблиць, в яких наводять довідкові та пояснювальні дані, нумерують послідовно в межах однієї сторінки. Якщо приміток на одному аркуші кілька, то після слова «Примітки» ставлять двокрапку, наприклад:

Примітки:

1. ...
2. ...

Якщо є одна примітка, то її не нумерують і після слова «Примітка» ставлять крапку.

3.3. Ілюстрації

Ілюструють курсові роботи, виходячи із певного загального задуму, за ретельно продуманим тематичним планом, що допомагає уникнути ілюстрацій випадкових, пов'язаних із другорядними деталями тексту, запобігти невиправданим пропускам ілюстрацій до найважливіших тем. Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Назви ілюстрацій розміщують після їхніх номерів. За необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (підрисунковий підпис).

Підпис під ілюстрацією зазвичай має чотири основних елементи:

- найменування графічного сюжету, що позначається скороченим словом «Рис.» («Мал.»);
- порядковий номер ілюстрації, який вказується без знака номера арабськими цифрами;
- тематичний заголовок ілюстрації, що містить текст із якомога стислою характеристикою зображеного;
- експлікацію, яка будується так: деталі сюжету позначають цифрами, що виносять у підпис, супроводжуючи їх текстом. Треба зазначити, що експлікація не замінює загального найменування сюжету, а лише пояснює його.

Приклад:

Рис. 1.24. Схема розміщення елементів касети:

- 1 – розмотувач плівки;
- 2 – сталеві ролики;
- 3 – привідний валик;
- 4 – опорні стояки.

Основними видами ілюстративного матеріалу в курсових роботах є: креслення, технічний рисунок, схема, фотографія, знімок екрану, діаграма, графік.

Не варто оформлювати посилання на ілюстрації як самостійні фрази, в яких лише повторюється те, що міститься у підписі. У тому місці, де викладається тема, пов'язана з ілюстрацією, і де читачеві треба вказати на неї, розміщують посилання у вигляді виразу в круглих дужках «(рис. 3.1)» або зворот типу: «...як це видно з рис. 3.1» або «... як це показано на рис. 3.1».

3.4. Таблиці

Цифровий матеріал, як правило, повинен оформлюватися у вигляді таблиць.

Приклад побудови таблиці

Таблиця (номер)

Назва таблиці					
Головка					
Рядки					
Боковик (заголовки рядків)		Графи (колонки)			

Кожна таблиця повинна мати назву, яку розміщують над таблицею та друкують симетрично до тексту. Назву і слово «Таблиця» починають з великої літери. Назву наводять жирним шрифтом.

За логікою побудови таблиці її логічний суб'єкт, або підмет (позначення тих предметів, які в ній характеризуються), розміщують у боковнику, головці, чи в них обох, а не у прографці; логічний предикат, або присудок, таблиці (тобто дані, якими характеризується підмет) – у прографці, а не в головці чи боковнику. Кожен заголовок над графою стосується всіх даних цієї графи, кожен заголовок рядка в боковнику – всіх даних цього рядка.

Заголовок кожної графи в головці таблиці мусить бути по можливості коротким. Слід уникати повторів тематичного заголовка в заголовках граф, одиниці виміру зазначати у тематичному заголовку, виносити до узагальнюючих заголовків слова, що повторюються.

Боковик, як і головка, потребує лаконічності. Повторювані слова тут також виносять в об'єднувальні рубрики; загальні для всіх заголовків боковика слова розміщують у заголовку над ним.

У прографці повторювані елементи, які стосуються до всієї таблиці, виносять у тематичний заголовок або в заголовок графи; однорідні числові дані розміщують так, щоб їх класи збігалися; неоднорідні – посередині графи; лапки використовують тільки замість однакових слів, які стоять одне під одним.

Заголовки граф повинні починатися з великих літер, підзаголовки – з маленьких, якщо вони складають одне речення із заголовком, і з великих, якщо вони є самостійними. Висота рядків повинна бути не меншою від 8 мм. Графу з

порядковими номерами рядків до таблиці включати не треба.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті так, щоб її можна було читати без повороту переплетеного блоку курсової роботи або з поворотом за стрілкою годинника. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на наступну сторінку.

При перенесенні таблиці на наступну сторінку назву вміщують тільки над її першою частиною. Таблицю з великою кількістю граф можна ділити на частини і розміщувати одну частину під іншою в межах однієї сторінки. Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, то в першому випадку в кожній частині таблиці повторюють її головку, в другому – боковик.

Коли текст, який повторюється в графі таблиці, складається з одного слова, його можна замінювати лапками; якщо з двох або більше слів, то при першому повторенні його замінюють словами «Те саме», а далі лапками. Ставити лапки замість цифр, марок, знаків, математичних і хімічних символів, які повторюються, не можна. Якщо цифрові або інші дані в якомусь рядку таблиці не подають, то в ньому ставлять прочерк.

3.5. Формули

При використанні формул необхідно дотримуватися певних правил.

Найбільші, а також довгі та громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі нескладні формули, що не мають самостійного значення, розташовують всередині рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів слід наводити безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі. Значення кожного символу та числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Приклад.

«Відомо, що

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$$

де M_1, M_2 – математичні сподівання;

σ_1, σ_2 – стандартні відхилення [23, с. 124].»

Рівняння і формули повинні бути відокремлені від тексту. Вище і нижче кожної формули залишають інтервал, що становить не менше одного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його переносять після знака рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (-), множення (x).

Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання в подальшому тексті. Інші нумерувати не рекомендується.

Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого поля сторінки без крапок від формули до її номера. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер

формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядка. Якщо формулу взято в рамку, то її номер записують зовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дроби подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Номер групи формул, розміщених на окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою, ставиться справа від вістря дужки, яке знаходиться всередині групи формул і спрямоване в бік номера.

Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації: а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього потребує побудова тексту, що передує формулі.

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна під одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

Розділові знаки між формулами об'єднаних фігурною дужкою ставлять всередині дужок. Після таких громіздких математичних виразів, як визначники і матриці, можна розділові знаки не ставити.

3.6. Загальні правила цитування та посилання на використані джерела

При написанні курсової роботи студент повинен посилається на джерела, матеріали або окремі результати з яких наводяться в роботі, або на ідеях і висновках яких розроблюються проблеми, завдання, питання, вивченню яких присвячена робота. Такі посилання дають змогу відшукати документи, перевірити достовірність відомостей про цитування документа, забезпечують необхідну інформацію про нього, допомагають з'ясувати його зміст, мову тексту, обсяг. Посилатися слід на останні видання публікацій. На більш ранні видання можна посилається лише в тих випадках, коли наявний у них матеріал, не включений до останнього видання.

Коли використовують відомості, матеріали з монографій, оглядових статей, інших джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерела, на яке є посилання в курсовій роботі.

Посилання в тексті курсової роботи на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, «... у працях [1-7]...».

Коли в тексті курсової роботи необхідно зробити посилання на складову частину чи конкретні сторінки відповідного джерела, можна наводити посилання у квадратних дужках, при цьому номер посилання має відповідати його бібліографічному опису за переліком посилань.

Приклад:

Цитата в тексті: «... незважаючи на пріоритетне значення мовних каналів зв'язку між діловими партнерами, ні в якому разі не можна ігнорувати найбільші канали передавання інформації [6, с. 29]».

Відповідний опис у переліку посилань:

6. *Дороніна М.С.* Культура спілкування ділових людей: Навч. посіб. – К.: КМ Academia, 1998. – 192 с.

Посилання на ілюстрації курсової роботи вказують порядковим номером ілюстрації, наприклад: «рис. 1.2».

Посилання на формули курсової роботи вказують порядковим номером формули в дужках, наприклад: «... у формулі (2.1)».

На всі таблиці курсової роботи необхідно посилатися в тексті, при цьому слово «таблиця» в тексті пишуть скорочено, наприклад: «...у табл. 1.2».

У повторних посиланнях на таблиці та ілюстрації треба вказувати скорочено слово «дивись», наприклад: «див. табл. 1.3».

Для підтвердження власних аргументів посиланням на авторитетне джерело або для критичного аналізу того чи того друкованого твору слід наводити *цитати*. Науковий етикет потребує точного відтворення цитованого тексту, бо найменше скорочення наведеного витягу може спотворити зміст, закладений автором.

Загальні вимоги до цитування такі:

а) текст цитати починається і закінчується лапками та наводиться в тій граматичній формі, в якій він поданий у джерелі, зі збереженням особливостей авторського написання. Наукові терміни, запропоновані іншими авторами, не виділяються лапками, за винятком тих, що викликали загальну полеміку. У цих випадках використовується вираз «так званий»;

б) цитування повинно бути повним, без довільного скорочення авторського тексту та без перекручень думок автора. Пропуск слів, речень, абзаців при цитуванні допускається без перекручення авторського тексту і позначається трьома крапками. Вони ставляться у будь-якому місці цитати (на початку, всередині, наприкінці). Якщо перед випущеним текстом або за ним стояв розділовий знак, то він не зберігається;

в) кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело;

г) при непрямому цитуванні (переказі, викладі думок інших авторів своїми словами), що дає значну економію тексту, слід бути гранично точним у викладенні думок автора, коректним щодо оцінювання його результатів і давати відповідні посилання на джерело;

д) якщо необхідно виявити ставлення автора курсової роботи до окремих слів або думок з цитованого тексту, то після них у круглих дужках ставлять знак оклику або знак питання;

е) коли автор, наводячи цитату, виділяє в ній деякі слова, то робиться спеціальне застереження, тобто після тексту, який пояснює виділення, ставиться крапка, потім дефіс і вказуються ініціали автора курсової роботи, а весь текст застереження вміщується у круглі дужки. Варіантами таких застережень є: (курсив наш. – М.Х.), (підкреслено мною. – М.Х.), (розбивка моя. – М.Х.).

3.7. Оформлення списку використаних джерел

Список використаних джерел – елемент бібліографічного апарату, котрий

містить бібліографічні описи використаних джерел і розміщується після висновків.

Бібліографічний опис складають безпосередньо за друкованим твором або виписують з каталогів і бібліографічних покажчиків повністю без пропусків будь-яких елементів, скорочення назв і т. ін. [при цьому враховують відповідність бібліографічного опису вимогам чинного міждержавного стандарту ГОСТ 7.1-84, за винятком вимог Изм. № 1 (ІПС № 2-2001)]. Завдяки цьому можна уникнути повторних перевірок, вставок пропущених відомостей.

Джерела можна розміщувати одним із таких способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні курсової роботи), в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків, у хронологічному порядку.

Відомості про джерела, включені до списку, необхідно давати відповідно до вимог міждержавних і державного стандартів з обов'язковим наведенням назв праць. Зокрема потрібну інформацію щодо згаданих вимог можна отримати з таких стандартів: ГОСТ 7.1-84 «СИБИД. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления», ДСТУ 3582-97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила», ГОСТ 7.12-93 «СИБИД. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила», ГОСТ 7.11-78 «СИБИД. Сокращения слов и словосочетаний на иностранных европейских языках в библиографическом описании»..

3.8. Додатки

Додатки оформлюють як продовження курсової роботи на наступних її сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті роботи.

Кожний такий додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово «Додаток _» і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад: додаток А, додаток Б. Один додаток позначається як додаток А.

Ілюстрації, таблиці та формули, розміщені в додатках, нумерують у межах кожного додатка, наприклад: рис. Д.2 — другий рисунок додатка Д; формула (А.1) — перша формула додатка А.

РОЗДІЛ 4

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Частина 1. ПЕРВИННА ОБРОБКА ДАНИХ.

- 1) Для наявного статистичного матеріалу вибрати результуючу ознаку (показник).
- 2) Для всіх інших ознак (чинників) побудувати точкові діаграми (чинник, показник).
- 3) За виглядом кореляційних полів вибрати один чинник (фактор) X , для якого можливий кореляційний зв'язок з показником Y .
- 4) Для фактора та показника скласти статистичні розподіли. Якщо кількість різних варіантів ознаки менша 10, то розподіл складати для цих варіант. В іншому випадку складати інтервальний розподіл, визначаючи кількість інтервалів за формулою Стерджеса. Для показника складати тільки інтервальний статистичний розподіл.
- 5) Для фактора та показника побудувати полігон і гістограму.
- 6) Для показника побудувати графік емпіричної функції розподілу.

Частина 2. ОБЧИСЛЕННЯ ВИБІРКОВИХ ЧИСЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК.

- 1) Сортувати вибіркові значення фактора та показника в порядку зростання. Для кожної ознаки обчислити вибіркиму медіану безпосередньо і за допомогою Excel. Порівняти ці значення між собою та з вибірквим середнім.
- 2) Знайти перший і третій квартилі фактора та показника. Обчислити інтерквартильні діапазони. Виявити помірні й екстремальні викиди.
- 3) Для фактора та показника побудувати діаграми типу “Ящик з вусами”. На діаграмах мишею виявити помірні й екстремальні викиди.
- 4) Вилучити дані з екстремальними викидами з подальшого розгляду. Знову побудувати діаграми типу “Ящик з вусами” для фактора та показника. Порівняти діаграми до і після вилучення екстремальних викидів.
- 5) Для фактора та показника знайти перший і дев'ятий децилі і децильний коефіцієнт диференціації.
- 6) Обчислити вибіркові числові характеристики фактора та показника.

Частина 3. ПОБУДОВА ДОВІРЧИХ ІНТЕРВАЛІВ

- 1) Для фактора та показника побудувати довірчі інтервали з надійністю $\gamma = 0,95$ для генеральної середньої.
- 2) Для фактора та показника побудувати довірчий інтервал з надійністю $\gamma = 0,95$ для генеральної дисперсії.

Частина 4. ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗ

- 1) Для показника Y для рівня значущості 0,05 перевірити гіпотезу про рівність генеральної середньої значенню вибіркової медіани за t -статистикою.
- 2) Сортувати наявні дані за величиною фактора, поділити їх на дві приблизно однакові частини і вважати ці частини двома різними вибірками.

- 3) Для показника за одержаними вибірками обчислити вибіркові середні і дисперсії.
- 4) Для показника за одержаними вибірками побудувати діаграму типу “Ящик з вусами”
- 5) За одержаними вибірками для показника для рівня значущості 0,05 перевірити гіпотезу про рівність генеральних дисперсій за F-тестом і тестами Бартлета та Левена.
- 6) За одержаними вибірками для показника для рівня значущості 0,05 перевірити гіпотезу про рівність генеральних середніх. В залежності від результату перевірки гіпотези про рівність генеральних дисперсій використати об'єднаний або необ'єднаний t-тести.
- 7) Для інтервального статистичного розподілу показника розрахувати теоретичні частоти розподілу генеральної сукупності, вважаючи його нормальним, а параметри рівними їх оцінкам за вибіркою. Нанести теоретичні частоти на полігон вибірових частот.
- 8) Перевірити гіпотезу про нормальний розподіл генеральної сукупності за критерієм Пірсона для рівня значущості 0,05.

Частина 5. КОРЕЛЯЦІО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

- 1) За двовимірною вибіркою (фактор, показник) побудувати точкову діаграму. Додати до діаграми лінію регресії та коефіцієнт детермінації.
- 2) Обчислити параметри регресії та дати інтерпретацію одержаних результатів.
- 3) Перевірити модель регресії.
- 4) Створити матрицю кореляції показника з усіма кількісними чинниками.
- 5) Створити матрицю точкових діаграм кореляції показника з усіма кількісними чинниками.

Частина 6. ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

- 1) Нумерувати рядки вибірки і сформулювати механічним способом малу вибірку об'єму 30 одиниць.
- 2) Фільтрувати за цими номерами з наявної вибірки 30 пар (фактор, показник).
- 3) Сортувати одержану вибірку за величиною фактора у порядку зростання. Першим 10 значенням показника приписати низький рівень фактора, наступним 10 – середній, а останнім – високий.
- 4) Для рівня значущості 0,05 перевірити гіпотезу, що середні значення показника для всіх рівнів фактора однакові.
- 5) У випадку виявлення статистичного впливу фактора на показник з'ясувати, який саме рівень фактора дає найбільший ефект.

РОЗДІЛ 5

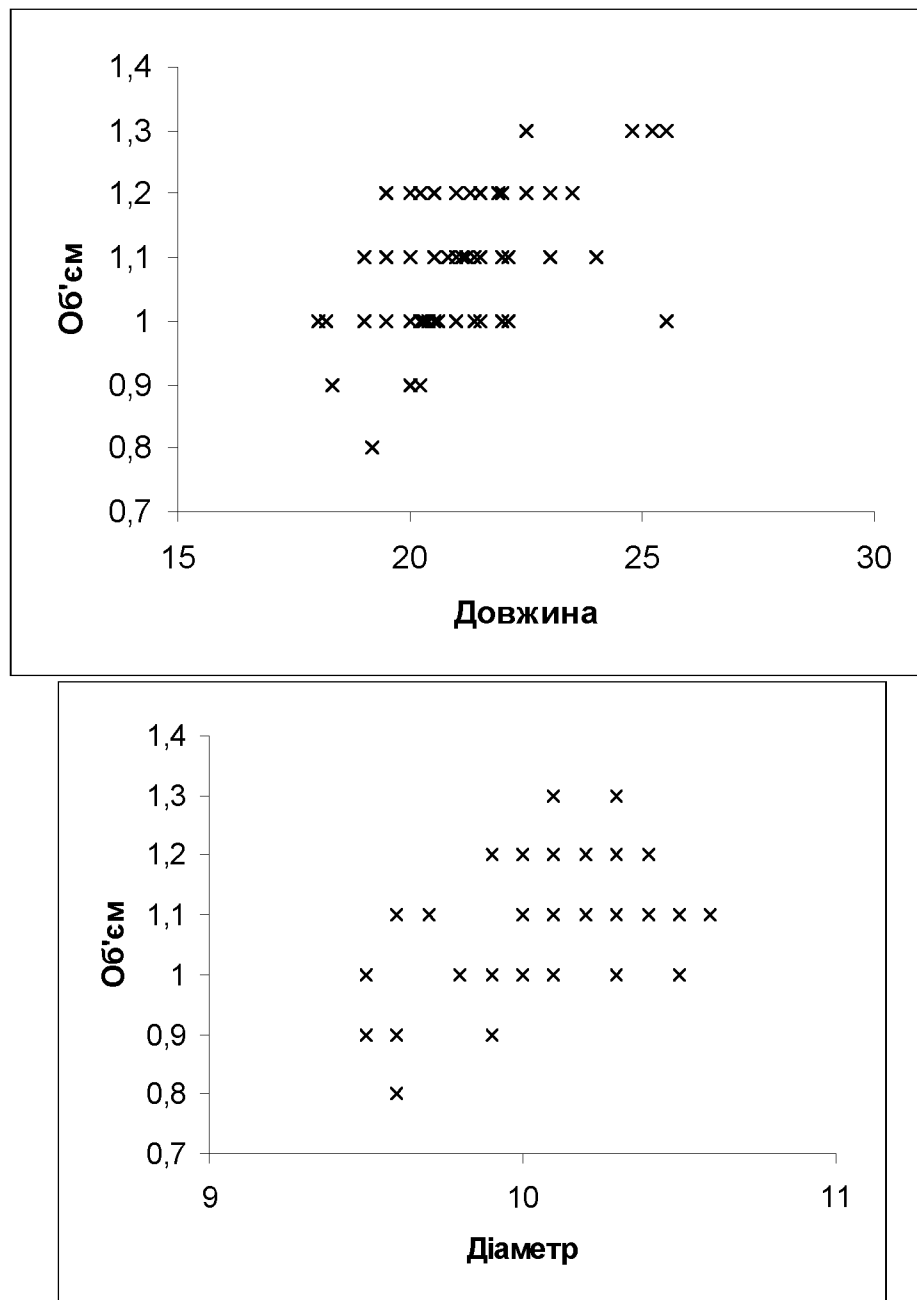
ПРИКЛАД СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

Проведемо обробку статистичних даних відповідно до завдання курсової роботи.

№ п/п	Об'єм (у см ³)	Довжина (у мм)	Великий діаметр (у мм)	№ п/п	Об'єм (у см ³)	Довжина (у мм)	Великий діаметр (у мм)
1	1,1	23	10	37	1,1	19,5	10,4
2	1,1	21	10,5	38	1,2	20,0	10,3
3	1,0	18	10,5	39	1,2	22,5	10,3
4	1,1	21	10,0	40	1,0	20,0	10,0
5	1,2	21,9	10,3	41	1,1	22,0	10,0
6	1,1	24	9,6	42	1,0	21,0	9,8
7	1,1	20	10,3	43	1,0	21,0	10,0
8	1,1	20,5	10,1	44	1,0	20,4	9,9
9	1,1	20,0	10,0	45	1,0	21,5	9,8
10	1,0	19,5	10,0	46	1,2	21,3	10,2
11	1,1	21,5	10,0	47	1,0	22,1	10,0
12	1,2	23,0	10,0	48	1,1	21,4	10,6
13	1,2	22,5	10,0	49	1,0	21,4	9,9
14	1,2	21,5	10,4	50	1,1	20,8	10,6
15	1,0	20,5	9,8	51	1,1	22,0	10,1
16	1,2	22,5	10,0	52	1,1	22,1	10,0
17	1,2	21,0	10,0	53	1,0	21,5	9,8
18	1,2	21,0	10,0	54	1,0	21,0	10,3
19	1,0	22,0	9,5	55	1,0	20,2	10,0
20	1,1	19,0	10,3	56	1,0	19,0	10,0
21	1,0	20,6	9,8	57	1,2	21,0	10,0
22	1,2	21,5	9,9	58	1,3	24,8	10,3
23	1,1	22,0	9,7	59	1,1	21,5	10,5
24	1,0	20,4	10,1	60	1,2	23,0	10,0
25	1,2	23,5	10,0	61	1,1	20,8	10,0
26	1,0	19,0	10,0	62	1,2	20,2	10,2
27	1,2	20,5	10,2	63	1,0	21,0	9,8
28	0,9	20,0	9,5	64	1,1	21,2	10,0
29	1,2	22,5	10,3	65	0,8	19,2	9,6
30	0,9	18,3	9,9	66	1,1	21,1	10,1
31	1,1	22,0	10,0	67	1,0	20,4	10,1
32	0,9	20,2	9,6	68	1,1	21,0	10,2
33	1,2	19,5	10,0	69	1,0	25,5	10,3
34	1,3	22,5	10,3	70	1,3	25,2	10,3
35	1,0	18,2	10,3	71	1,3	25,5	10,1
36	1,0	20,3	9,9	72	1,2	22,0	10,1

Частина 1. ПЕРВИННА ОБРОБКА ДАНИХ.

За результуючу ознаку (показник) візьмемо об'єм ампули. Для інших ознак (чинників): довжини та великого діаметра, побудуємо точкові діаграми (чинник-показник). ([1], с. 96-109)



За виглядом кореляційних полів виберемо довжину ампули як фактор X , для якого можливий кореляційний зв'язок з показником Y – об'ємом ампули. Відповідним діапазонам краще присвоїти імена Length і Volume.

Для фактора та показника складемо статистичні розподіли. Для цього визначимо найменше і найбільше значення для кожної вибірки, а також її розмах $R = x_{\max} - x_{\min}$: $x_{\min} = 18$, $x_{\max} = 25,5$, $R_x = 7,5$; $y_{\min} = 0,8$, $y_{\max} = 1,3$, $R_y = 0,5$.

Вибірка для показника Y – об'єму ампули, має 6 різних варіантів значень, тому статистичний розподіл складемо для цих значень. Для фактора X – довжини ампули, потрібно скласти інтервальний статистичний розподіл, бо значна кількість варіантів вибірових значень. Кількість інтервалів однакової довжини h визначимо за формулою Стерджеса $m = 1 + 3,322 \lg n$, де m – кількість інтервалів, а n – об'єм вибірки. В нашому випадку маємо $m = 1 + 3,322 \lg 72 \approx 7$, $h = R/m = 7,5/7 \approx 1,1$.

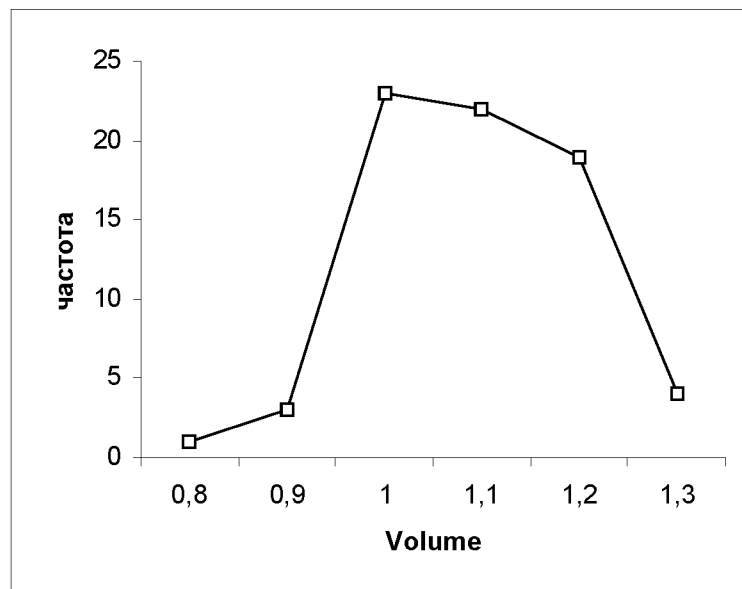
Для складання статистичних розподілів скористаємося функцією Excel **ЧАСТОТА**(массив_данных; массив_карманов) ([2], с. 277-278), де *массив_данных* – це масив або посилання на множину даних, для яких обчислюються частоти; *массив_карманов* – це масив або посилання на множину інтервалів, у які групуються значення аргументу *массив_данных*.

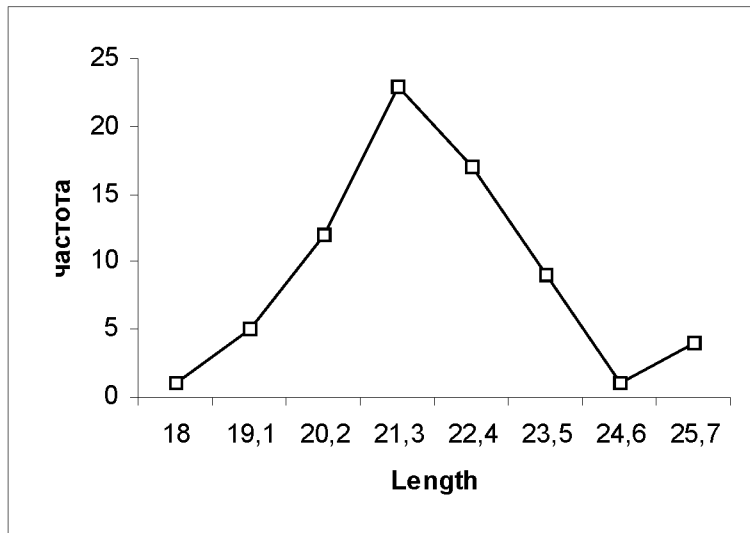
Аргумент *массив_карманов* для об'єму має вигляд 0,8:0,9:1,0:1,1:1,2:1,3, а для довжини – 18,0:19,1:20,2:21,3:22,4:23,5:24,6:25,7. В результаті одержимо наступні статистичні розподіли:

Y	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3
n_i	1	3	23	22	19	4

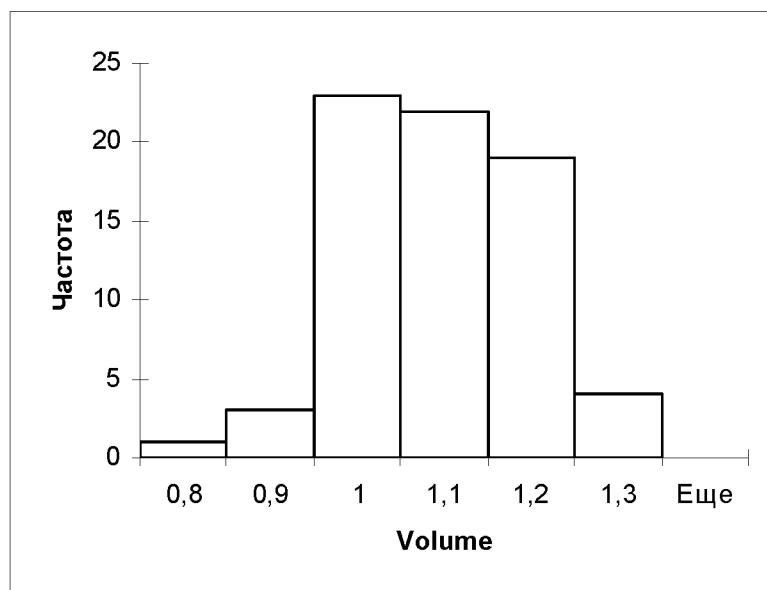
X	18	19,1	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,7
n_i	1	5	12	23	17	9	1	4

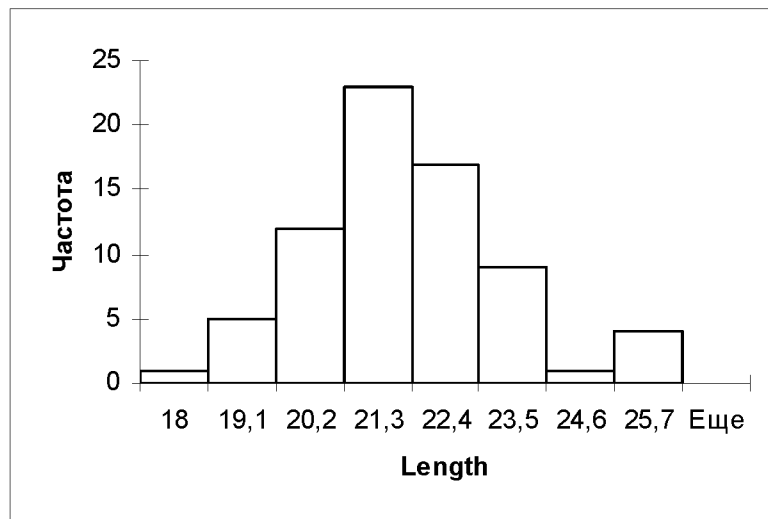
Ці розподіли використаємо для побудови полігонів частот для об'єму та довжини ампул.



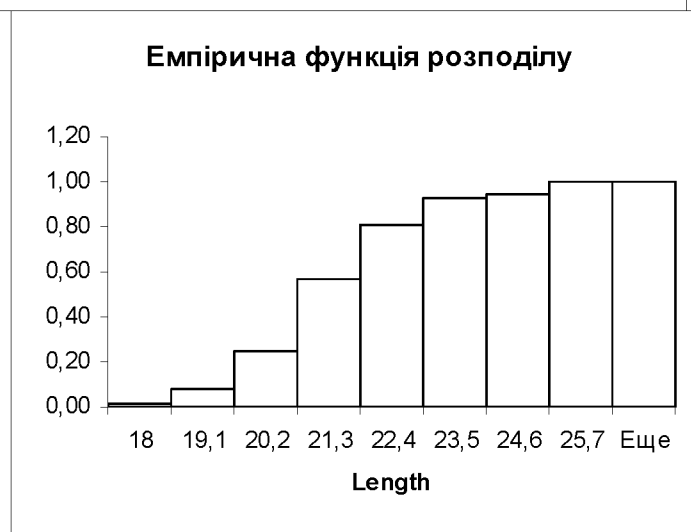
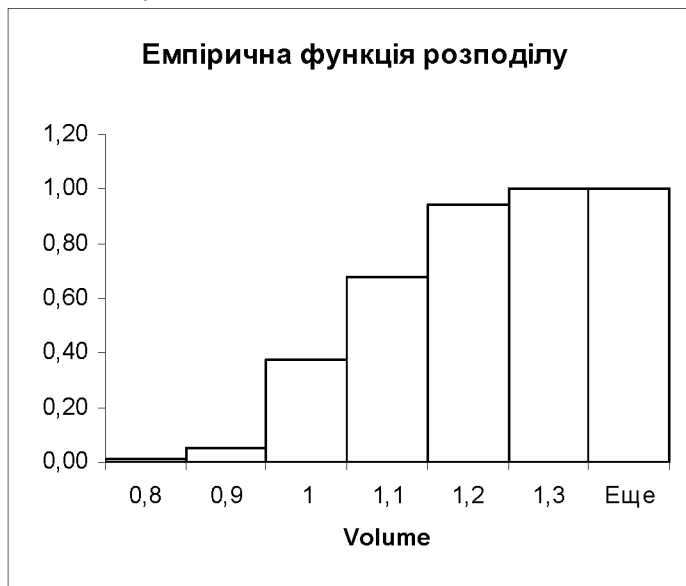


Побудову гістограм частот для об'єму та довжини ампул виконаємо надбудовою **Гистограмма (Сервис \ Анализ Данных \ Гистограмма)** ([2], с. 151-154). Її аргумент *интервал_карманов* – це інша назва аргументу *массив_карманов*, який вже використовувався для складання статистичних розподілів. Обов'язково встановити селектор **Вывод графика**. Одержані діаграми після форматування та редагування мають наступний вигляд.





Побудову емпіричних функцій розподілу для об'єму та довжини ампул знову виконаємо надбудовою **Гистограмма** при встановленому селекторі **Интегральный процент**. Одержані діаграми після форматування та редагування мають наступний вигляд.



Частина 2. ОБЧИСЛЕННЯ ВИБІРКОВИХ ЧИСЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК.

Оскільки вибірових значень парна кількість $n = 72$, то медіану знаходять за формулою $Me = (x_{36} + x_{37}) / 2$. Після сортування вибірових значень фактора та показника в порядку зростання бачимо, що для обох ознак 36-те і 37-ме значення однакові. Тому маємо $Me_x = 21$, $Me_y = 1,1$.

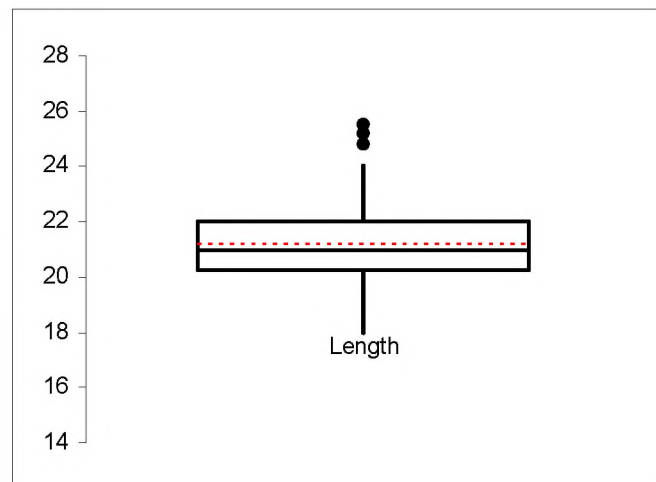
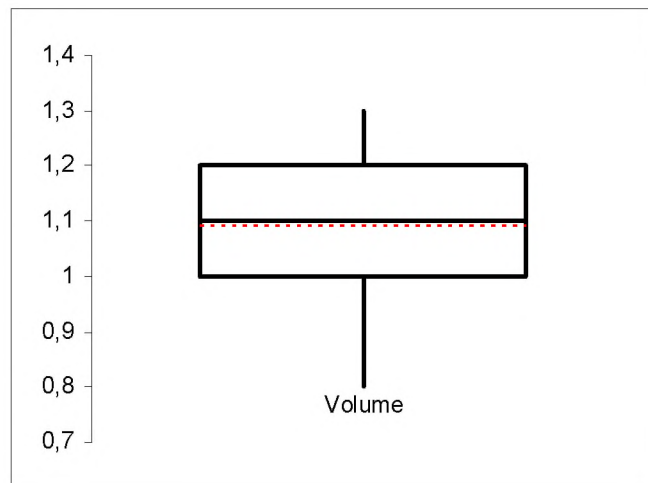
В Excel медіану можна визначити за допомогою функції **МЕДИАНА** ([2], с. 106) або функції **КВАРТИЛЬ** ([2], с. 104-105), якщо її аргумент **Часть** покласти рівним 2. В обох випадках одержимо ті самі значення медіан.

Перший $Q1$ і третій $Q3$ кuartилі знайдемо за допомогою функції **КВАРТИЛЬ**. Для об'єму маємо $Q1 = 1$, $Q3 = 1,2$, а для довжини – $Q1 = 20,275$, $Q3 = 22$. Поняття викиду спирається на поняття інтерквартильного діапазону $IQR = Q3 - Q1$. Для об'єму маємо $IQR = 0,2$, а для довжини – $IQR = 1,725$. Оскільки всі значення об'єму знаходяться в інтервалі $(Q1 - 1,5 * IQR; Q3 + 1,5 * IQR) = (0,7; 2,25)$, у цих даних немає навіть помірних викидів. Для довжини ампул маємо значення, які більші $Q3 + 1,5 * IQR = 24,59$, але менші $Q3 + 3 * IQR = 27,18$. Такий випадок класифікується як помірні викиди в область великих значень.

Для створення діаграми типу “Ящик з вусами” ([1], с. 158-166) потрібно виконати такі дії:

- Виконайте команду меню **StatPlus \ Single Variable Charts \ Boxplots**
- У діалоговому вікні **Create Boxplots** встановити перемикач **Input options** у положення **Values in separate columns**
- Клацніть на кнопці **Data Values**
- У діалоговому вікні **Input Options** виберіть у списку ім'я масиву або виділіть його мишею, попередньо встановивши перемикач **Select your variables or columns** у положення **Use Range Reference**
- Клацніть на кнопці **Output**
- У діалоговому вікні **Chart Output Options** встановіть перемикач **Choose output destination** у положення **As an embedded chart located at** у положення **New Worksheet** і введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **Ящики з вусами**

Діаграму типу “Ящик з вусами” для іншої ознаки розташувати на тільки що створеному аркуші.



Для обчислення децилів обох ознак скористаємося функцією Excel **ПЕРСЕНТИЛЬ(масив; k)** ([2], с. 105-106), де *масив* – це масив або посилання на множину даних, для яких визначається відносне положення; *k* – це значення персентилі від 0 до 1 включно.

Для обчислення першого дециля беремо $k = 0,1$, а для дев'ятого – $0,9$. Децильний коефіцієнт диференціації $CD = D9 / D1$ визначаємо як відношення дев'ятого і першого децилів. Для об'єму маємо $D1 = 1$, $D9 = 1,2$, $CD = 1,2$, а для довжини – $D1 = 19,5$, $D9 = 23$, $CD = 1,18$.

Для обчислення вибірових числових характеристик потрібно виконати такі дії ([2], с. 278-283):

- Виконайте команду меню **Сервис / Анализ данных / Описательная статистика**
- У діалоговому вікні **Описательная статистика** у текстове поле **Входной интервал** або введіть ім'я масиву або виділіть його мишею
- Встановіть перемикач **Параметры вывода** у положення **Новый рабочий лист** і введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **ОписоваСтатистика**
- Встановіть селектор **Итоговая статистика**

Порівняйте нові результати з раніше одержаними результатами.

<i>Volume</i>			<i>Length</i>	
Среднее	1,093		Среднее	21,229
Стандартная ошибка	0,012		Стандартная ошибка	0,185
Медиана	1,1		Медиана	21
Мода	1		Мода	21
Стандартное отклонение	0,105		Стандартное отклонение	1,566
Дисперсия выборки	0,011		Дисперсия выборки	2,452
Эксцесс	-0,247		Эксцесс	0,975
Асимметричность	-0,082		Асимметричность	0,633
Интервал	0,5		Интервал	7,5
Минимум	0,8		Минимум	18
Максимум	1,3		Максимум	25,5
Сумма	78,7		Сумма	1528,5
Счет	72		Счет	72

Частина 3. ПОБУДОВА ДОВІРЧИХ ІНТЕРВАЛІВ

Нехай вибірку об'єму n взято з генеральної сукупності ознаки, яка має нормальний розподіл з невідомими параметрами μ і σ^2 . Довірчий інтервал для генерального середнього μ з надійністю γ має вигляд

$$\left(\bar{x} - t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{x} + t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}} \right),$$

де t_γ – двостороння квантиль розподілу Ст'юдента з $n - 1$ степенями свободи рівня γ , а s – вибіркове стандартне відхилення.

Функція **СТЮДРАСПОБР** ([2], с. 313-314) обчислює корінь рівняння $P(|X| \geq u) = p$, де X – випадкова величина з розподілом Ст'юдента, тобто знаходить двосторонню критичну точку цього розподілу. Синтаксис функції **СТЮДРАСПОБР**(*вероятность; степени свободы*), де *вероятность* – це p ;

степени_свободы – це кількість степенів свободи розподілу Ст'юдента.

Двостороння квантиль t_γ – це корінь рівняння $P(|X| \leq t) = \gamma$. Тому її можна знайти за допомогою функції **СТЮДРАСПОБР**, поклавши $p = 1 - \gamma$.

Для $\gamma = 0,95$ і $n = 72$ маємо $t_\gamma = 1,99$. Тоді довірчі інтервали для середніх значень такі: для об'єму ампули (1,07;1,12), а для довжини (20,86;21,60).

Довірчий інтервал для генеральної дисперсії σ^2 з надійністю γ має вигляд

$$\left(\frac{(n-1)s^2}{\chi_2^2}, \frac{(n-1)s^2}{\chi_1^2} \right),$$

де χ_1^2 і χ_2^2 квантилі χ^2 розподілу Пірсона з $n - 1$ степенями свободи рівнів $\frac{1-\gamma}{2}$ і $\frac{1+\gamma}{2}$.

Функція **ХИ2ОБР** ([2], с. 315-317) обчислює корінь рівняння $P(X \geq u) = p$, де X – випадкова величина з χ^2 розподілом Пірсона, тобто знаходить критичну точку цього розподілу. Синтаксис функції **ХИ2ОБР**(*вероятность; степени_свободы*), де *вероятность* – це p ;

степени_свободы – це кількість степенів свободи χ^2 розподілу Пірсона.

Квантиль χ_1^2 – це корінь рівняння $P(X \leq \chi^2) = \frac{1-\gamma}{2}$. Тому її можна знайти за допомогою функції **ХИ2ОБР**, поклавши $p = \frac{1+\gamma}{2}$. Квантиль χ_2^2 знайдемо, поклавши $p = \frac{1-\gamma}{2}$.

Для $\gamma = 0,95$ і $n = 72$ маємо $\chi_1^2 = 49,59$ а $\chi_2^2 = 96,19$. Тоді довірчі

інтервали для дисперсій такі: для об'єму ампули $(0,0082;0,0159)$, а для довжини $(1,8099;3,5104)$.

Частина 4. ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗ

Нехай вибірку об'єму n взято з генеральної сукупності ознаки, яка має нормальний розподіл з невідомими параметрами μ і σ^2 . Задамо рівень значущості α і перевіримо нульову гіпотезу про рівність генеральної середньої конкретному числовому значенню $H_0: \mu = \mu_0$ проти альтернативної гіпотези

$H_1: \mu \neq \mu_0$. Критерій будують за допомогою статистики $t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$. Якщо вірна

гіпотеза H_0 , то ця статистика має розподіл Ст'юдента з $n - 1$ степенями свободи, а її значення близькі до нуля. За вибіркою обчислимо фактичне значення статистики $t_{\text{факт}}$ і знайдемо двосторонню критичну точку розподілу Ст'юдента $t_{\text{кр}}$ рівня α .

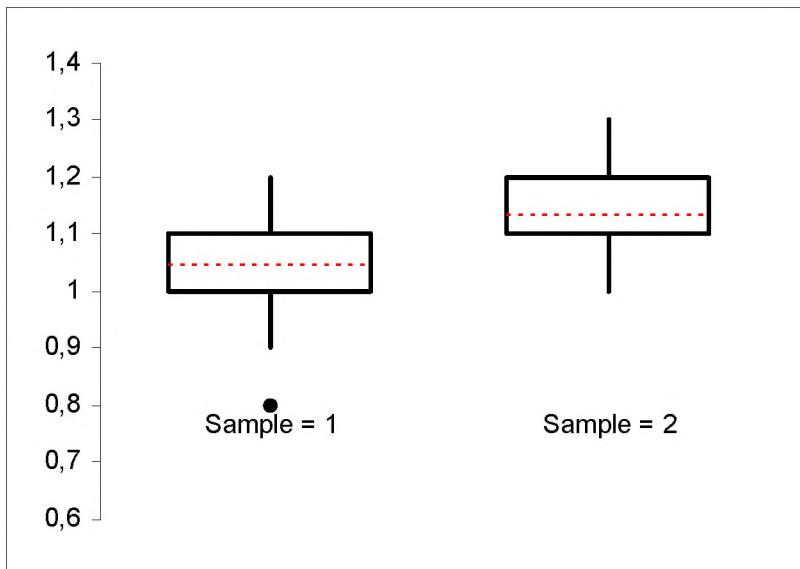
Критерій. Якщо $|t_{\text{факт}}| > t_{\text{кр}}$, то гіпотеза про значення генеральної середньої відхиляється, якщо $|t_{\text{факт}}| < t_{\text{кр}}$, то немає підстав відхилити гіпотезу.

В нашому випадку нульова гіпотеза має вигляд $H_0: \mu = 1,1$. Обчислимо фактичне значення статистики $t_{\text{факт}} = -0,0078$. Двосторонню критичну точку рівня $\alpha = 0,05$ знайдемо за допомогою функції **СТЮДРАСПОБР**: $t_{\text{кр}} = 1,99$.

Оскільки $|t_{\text{факт}}| < t_{\text{кр}}$, то немає підстав відхилити гіпотезу про рівність генеральної середньої значенню вибіркової медіани.

Командою **Данные \ Сортировка** сортуємо вибірку **Volume** за величиною фактора **Length** у порядку зростання. Першим 36 вибіровим значенням об'єму ампул присвоїмо категорію **Sample** = 1, а іншим 36 значенням – 2 і розташуємо їх у сусідньому стовпцю. Для показника за одержаними вибірками обчислимо вибірові середні (функція **СРЗНАЧ** ([2], с. 109-110)) і дисперсії (функція **ДИСП** ([2], с. 112)). Для першої вибірки вони становлять відповідно 1,05 і 0,01, а для другої – 1,1361 і 0,0087

Під час створення діаграми типу “Ящик з вусами” у діалоговому вікні **Create Boxplots** встановити перемикач **Input options** у положення **Use column of category levels**.



Функція **ФРАСПОБР** обчислює корінь рівняння $P(|X| \geq u) = p$, де X – випадкова величина з розподілом Фішера-Снедекора, тобто знаходить критичну точку цього розподілу. Синтаксис функції **ФРАСПОБР**(*вероятность*; *степени_свободы1*; *степени_свободы2*), де *вероятность* – це p ;

степени_свободы1 – це кількість степенів свободи чисельника;

степени_свободы2 – це кількість степенів свободи знаменника.

Нехай дві вибірки об'ємами n_1 і n_2 взято з генеральних сукупностей з нормальним розподілом і невідомими дисперсіями відповідно σ_x^2 і σ_y^2 . Задамо рівень значущості α і перевіримо нульову гіпотезу про рівність дисперсій $H_0 : \sigma_x^2 = \sigma_y^2$ проти альтернативної $H_1 : \sigma_x^2 > \sigma_y^2$. Критерій будемо за допомогою

статистики $F = \frac{s_x^2}{s_y^2}$, яка дорівнює відношенню більшої вибіркової дисперсії до

меншої. Якщо вірна нульова гіпотеза, то ця статистика має розподіл Фішера з $k_1 = n_1 - 1$ і $k_2 = n_2 - 1$ степенями свободи, а її значення близькі до одиниці. За даними вибірками обчислимо фактичне значення статистики $F_{\text{факт}}$ і знайдемо критичну точку розподілу Фішера $F_{\text{кр}} > 1$ рівня α .

Критерій. Якщо $F_{\text{факт}} > F_{\text{кр}}$, то гіпотеза про рівність дисперсій відхиляється, а якщо $F_{\text{факт}} < F_{\text{кр}}$, то немає підстав відхилити гіпотезу.

В нашому випадку $k_1 = k_2 = 35$. Обчислимо фактичне значення статистики $F_{\text{факт}} = 1,155$. Критичну точку рівня $\alpha = 0,05$ знайдемо за допомогою функції **ФРАСПОБР**: $F_{\text{кр}} = 1,757$. Оскільки $F_{\text{факт}} < F_{\text{кр}}$, то немає підстав відхилити гіпотезу про рівність дисперсій.

В Excel F-тест виконується командою **Сервис \ Анализ данных \ Двухвыборочный F-тест для дисперсий** ([2], с. 172-173). Ця надбудова реалізує критерій перевірки гіпотези про рівність генеральних дисперсій двох незалежних вибірок, які мають нормальний розподіл. У діалоговому вікні вводимо діапазони обох вибірок, у полі **Альфа** рівень значущості 0,05. Одержимо результати аналогічні одержаним вище..

Двухвыборочный F-тест для дисперсии		
	Sample1	Sample2
Среднее	1,05	1,136111
Дисперсия	0,01	0,008659
Наблюдения	36	36
df	35	35
F	1,154904	
P(F<=f) одностороннее	0,336222	
F критическое одностороннее	1,75714	

На практиці для перевірки гіпотези про рівність дисперсій вибірок рекомендується крім F-тесту використовувати тести Бартлетта і Левена. Для обчислення цих тестів використовують відповідні функції, які доступні якщо підключений модуль StatPlus. Оскільки в нашому випадку вибірки розрізняються наявністю категорій, то будемо використовувати функції **BARTLETT2** і **LEVENE2**. Їх синтаксис однаковий: **BARTLETT2(вибірка; категорії)**, **LEVENE2(вибірка; категорії)** ([1], с. 244-245). Ці функції повертають р-значення тестів. Якщо воно більше заданого рівня значущості α , то гіпотеза про рівність дисперсій приймається. В іншому випадку гіпотеза $H_0 : \sigma_x^2 = \sigma_y^2$ відхиляється.

В нашому випадку **BARTLETT2** = 0,67, **LEVENE2** = 0,87. Оскільки ці значення більші заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$, то вони не суперечать гіпотезі про рівність дисперсій.

За одержаними вибірками для рівня значущості 0,05 перевіримо гіпотезу про рівність генеральних середніх обох вибірок. Оскільки три тести підтвердили гіпотезу про рівність генеральних дисперсій, то використаємо об'єднаний t-тест командою **Сервис \ Анализ данных \ Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями** ([2], с. 165-167). Ця надбудова реалізує критерій перевірки гіпотези про рівність генеральних середніх двох незалежних вибірок, які мають нормальний розподіл з невідомими дисперсіями у припущенні, що дисперсії рівні. Задамо рівень значущості $\alpha = 0,05$ і застосуємо цей засіб для перевірки нульової гіпотези про рівність генеральних середніх $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ проти альтернативної $H_1 : \mu_1 < \mu_2$. У діалоговому вікні вводимо діапазони обох вибірок, у полі **Гипотетическая средняя разность** вводимо число нуль, а у полі **Альфа** рівень значущості 0,05. Одержимо такі результати

Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями		
	Переменная 1	Переменная 2
Среднее	1,05	1,136111111
Дисперсия	0,01	0,00865873
Наблюдения	36	36
Объединенная дисперсия	0,009329365	
Гипотетическая разность средних	0	
df	70	
t-статистика	-3,782416953	
P(T<=t) одностороннее	0,00016199	
t критическое одностороннее	1,666915068	
P(T<=t) двухстороннее	0,00032398	
t критическое двухстороннее	1,994435479	

В нашому випадку критична область лівостороння. Оскільки фактичне значення t-статистики менше критичного одностороннього значення, взятого із протилежним знаком, то нульова гіпотеза про рівність генеральних середніх відхиляється. Про це також свідчить той факт, що одностороннє р-значення менше заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$.

Перевіримо гіпотезу про нормальний розподіл об'єму ампул. Розрахуємо теоретичні частоти нормального розподілу, вважаючи параметри розподілу об'єму рівними їх оцінкам за вибіркою: $\mu = \bar{x} = 1,093$, $\sigma = s = 0,105$. Щоб перейти до статистичного розподілу за інтервалами, візьмемо кінці інтервалів посередині між вибірковими значеннями. Згідно правила трьох сигм крайнє ліве значення інтервалу візьмемо рівним 0, а крайнє праве рівним 10.

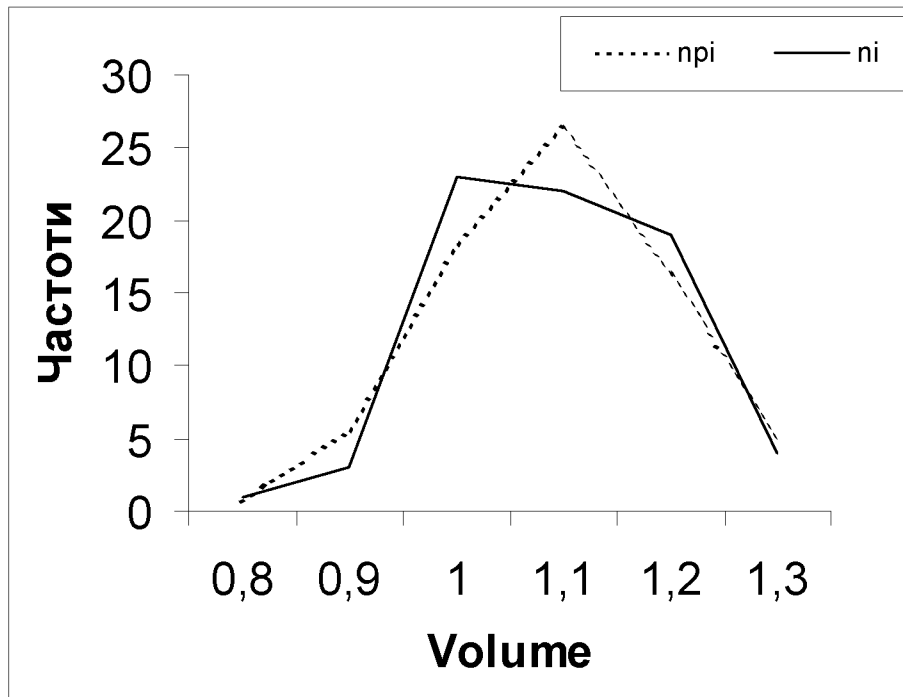
Теоретичні ймовірності p_i попадання значень нормальної випадкової величини в інтервали (x_i, x_{i+1}) дорівнюють $p_i = F(x_{i+1}) - F(x_i)$, де $F(x)$ – інтегральна функція нормального розподілу. Тоді теоретичні частоти дорівнюють $n'_i = n \cdot p_i$.

Для обчислення значень $F(x)$ використаємо функцію **НОРМРАСП**(x ; *среднее*; *стандартное откл*; *интегральная*) ([2], с. 117). Її синтаксис такий: x – це значення, для якого обчислюють функцію; *среднее* і *стандартное откл* – це параметри нормального розподілу; *интегральная* – це логічне значення, яке визначає форму функції. Якщо *интегральная* має значення **ИСТИНА** або 1, то функція **НОРМРАСП** повертає інтегральну функцію розподілу, а якщо цей аргумент має значення **ЛОЖЬ** або 0, то повертається функція щільності розподілу.

Результати обчислень зведемо в таблицю.

xi	xi+1	F(xi)	F(xi+1)	p	np _i
-10	0,85	0	0,010464	0,010464	0,75
0,85	0,95	0,010464	0,087045	0,076581	5,51
0,95	1,05	0,087045	0,341243	0,254198	18,30
1,05	1,15	0,341243	0,705758	0,364515	26,25
1,15	1,25	0,705758	0,932037	0,22628	16,29
1,25	10	0,932037	1	0,067963	4,89

Нанесемо теоретичні частоти на полігон вибірових частот.



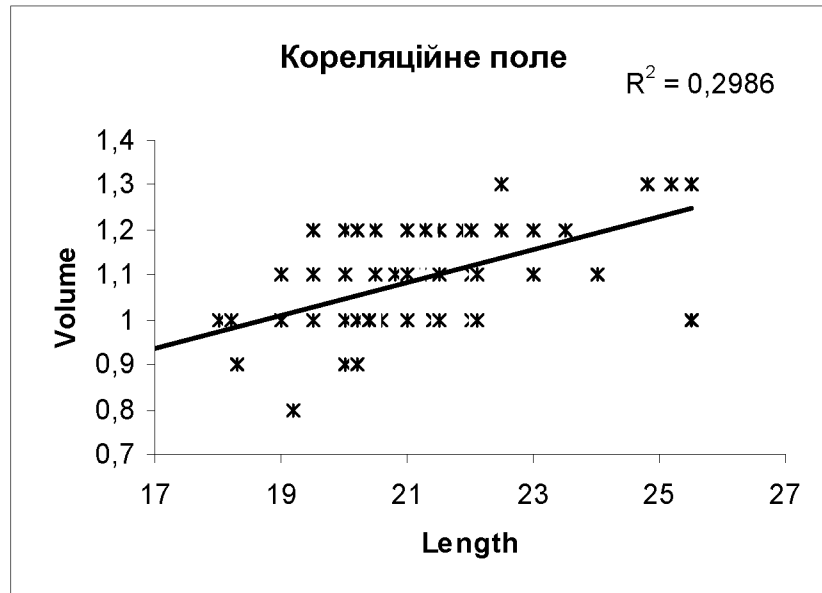
Далі використаємо функцію **ХИ2ТЕСТ** ([2], с. 127-129). Вона по двох заданих масивах частот $(n_1, n_2, \dots, n_k)$ і $(\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_k)$ обчислює критеріальну статистику $\chi^2 = \sum_{i=1}^k (n_i - \nu_i)^2 / \nu_i$, а потім повертає ймовірність $P(X > \chi^2)$, де X – випадкова величина, яка має розподіл χ^2 з $k - 1$ степенем свободи. Якщо значення, яке повертає функція **ХИ2ТЕСТ** більше заданого рівня значущості α , то нульова гіпотеза про розподіл генеральної сукупності приймається. В іншому випадку вона відхиляється.

Синтаксис функції **ХИ2ТЕСТ**(*фактический_интервал*; *ожидаемый_интервал*), де
фактический_интервал – це масив вибірових частот;
ожидаемый_интервал – це масив теоретичних частот.

В нашому випадку **ХИ2ТЕСТ** = 0,589. Оскільки це значення більше заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$, то воно не суперечить гіпотезі про нормальний розподіл об'єму ампул.

Частина 5. КОРЕЛЯЦІНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

За двовимірною вибіркою (Length, Volume) побудуємо точкову діаграму ([1], с. 301-304). Клацніть правою кнопкою миші на точках діаграми і у контекстному меню виберіть команду **Добавить линию тренда**. На вкладці **Тип** виберіть тип лінії **Линейный**. На вкладці **Параметры** встановіть прапорець **поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)**.



Лінія регресії характеризує тенденцію збільшення (в середньому) об'єму ампул при збільшенні її довжини. Величина коефіцієнта детермінації R^2 показує, що близько 30% варіації об'єму ампул характеризується їх довжиною.

Для обчислення параметрів регресії потрібно виконати такі дії ([1], с. 304-306):

- Виконайте команду меню **Сервис / Анализ данных / Регрессия**
- У діалоговому вікні **Регрессия** у текстове поле **Входной интервал Y** або введіть ім'я масиву Volume або виділіть його мишею разом з міткою
- У текстове поле **Входной интервал X** введіть ім'я масиву Length або виділіть його мишею разом з міткою
- Встановіть селектор **Метки**
- Встановіть перемикач **Параметры вывода** у положення **Новый рабочий лист** і введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **ПараметриРегресії**
- У полі **Остатки** встановіть всі селектори

ВЫВОД ИТОГОВ								
Регрессионная статистика								
Множеств	0,546474							
R-квадрат	0,298634							
Нормиров	0,288615							
Стандартн	0,088773							
Наблюден	72							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	1	0,234884	0,234884	29,80528	6,84E-07			
Остаток	70	0,551644	0,007881					
Итого	71	0,786528						
	Коэффициент	Стандарт	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересеч	0,313271	0,143215	2,187413	0,032055	0,027637	0,598905	0,027637	0,598905
Length	0,036732	0,006728	5,459422	6,84E-07	0,023313	0,050151	0,023313	0,050151
ВЫВОД ОСТАТКА								
Наблюден	Предсказан	Остатки	Стандартные остатки					
1	1,158101	-0,0581	-0,65915					

Одержані результати поділені на шість областей ([1], с. 306-309): статистика регресії, дисперсійний аналіз, оцінки параметрів регресії та їх статистика, передбачені значення та залишки, діаграма залишків та діаграма відхилення розподілу залишків від нормального розподілу.

В області статистики регресії найважливішим показником є описаний вище коефіцієнт детермінації R^2 .

В області дисперсійного аналізу наведені параметри мінливості об'єму ампул. Мінливість визначається двома складовими: змінами лінії регресії на довжину ампул та змінами викликаними іншими факторами. Відповідно загальна сума квадратів відхилень, яка наведена у стовпчику SS, складається з двох частин: одна визначається змінами лінії регресії, а інша пов'язана із змінами інших факторів. Остання сума має мінімальне значення для прямої лінії регресії. У наступному стовпчику MS відображаються результати ділення сум квадратів відхилень на відповідну кількість степенів свободи, тобто середньоквадратичні значення для регресії і залишків. У стовпчику F наведено відношення середньоквадратичних значень для регресії і залишків. Великі значення F-відношення свідчать про статистичну значущість регресії. У наступному стовпчику відображається р-значення, яке в даному прикладі дорівнює 0,0000007.

Оцінки параметрів регресії бачимо у стовпчику **Коэффициенты**. Вибіркове рівняння регресії має вигляд $Volume = 0,036732Length + 0,313271$. Тобто зміна довжини ампули на 1 мм викликає в середньому зміну об'єму на $0,037 \text{ см}^3$. Оцінки параметрів регресії значущі на 5% рівні. Про це свідчать відповідні р-значення. В останніх стовпчиках наведені межі довірчих інтервалів

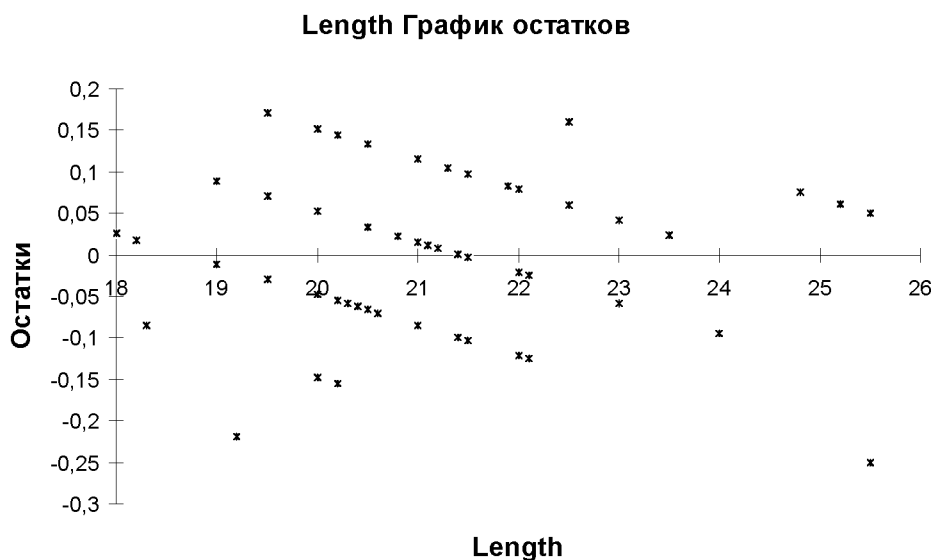
для параметрів регресії. Зокрема кутовий коефіцієнт прямої лінії регресії може змінюватися на 95% рівні у межах від 0,023313 до 0,050151.

Передбачені значення для об'єму ампул розраховані за вибіркоvim рівнянням регресії. Залишки – це різниці між вибілковими даними і передбаченими значеннями.

Для перевірки адекватності моделі регресії $Y = \alpha X + \beta + \varepsilon$ потрібно перевірити, чи виконуються припущення, які лежать в її основі ([1], с. 309-314):

- справедлива лінійна модель;
- похибка ε має нормальний розподіл з нульовим середнім;
- похибка має сталу дисперсію;
- значення похибки для окремих вибілкових значень незалежні.

Перевірку відповідності прямої лінії для вибілкових даних виконують візуально. Для цього потрібно перемістити діаграму **Length График остатков** на окремий аркуш командою контекстного меню **Размещение \ Поместить диаграмму на отдельном листе** ([1], с. 310-311). Переформатуйте її для більш зручного перегляду.

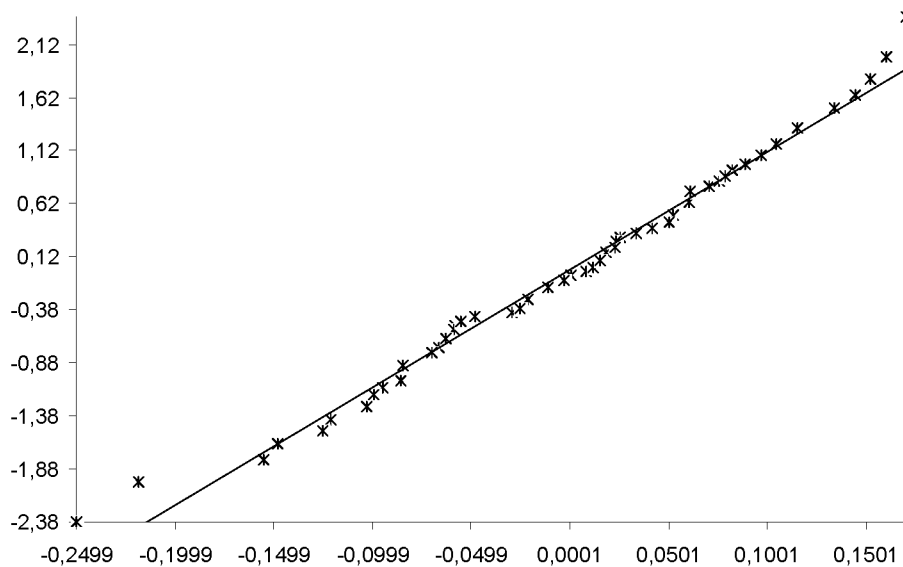


Відсутність U-подібної залежності свідчить, що перше припущення регресії виконується. Форма розсіювання точок навколо горизонтальної осі дозволяє припустити, що третє припущення регресії про сталість дисперсії похибки також виконується.

Для перевірки відповідності залишків нормальному розподілу потрібно виконати такі дії ([1], с. 311-312):

- Поверніться до аркуша з параметрами регресії
- Виконайте команду меню **StatPlus / Single Variable Charts / Normal P-plots**
- У діалоговому вікні **Create Normal Probability Plot** клацніть кнопку **Data Values**
- У діалоговому вікні **Input Options** встановити перемикач **Select a single variables or column** у положення **Use Range Reference**, виділіть мишею

- діапазон залишків разом із заголовком і клацніть кнопку **OK**
- Клацніть кнопку **Output**
- У діалоговому вікні **Chart Output Options** встановіть перемикач **Choose output destination** у положення **New Worksheet**, введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **НормальнийРозподіл** і клацніть кнопку **OK**
- Ще раз клацніть кнопку **OK**, щоб почати процес створення діаграми нормального розподілу



Якщо залишки задовольняють нормальному розподілу, то вони повинні розташовуватися поблизу лінії нормального розподілу. Відхилення вибірових точок від прямої не такі великі, щоб відхилити припущення про нормальний розподіл залишків.

Для перевірки гіпотези про незалежність залишків застосуємо тест Дарбіна-Ватсона, статистика якого має вигляд

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2},$$

де e_i – i -й залишок у наборі даних. Якщо значення DW близькі до 0 або 4, то залишки вважаються залежними, а якщо близькі до 2, то – незалежними.

У модулі StatPlus передбачена функція **DW(діапазон)** для обчислення статистики тесту Дарбіна-Ватсона ([1], с. 314). Її значення для діапазону залишків в нашому випадку становить $DW = 2,17795$. Це значення близьке до 2, тому залишки можна вважати незалежними.

Оскільки наявні вибірові данні містять два чинники – довжину і великий діаметр ампул, то корисно обчислити кореляцію між всіма змінними. Таким чином, можна зразу одержати уявлення про наявність кореляційного зв'язку між ними, визначити пари змінних із сильним і слабким зв'язком. Одним із способів такого аналізу є створення матриці кореляції, в якій містяться значення коефіцієнтів кореляції та відповідні p -значення.

Для створення матриці кореляції в нашому випадку потрібно виконати такі дії ([1], с. 318-320):

- Виконайте команду меню **StatPlus / Multivariate analysis / Correlation Matrix**
- У діалоговому вікні **Create Correlation Matrix** клацніть кнопку **Data Values**
- У діалоговому вікні **Input Options** встановіть перемикач **Select your input variables or columns** у положення **Use Range Reference**, виберіть у списку імена масивів і клацніть кнопку **OK**
- Клацніть кнопку **Output**
- У діалоговому вікні **Output Options** встановіть перемикач **Choose output destination** у положення **As a new chart sheet** у положення **New Worksheet**, введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **КореляційнаМатриця** і клацніть кнопку **OK**
- Ще раз клацніть кнопку **OK**, щоб почати процес створення матриці кореляції

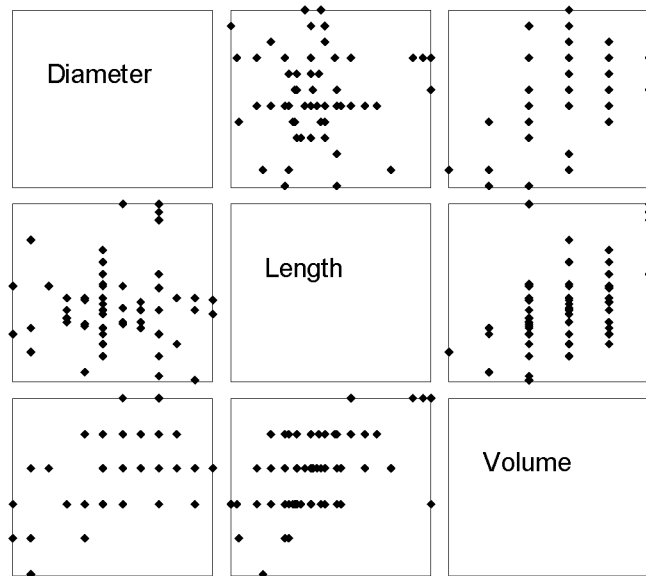
Pearson Correlations			
	Diameter	Length	Volume
Diameter	1,000	0,034	0,446
Length		1,000	0,546
Volume			1,000
Pearson Probabilities			
	Diameter	Length	Volume
Diameter	-	0,778	0,000
Length		-	0,000
Volume			-

Як видно з останньої таблиці значущим є кореляційний зв'язок між об'ємом ампул, їх довжиною та великим діаметром.

Якщо потрібно одержати уявлення про наявність кореляційного зв'язку між змінними у графічній формі, то можна побудувати матрицю точкових діаграм кореляції. Для її створення в нашому випадку потрібно виконати такі дії ([1], с. 321-323):

- Виконайте команду меню **StatPlus / Multi-variate Charts / Scatterplot Matrix**
- У діалоговому вікні **Create Scatterplot Matrix** клацніть кнопку **Data Values**
- У діалоговому вікні **Input Options** встановіть перемикач **Select your input variables or columns** у положення **Use Range Reference** і виберіть у списку імена масивів і клацніть кнопку **OK**
- Клацніть кнопку **Output**
- У діалоговому вікні **Output Options** встановіть перемикач **Choose output destination** у положення **As a new chart sheet** у положення **New Worksheet**, введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **МатрицяКореляцДіаграм** і клацніть кнопку **OK**

- Ще раз клацніть кнопку **ОК**, щоб почати процес створення матриці кореляції



Як видно з останньої таблиці можна вважати наявність кореляційного зв'язку між об'ємом ампул і їх довжиною та великим діаметром.

Частина 6. ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Для формування механічним способом малої вибірки об'єму 30 одиниць потрібно виконати такі дії

- 1) Нумерувати рядки вибірки
- 2) Створити діапазон умов у вигляді стовпця з парними числами від 2 до 60
- 3) Фільтрувати в інше місце за цією умовою з наявної вибірки 30 пар значень довжини та об'єму ампул командою **Данные / Фильтр / Расширенный фильтр**

Сортувати одержану вибірку за величиною довжини ампул у порядку зростання. Першим 10 значенням об'єму ампул приписати низький рівень фактора, наступним 10 – середній, а останнім – високий. Рівні фактора краще позначити числами від 1 до 3.

Дисперсійний аналіз проведемо командою **Дисперсионный анализ** модуля **Анализ данных**. Для застосування цього інструменту дані кожної групи повинні знаходитися у різних стовпцях. У нашому випадку вони знаходяться в одному стовпці та відрізняються лише значеннями категорій. Тому треба розбити дані на три різні групи. Для цього в нашому випадку потрібно виконати такі дії ([1], с. 372):

- Виконайте команду меню **StatPlus / MUnipulate Columns / Unstack Column**
- У діалоговому вікні **Unstack Column** клацніть кнопку **Data Values**
- У діалоговому вікні **Input Options** встановіть перемикач **Select a single variable or column** у положення **Use Range Reference** і виділіть мишею масив об'ємів ампул і клацніть кнопку **OK**
- У діалоговому вікні **Unstack Column** клацніть кнопку **Categories**
- У діалоговому вікні **Input Options** встановіть перемикач **Select a single variable or column** у положення **Use Range Reference** і виділіть мишею масив категорій і клацніть кнопку **OK**
- Клацніть кнопку **Output**
- У діалоговому вікні **Output Options** встановіть перемикач **Choose output destination** у положення **New Worksheet**, введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **СтовпціКатегорій** і клацніть кнопку **OK**
- Ще раз клацніть кнопку **OK**, щоб почати процес створення трьох різних груп за категоріями

Для проведення дисперсійного аналізу потрібно виконати такі дії ([1], с. 373-376):

- Виконайте команду меню **Сервис / Анализ данных / Однофакторный дисперсионный анализ**
- У діалоговому вікні **Однофакторный дисперсионный анализ** у текстове поле **Входной интервал** введіть масив стовпців, виділивши його мишею
- Встановіть перемикач **Группирование** у положення **по столбцам**
- Встановіть перемикач **Параметры вывода** у положення **Новый рабочий лист** і введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **ДисперсАналіз**
- Клацніть кнопку **OK**

Результати роботи інструменту дисперсійного аналізу такі.

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>		
1st	10	10	1	0,008889		
2nd	10	10,8	1,08	0,006222		
3rd	10	11,9	1,19	0,005444		
Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	0,182	2	0,091	13,28108	9,6344E-05	3,354131
Внутри групп	0,185	27	0,006852			
Итого	0,367	29				

Як видно з останньої таблиці р-значення менше 0,05. таким чином, можна відхилити гіпотезу про те, що середні значення об'єму ампул для всіх груп однакові.

Як бачимо з першої частини таблиці середні значення для всіх груп різні. Щоб з'ясувати на скільки значуща ця різниця, необхідно обчислити різниці середніх для кожної пари груп и перевірити статистичну значущість цих різниць.

В Excel немає засобів для перевірки різниць пар середніх, тому використаємо спеціальний інструмент модуля StatPlus. Для її створення в нашому випадку потрібно виконати такі дії ([1], с. 376-378):

- Виконайте команду меню **StatPlus / Multivariate analysis / Means Matrix**
- У діалоговому вікні **Create Matrix of Mean Differences** встановіть перемикач **Input Options** у положення **Values in separate columns** і клацніть кнопку **Data Values**
- У діалоговому вікні **Input Options** встановіть перемикач **Select your input variables or columns** у положення **Use Range Reference**, виділіть масив даних і клацніть кнопку **OK**
- У діалоговому вікні **Create Matrix of Mean Differences** встановіть селектор **Use Bonferroni Correction**
- Клацніть кнопку **Output**
- У діалоговому вікні **Output Options** встановіть перемикач **Choose output destination** у положення **New Worksheet**, введіть ім'я нового аркушу, наприклад, **МатрицяСередніх** і клацніть кнопку **OK**
- Ще раз клацніть кнопку **OK**, щоб почати процес створення матриці парних різниць

В результаті одержимо такі таблиці.

	Descriptive Statistics		
	1st	2nd	3rd
Count	10	10	10
Average	1,00	1,08	1,19
Standard Deviation	0,094	0,079	0,074
Sum of Squares	10,080	11,720	14,210
Pairwise Mean Difference (row - column)			
	1st	2nd	3rd
1st	0,000	-0,080	-0,190
2nd		0,000	-0,110
3rd			0,000
MSE = 6.85185185185187E-03			
Pairwise Probabilities (Bonferroni Correction)			
	1st	2nd	3rd
1st	-	0,119	0,000
2nd		-	0,018
3rd			-

Як видно з цих таблиць значущими є різниці між третьою групою і двома першими. Отже, об'єми ампул значуще відрізняються лише, коли довжина ампул достатньо велика (більша 21 мм).

Під час обчислення матриці парних різниць був встановлений селектор **Use Bonferroni Correction**, що означає обчислення р-значень на основі фактора корекції Бонферроні. Фактично, відмінність між процедурою Бонферроні та t-тестом полягає в тому, що у процедурі Бонферроні величина 5% стосується всіх шести парних порівнянь, а у t-тесті – кожного окремого порівняння.

Література

1. Берк К., Кэйри П. Анализ данных с помощью Microsoft Excel.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 560 с.
2. Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 448 с.
3. XP: WINDOWS, WORD, EXCEL для самостійного вивчення: Навч. посібник / М.Є. Рогоза, В.І. Клименко. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 294 с.
4. Теорія ймовірностей [Електрон. ресурс]: Метод. рекомендації / О.Г. Фомкіна, А.І. Литовченко, А.І. Шурдук, Н.В. Тітова, 2004. – Спосіб доступу: Електрон. чит. зал ПУСКУ.

Додаток Б
Зразок оформлення заяви

Завідувачу кафедри вищої
математики і фізики
доц. Шурдуку А.І.
студента 2 курсу
факультету економіки та
менеджменту групи ЕК-23
денної форми навчання
Петренка Івана Павловича

ЗАЯВА

Прошу дати дозвіл на виконання курсової роботи з дисципліни “Теорія ймовірностей і математична статистика” на тему: “Марковські процеси та їх застосування”.

Дата

Підпис

Науковий керівник

Підпис

Зав. кафедрою

Підпис

Додаток В
Зразок оформлення титульного аркуша

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ СПОЖИВЧОЇ КООПЕРАЦІЇ УКРАЇНИ

Кафедра вищої математики і фізики

КУРСОВА РОБОТА
на тему: “Марковські процеси та їх застосування”

студента 2 курсу
факультету економіки та
менеджменту денної форми навчання
спеціальності 6.050102 “Економічна
кібернетика”
Петренка Івана Павловича
(Підпис)

Науковий керівник к.ф.-м.н., доцент
Іваненко Павло Петрович
(Підпис)

Полтава – 2005

Додаток Д
Зразок затвердження теми курсової роботи

ЗАВДАННЯ

на курсову роботу з дисципліни “Теорія ймовірностей і математична статистика”

на тему: “Марковські процеси та їх застосування”

студента 2 курсу

факультету економіки та менеджменту

групи ЕК-23

Петренка Івана Павловича.

Календарний графік виконання курсової роботи

№ п/п	Етапи виконання курсової роботи	Термін виконання
1	Вибір та затвердження теми	
2	Ознайомлення з рекомендованою літературою	
3	Затвердження плану роботи	
4	Написання огляду літературних джерел та вступу, подання науковому керівнику	
5	Написання основної частини та висновків, подання науковому керівнику	
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень наукового керівника	
7	Подання курсової роботи на кафедру та призначення дати захисту	
8	Захист роботи	

План курсової роботи

Студент

Підпис

Науковий керівник

Підпис

Зав. кафедрою

Підпис

Додаток Е

Таблиця Е.1

Приклади оформлення бібліографічного опису в списку джерел

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Монографії: один, два або три автори	<i>Василенко М.В.</i> Теорія коливань: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 1992. – 430 с. <i>Афанасьев В.В., Василевский О.Н.</i> Расчеты электрических цепей на программируемых микрокалькуляторах. – М.: Энергоиздат, 1992. – 190 с. <i>Меликов А.З., Пономаренко Л.А., Рюмиш П.А.</i> Математические модели многопоточковых систем обслуживания. — К.: Техніка, 1991. – 265 с.
чотири автори	<i>Основы создания гибких автоматизированных производств / Л.А. Пономаренко, Л.В. Адамович, В.Т. Муzychук, А.Е. Гридасов; Под ред. Б.Б. Тимофеева.</i> — К.: Техніка, 1986. – 144 с.
п'ять та більше авторів	<i>Системный анализ инфраструктуры как элемент народного хозяйства / Н.И. Белоусова, Е.И. Вишняк, В.Ю. Левит и др.</i> – М.: Экономика, 1981. – 62 с.
Багатотомні видання	<i>История русской литературы: В 4 т. / АН СССР. Ин-т рус. лит. (Пушкин. дом).</i> – М., 1982. – Т.3: Расцвет реализма. – 876 с.
Перекладні видання	<i>Гроссе Э., Вайсмангель Х.</i> Химия для любознательных: Пер. с нем. – М.: Химия, 1980. – 392 с.
Стандарти	<i>ГОСТ 7.1-84.</i> СИБИД. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. – Взамен ГОСТ 7.1-76; Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 77 с.
Збірники наукових праць	<i>Обчислювальна і прикладна математика: Зб. наук. пр.</i> – К.: Либідь, 1993. – 99 с.
Словники	<i>Библиотечное дело: Терминолог. слов. / Сост.: И.М. Сусллова, Л.Н. Уланова.</i> – 2-е изд. – М.: Книга, 1986. – 224 с.

Продовж. табл. Е.1

Депоновані наукові праці	<i>Меликов А.З., Константинов С.Н.</i> Обзор аналитических методов расчета и оптимизации мультиресурсных систем обслуживания / Науч.- произв. корпорация "Киев. ин-т автоматики". – К., 1996. – 44 с. – Рус. – Деп. в ГНТБ Украины 11.11.96, №2210 – Ук96. – Реф. в: Автоматизация производственных процессов. — 1996. — №2. <i>Пономаренко Л.А., Меликов А.З.</i> Алгоритмы управления в неполнодоступных марковских сетях со сложными механизмами обслуживания и очередями // Ред. журн. "Автоматика и вычислительная техника". – Рига, 1989. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 08.12.89, №7305-B89.
Складові частини: книги	<i>Пономаренко Л.А.</i> Организующая система // Автоматизация технологических процессов в прокатном производстве. – М.: Металлургия, 1979.– С. 141-148.
збірника	<i>Пономаренко Л.А.</i> Структура системы прерывания с ситуационными приоритетами в АСУТП станов горячей прокатки // Разработка автоматизированных систем управления технологическими процессами. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1976.– С. 3-16.
журналу	<i>Меликов А.З., Пономаренко Л.А.</i> Оптимизация цифровой сети интегрального обслуживания с конечным числом пользователей и блокировками // Автоматика и телемеханика. – 1992. – №6. – С. 34-38. <i>Пономаренко Л.А., Меликов А.З.</i> Ситуационное управление многоканальной системой с переменной структурой обслуживания неоднородного потока // Изв. АН Азерб. Респ. Сер. физ.-техн. и мат.наук. – 1986. – Т. 7, №6. – С. 79-83.
іноземного журналу	<i>Perez K.</i> Radiation therapy for cancer of the cervix // Oncolgy.– 1993.– Vol.7, № 2.– P.89-96.
енциклопедії	<i>Долматовский Ю.А.</i> Электромобиль // БСЭ. – 3-е изд. – М., 1988.– Т. 30.– С. 72.

Продовж. табл. Е.1

Тези доповідей	<i>Пономаренко Л.А , Жучкова И В</i> Оптимальное назначенне приоритетов при организации доступа в локальных вычислительных сетях АСУТП // Тр. Междунар конф. "Локальные вычислительные сети" (ЛОКСЕТЬ 88). – Рига: ИЭВТ АН Латвии, 1988, – Т. 1.– С. 149-153. <i>Melikov A.Z., Ponomarenko L.A.</i> On the approach to optimal control of queuing systems with multiple classes of customers // Proc. International Conf. on Syst. Sci. XII – Wroclaw (Poland), 1995. – P. 507-515.
Дисертації	<i>Луус Р.А.</i> Исследование оборудования с пневмовакуумным приводом для захвата, перемещения и фиксации при обработке пористых и легкоповреждаемых строительных изделий: Дис. ... канд. техн наук: 05.05.04. – М., 1982. – 212 с.
Автореферати дисертацій	<i>Поликарпов В. С.</i> Философский анализ роли символов в научном познании: Автореф дис. ... д-ра филос.наук: 09.00.08 / Моск. гос. пед ин-т. – М., 1985. – 35 с.