

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Завідувач кафедрою  
Інформатики, кінезіології та кіберспорту  
\_\_\_\_\_ І.П. Заневський  
(підпис, ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р

**ЛЕКЦІЯ №10**  
**з навчальної дисципліни**  
**«КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА І МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА»**

**Тема: Математико-статистична обробка**  
**спортивної інформації**

**Навчальний потік**

для студентів першого року навчання факультетів: фізичної культури і спорту, педагогічної освіти, терапії та реабілітації

**Навчальна мета:** Ознайомити студентів із застосуванням інформаційних технологій у ФВіС, терапії та реабілітації з пакетами прикладних програм, програмами статистичної обробки спортивних результатів.

**Виховна мета:** Розвивати логічне мислення, увагу, пам'ять, спостережливість, поглиблювати знання з інформатики, прививати любов до обчислювальної техніки.

**Навчальні питання і розподілення часу:**

Вступ \_\_\_\_\_ - 10...хв.

1. Застосування інформаційних технологій у ФВіС. \_\_ 10хв.

2. Програми статистичної обробки спортивних результатів. \_\_ 30хв.

3. Поняття інтерфейсу сучасної прикладної програми, його основні складові частини. \_\_ 10хв.

4. Пакети прикладних програм. \_\_ 20хв.

Заключення та відповіді на запитання \_\_\_\_\_ - 10хв.

**Навчально-матеріальне забезпечення:**

Мультимедійний проектор \_\_\_\_\_

## Навчальна література

### Основна:

1. Льюкв О.С. Матвїїв В.І. Інформатика та комп'ютерна техніка (з елементами математичної статистики): Навч. посіб. –Львів: ЛДУФК, 2010.
2. Бакушевич Я.М., Капаціла Ю.Б. Інформатика та комп'ютерна техніка. -К.: Магнолія, 2024.
3. Буйницька О. Інформаційні технології та технічні засоби навчання. Навч. посіб. -К: цент навч. лі-ри, 2019.
4. Глинський Я.М. Інформатика: підручник. - Львів: Львівська політехніка, 2023.
5. Качан О.В. Упровадження інноваційних технологій у фізкультурнооздоровчу та спортивну діяльність закладів освіти: навчально-методичний посібник Слов'янськ: Витоки, 2022.
6. Руденко В.М. Математична статистика. Навч. посіб. -К: цент навч. лі-ри, 2019.
7. Пасічник В.В., Пасічник О.В., Басюк Т.М., Думанський Н.О. Основи інформаційних технологій. Навч. посіб. 2020.
8. Windows 2010: навчальний посібник / Укладач: Дячук С. Ф. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021.
9. О. Л. Тоцька. Сучасні інформаційні технології в професійній діяльності: лабор. практикум – Луцьк: Вежа-Друк, 2020.

### Допоміжна:

1. Заневський І. П., Заневська Л. Г. Комп'ютерні та інформаційні технології в активній рекреації й спортивно-оздоровчому туризмі: навч. посіб. для магістрів фіз. виховання. – Л.: ЛДУФК, 2010.
2. Є В. Павлиш, Л. Гліненко, Н. Шаховська Основи інформаційних технологій і систем. - Львів: Львівська політехніка, 2018.
3. Сусіденко В. Інформаційні системи і технології в обліку. Навч. посіб. –К.: центр навч. лі-ри, 2019.
4. Сорока П.М., Харченко В.В., Харченко Г.А. Інформаційні системи і технології в управлінні організацією: Навч. посіб. – К.: ЦП «Компринт», 2019.
5. Г. Кармелюк Теорія ймовірностей та математична статистика. Навч. посіб. –К.: центр навч. лі-ри, 2019.
6. Антомонов М.Ю. Математична обробка та аналіз медико-біологічних даних. 2-е видання- Київ: МПЦ «Медінформ», 2018.
7. Microsoft Access 2016: навчальний посібник в електронному вигляді / Укладачі В.О. Нелюбов, Ю.Ю. Білак. – Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2019.
8. Нелюбов В. О., Куруца О. С. Основи інформатики. Microsoft Excel 2016: навчальний посібник. – Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2018.
9. Основи інформаційних технологій: навч. посібник для здобувачів професійної освіти / А. М. Гуржій, Л. І. Возненко, Н. І. Поворознюк, В. В. Самсонов. -Київ: Літера ЛТД, 2023.

### 1. Інформаційні ресурси інтернет

1. <http://www.nbuv.gov.ua> – Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського.
2. Закон України «Про доступ до публічної інформації» (2022). Вилучено з <https://ips.ligazakon.net/document/T112939>
3. Основні положення статистичних досліджень у спорті <https://vseosvita.ua/.../osnovni-polozenna-statisticnih-doslidz...>
4. МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА [liber.onu.edu.ua/pdf/matem\\_stat.pdf](http://liber.onu.edu.ua/pdf/matem_stat.pdf)

## Тема 10: Математико-статистична обробка спортивної інформації

1. Застосування інформаційних технологій у ФВіС, ФР.
2. Програми статистичної обробки спортивних результатів.
3. Поняття інтерфейсу сучасної прикладної програми, його основні складові частини.
4. Пакети прикладних програм.

Призначення комп'ютера – виконання програм. Сукупність програм є *програмним забезпеченням* (software) комп'ютера.

За функціональною ознакою програмне забезпечення поділяють на системне і прикладне.

*Системне (базове) програмне забезпечення* включає:

1. Операційні системи (ОС), основною функцією яких є керування ресурсами (фізичними та логічними) і процесами лічильних систем. Існують такі ОС, як Windows 95 (98, 2000), Windows NT, Unix, OS/2, Windows 10.

2. Мережне програмне забезпечення, призначене для керування спільними ресурсами в розподілених лічильних системах (NetWare 4.1, Windows NT Server, LAN Server 4.0 Advanced, Windows 2000).

3. Сервісні програми, до складу яких входять: файлові менеджери (Windows Commander), утиліти (антивіруси, архіватори, програми для обслуговування дисків). Ці програми створюють і реалізують додаткові можливості для роботи комп'ютера.

4. Засоби для розробки програм – нового системного або прикладного програмного забезпечення (C++, Visual Basic, Visual C++, Java, Delphi). *Прикладне програмне забезпечення* призначається для розв'язання певної цільової задачі проблемної сфери. Сюди можна віднести:

1. Текстові редактори (Word, WordPad, Блокнот).
2. Табличні процесори (Excel, Lotus).
3. Системи ілюстративної та ділової графіки та видавничі системи (Corel Draw, PageMaker, Adobe Photoshop, Adobe Acrobat, Macromedia Flash, QuarkXPress).
4. Системи управління базами даних (Visual Foxpro, Paradox, Access, Oracle).
5. Експертні системи.
6. Системи автоматизованого проектування (AutoCAD).
7. Програми створення презентацій (Power Point).
8. Системи ведення бухгалтерського обліку (1С-бухгалтерія).

9. Правові БД (Лига, Право).
10. Програми розпізнавання символів (Fine Reader).
11. Програми-перекладачі (PROMT, LINGVO).
12. Програми оброблення відео- та звукових файлів (Cool Edit, WinAMP).
13. Навчальні системи іноземних мов.
14. Програми математичних розрахунків, моделювання та аналізу експериментальних даних.

### **Поняття про прикладні програми.**

*Прикладні програми – це програми, які автоматизують процеси розв'язанням задач з різних сфер практичної діяльності людей.* Їх є багато. Це програми для опрацювання інформації виробничого, бухгалтерського, офісного чи іншого характеру. Виокремимо такі види програм:

- для опрацювання текстів (*текстові редактори*); і для створення графічних образів (*графічні редактори*); і для роботи з *електронними таблицями*;
- для створення та опрацювання інформації в *базах даних*;
- для підтримки функціонування *комп'ютерних мереж*;
- для автоматизації *математичних обчислень*.

Програмне забезпечення буває у вигляді окремих програм для певного виду роботи (наприклад, для редагування текстів чи опрацювання баз даних) або у вигляді інтегрованих систем – програмних комплексів, які забезпечують декілька видів діяльності. За допомогою інтегрованої системи можна написати листа, реферат, оформити звіт, виконати обчислення засобами електронної таблиці, знайти інформацію в базі даних, доповнити звіт графіками чи діаграмами та переслати його замовники через комп'ютерну мережу. Приклади таких систем: Symphony, Smartware, Microsoft Works, Microsoft Office для Windows, Star Office для Linux.

Інтегрована система складається з таких головних компонентів:

- 1) редактора текстів;
- 2) електронної таблиці;
- 3) системи керування базами даних;
- 4) засобів телекомунікацій.

У них поєднані можливості роботи з текстовою, числовою та графічною інформацією, тобто з даними у різних форматах.

## **Розрахунок основних статистичних показників**

### ***Описові статистики***

Описові характеристики ряду вимірів оцінюють центральну тенденцію вибірки та її коливання чи варіацію.

Центральну тенденцію вибірки дозволяють оцінити такі статистичні показники, як середнє арифметичне значення, мода, медіана. До характеристик варіації чи коливання результатів вимірів відносять розмах, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації і т.д. Крім цього, звичайно обраховують такі характеристики розподілу, як асиметрія та ексцес.

Електронні таблиці Excel надають широкі можливості для обчислення цих характеристик. Існує кілька шляхів для вирішення таких задач:

1. Обчислення за допомогою формул.
2. Використання вбудованих функцій.
3. За допомогою пакету аналізу.

### **Обчислення за допомогою формул**

Якщо не використовувати вбудовані функції, подібним чином можна обрахувати найбільш елементарні показники. Звичайно у формули включають функції, що закладені розробниками програми.

Розглянемо послідовність операцій на конкретному прикладі:

Таблиця з даними вимірів наведена нижче

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Прізвище	Вік	Вага	Зріст	Ваго-рост	Атмакс	Атмін	Ф-т	СОК	ЧСС	ХОК	
2	0	Шевчук В	19.85	74	177	418.079	145	95	біол	91.41	66.97	6121.73	
3	7	Сень О. І	20.28	65	169	384.615	115	80	біол	101.61	68.38	6048.08	
4	10	Шевчук В	19.87	74	177	418.079	130	100	біол	57.4	73.62	4237.27	
5	11	Жигало Е	20.77	66	173	381.503	125	70	біол	113.77	81.22	9240.4	
6	12	Боголій В	18.33	71	190	373.684	125	65	біол	94.7	72.74	6888.48	
7	14	Халавко І	18.84	67	172	389.535	122	60	біол	68.03	71.77	4882.51	
8	19	Рибалка	18.37	94	198	424.242	125	80	біол	117.33	60.2	7063.27	
9	21	Кердань	19.08	74	192	385.417	120	70	біол	77.39	81.8	6330.5	
10	23	Павлик Д.	18.02	89	177.5	501.408	125	85	біол	72.73	78.88	5722.4	
11	26	Гонка С.	17.38	69	172	401.163	115	70	біол	100.85	63.09	6362.63	
12	28	Дяченко І	20.56	82	181	453.039	130	90	біол	84.05	61.84	5197.65	
13	1	Галій М.	17.48	66	176	375	120	70	фз	74.15	52.32	3879.53	
14	2	Товстопа	19.7	73	174	419.54	125	80	фз	69.98	58.81	3974.43	
15	3	Савченко	18.38	70	178	387.727	105	75	фз	89.53	60.05	5378.28	
16	4	Ермошко	21.39	62	168	389.048	115	70	фз	97.72	69	6742.68	
17	5	Толтун В	21.01	65	172	377.907	150	95	фз	89.37	72.75	6501.67	
18	8	Калініч	23.87	68	175	388.571	130	80	фз	72.28	55.8	4018.77	
19	9	Пагно І. Е	19.09	84	179	469.274	130	75	фз	97.94	63.54	6223.11	
20	13	Гречука С	19.83	72	180	400	135	90	фз	84.01	68.68	5769.81	
21	15	Касаткін	17.49	90	185.5	485.175	140	95	фз	79.08	57.5	4545.95	
22	16	Трубенск	21.59	64	184	347.826	130	80	фз	106.44	64.67	6872.93	
23	17	Юрчук С.	24.03	82	179	458.101	115	80	фз	129.62	59.7	7738.31	
24	18	Токарчук	20.86	76	182	417.682	125	80	фз	105.31	63.93	6732.47	
25	20	Коломіс	18.94	58	166	337.349	135	75	фз	72.99	70.54	5148.71	
26	22	Мушук І	19.31	77	178	432.684	110	70	фз	85.57	69.27	5927.43	
27	24	Ассьонов	18.44	75	180	416.667	125	85	фз	162.89	80.05	13039.3	
28	25	Рудковсь	20.62	68	170	400	130	70	фз	100.07	67.81	6785.75	
29	27	Калініч	24.28	68	175	388.571	130	80	фз	72.78	63.93	4852.83	
30	29	Яценко М	18.3	71	182	390.11	130	85	фз	95.12	61.46	5846.12	
31													

Рис. 17. Показники студентів після сортування по факультетах.

Обрахуємо описові статистики вивчених показників у студентів біологічного факультету та факультету фізичної культури.

**Крок 1.** Скопіюємо вихідну таблицю ще на два аркуші книги, що назвемо БФ та ФК. На цих аркушах проведемо сортування даних за стовпчиком Факультет та знищимо рядок з даними студентів факультету фізичної культури на аркуші БФ і з даними біологів на аркуші ФК. На рис. 18 представлена отримана таблиця на аркуші БФ.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Прізвище	Вік	Вага	Зріст	Ваго-рост	Атмакс	Атмін	Ф-т	СОК	ЧСС	ХОК	
2	6	Шевчук В	19.85	74	177	418.0791	145	95	біол	91.41	66.97	6121.728	
3	7	Сень О. М	20.28	65	169	384.6154	115	80	біол	101.61	68.38	6048.092	
4	10	Шевчук В	19.87	74	177	418.0791	130	100	біол	57.4	73.62	4237.268	
5	11	Жигало В	20.77	66	173	381.5029	125	70	біол	113.77	81.22	9240.399	
6	12	Боголій В	18.33	71	190	373.6842	125	65	біол	94.7	72.74	6888.478	
7	14	Халавко Е	18.84	67	172	389.5349	122	60	біол	68.03	71.77	4882.513	
8	19	Рибалка В	18.37	94	198	424.2424	125	80	біол	117.33	60.2	7063.266	
9	21	Кердань С	19.08	74	192	385.4167	120	70	біол	77.39	81.8	6330.502	
10	23	Павлик Д. І	18.02	89	177.5	501.4085	125	85	біол	72.73	78.88	5722.396	
11	26	Гонка С. С	17.38	69	172	401.1628	115	70	біол	100.85	63.09	6362.627	
12	28	Дяченко Е	20.56	82	181	453.0387	130	90	біол	84.05	61.84	5197.652	
13													
14													
15													
16													

Рис.18. Таблиця даних студентів факультету фізичного виховання

**Крок 2.** Обраховуємо середнє значення кожної змінної. Для цього в комірці **B13** вводимо слово Середнє, переводимо курсор у комірку **C13**, натискаємо на клавішу = для введення формули. Вводимо формулу **СРЗНАЧ(C2:C12)**. Введення функції обчислення середнього значення у

формулу можливі як із клавіатури, так і з використанням піктограми вбудованих функцій  $f$  чи списку функцій у рядку формул. При залученні цієї піктограми з'являється вікно *"Мастера функций"*, у якому вибираємо категорію *"Статистические"* функції та функцію **СРЗНАЧ** (рис. 3.2).

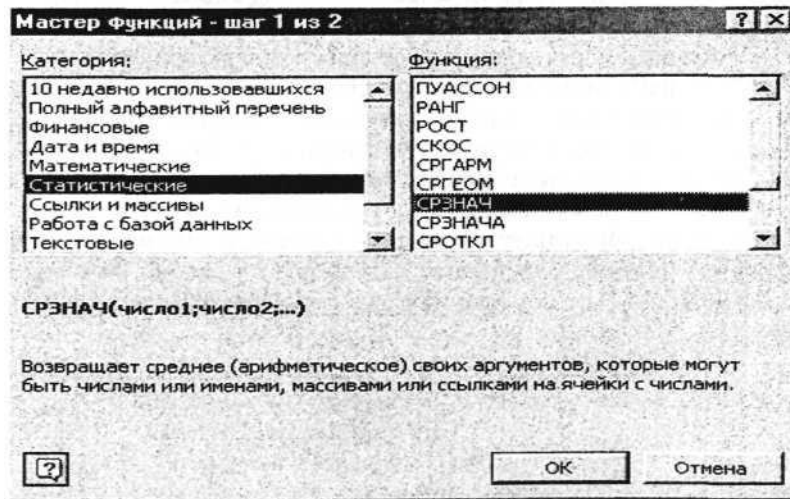


Рис. 19. Вікно виклику функції обчислення середнього значення  
Натискаємо клавішу **ОК**. При цьому з'являється діалогове вікно (рис. 20).

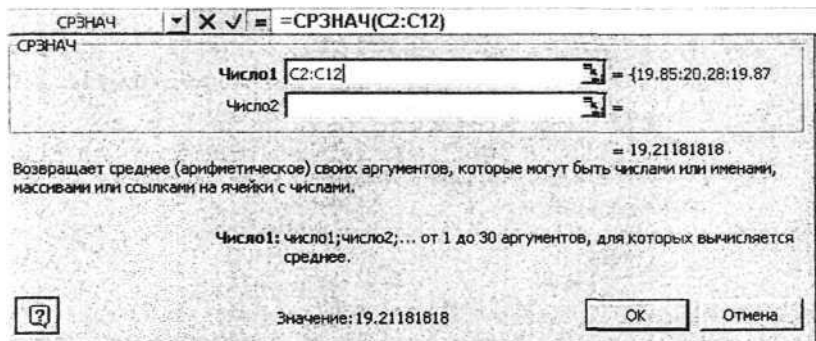


Рис.20. Діалогове вікно функції обчислення середнього значення.

Інтервал даних для обчислення середніх величин з'являється автоматично, тому що курсор стоїть внизу стовпчика з числовими значеннями. Однак інтервал у вікно діапазону даних можна ввести як із клавіатури, так і натиснувши на піктограму праворуч цього вікна та вибравши мишею діапазон.

У підсумку проведених дій у комірці **C13** відобразиться середнє значення віку досліджуваних студентів біологічного факультету, як показано на рис. 21.

	В	С	Д	Е	Ф
1	Прізвище	Вік	Вага	Зріст	Ваго-рост
2	Шевчук В.	19.85	74	177	418.0791
3	Сень О. М	20.28	65	169	384.6154
4	Шевчук В.	19.87	74	177	418.0791
5	Жигало В.	20.77	66	173	381.5029
6	Боголий В	18.33	71	190	373.6842
7	Халявко В	18.84	67	172	389.5349
8	Рибалка Е	18.37	84	198	424.2424
9	Кердань Є	19.06	74	192	385.4167
10	Павлик Д	18.02	89	177.5	501.4085
11	Гопка С. С	17.38	69	172	401.1628
12	Дяченко Е	20.56	82	181	453.0387
13	Середнє	19.21182			

Рис.21. Таблиця з обрахованим середнім значенням по віку фізичного виховання.

**Крок 3.** Копіюємо формулу з комірки **C13** та вставляємо в усі комірки тринадцятого рядка під даними. Послідовність при цьому така:

- 1) курсор знаходиться в комірці **C13**,
- 2) натискаємо праву кнопку миші та у контекстному меню вибираємо **"Копировать"**,
- 3) при натиснутій лівій кнопці миші підводимо курсор у комірку **L13** та відпускаємо кнопку миші (блок зафарбується),
- 4) натискаємо клавішу **Enter**. Результати цих операцій видно на рис. 22.

	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	К	Л	
1	Прізвище	Вік	Вага	Зріст	Ваго-рост	Атмакс	Атми	Ф-т	СОК	ЧСС	ХОК
2	Шевчук В.	19.85	74	177	418.0791	145	95	биол	91.41	66.97	6121.728
3	Сень О. М	20.28	65	169	384.6154	115	80	биол	101.61	68.38	6348.092
4	Шевчук В.	19.87	74	177	418.0791	130	100	биол	57.4	73.82	4237.268
5	Жигало В.	20.77	66	173	381.5029	125	70	биол	113.77	81.22	9240.399
6	Боголий В	18.33	71	190	373.6842	125	65	биол	94.7	72.74	6888.478
7	Халявко В	18.84	67	172	389.5349	122	60	биол	68.03	71.77	4882.513
8	Рибалка Е	18.37	84	198	424.2424	125	80	биол	117.33	60.2	7063.266
9	Кердань Є	19.06	74	192	385.4167	120	70	биол	77.38	81.8	6330.502
10	Павлик Д	18.02	89	177.5	501.4085	125	85	биол	72.73	78.68	5722.396
11	Гопка С. С	17.38	69	172	401.1628	115	70	биол	100.86	63.09	6362.627
12	Дяченко Е	20.56	82	181	453.0387	130	90	биол	84.05	61.84	5197.652
13	Середнє	19.21182	74.09091	179.8636	411.8877	125.1818	78.63636	#ДЕЛ/0!	89.02455	70.95545	6272.266



Рис. 22. Таблиця з обрахованими середніми даними досліджених показників студентів факультету фізичного виховання

Як видно з рис. 22, у 13 рядку обчислені середні значення всіх змінних крім, природно, змінної **Ф-т**, що не є числовою.

**Крок 4.** Обраховуємо стандартне відхилення вибірок. У комірку **B14** вводимо слова "Станд.відх". У комірці **C14** вводимо формулу **=СТАНДОТКЛОН(C2:C12)**.

Увага! Автоматично в діапазон даних будуть включені усі вищерозташовані комірки разом з коміркою **C13** - середнім значенням. І знову функцію **СТАНДОТКЛ** можна набрати як із клавіатури, так і з використанням *"Мастера функций"*. Копіюємо формулу із комірки **C14** на інші комірки рядка під даними.

**Крок 5.** Розраховуємо помилку стандартного відхилення. Для цього значення комірки **C14** необхідно розділити на корінь квадратний з кількості значень вибірки. У цій формулі будуть використовуватися дві вбудовані функції **"СЧЕТ"** та **"КОРЕНЬ"**. Маркер знаходиться в комірці **C15**, в яку вводимо формулу **=C14/КОРЕНЬ(СЧЕТ(C2:C12))**. Копіюємо формулу на всі комірки рядка.

**Крок 6.** Для того, щоб розрахувати коефіцієнт варіації, необхідно стандартне відхилення (значення комірки **C14**) розділити на середнє значення (комірка **C13**) та помножити на 100. Формула буде мати вигляд **=C14/C13\*100**.

Максимум, мінімум, моду, медіану, ексцес, асиметрію вибірок можна розрахувати за допомогою вбудованих функцій відповідно **МАКС**, **МИН**, **МОДА**, **МЕДИАНА**, **ЕКСЦЕС**, **СКОС**.

На рис.23 представлена підсумкова таблиця з деякими статистичними показниками.

E17		=МОДА(E2:E12)									
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Прізвище	Вік	Вага	Зріст	Ваго-рост	Атмакс	Атмін	Ф-т	СОК	ЧСС	ХОК
2	Шевчук В. А	19.85	74.00	177.00	418.08	145.00	95.00	биол	91.41	66.97	6121.73
3	Сень О. М	20.28	66.00	169.00	384.62	115.00	80.00	биол	101.61	68.38	6948.09
4	Шевчук В. С	19.87	74.00	177.00	418.08	130.00	100.00	биол	57.40	73.82	4237.27
5	Жигало В. Е	20.77	66.00	173.00	381.50	125.00	70.00	биол	113.77	81.22	9240.40
6	Боголій В.	18.33	71.00	190.00	373.68	125.00	65.00	биол	94.70	72.74	6988.48
7	Халвяко В. І	18.84	67.00	172.00	389.53	122.00	60.00	биол	68.03	71.77	4882.51
8	Рибалка В	18.37	84.00	198.00	424.24	125.00	80.00	биол	117.33	60.20	7063.27
9	Кердань Є.	19.06	74.00	192.00	395.42	120.00	70.00	биол	77.39	81.80	6330.50
10	Павлік Д. В.	18.02	89.00	177.50	501.41	125.00	85.00	биол	72.73	78.68	5722.40
11	Голка С. С	17.38	69.00	172.00	401.16	115.00	70.00	биол	100.85	63.09	6362.63
12	Даченко В	20.56	82.00	181.00	453.04	130.00	90.00	биол	84.05	61.84	5197.65
13	Среднее	19.21	74.09	179.86	411.89	125.18	78.64	#ДЕЛ/0!	89.02	70.96	6272.27
14	Станд.відх	1.12	7.85	9.44	37.92	8.27	12.86	#ДЕЛ/0!	19.02	7.60	1335.51
15	Повилка	0.34	2.37	2.85	11.43	2.49	3.88	#ДЕЛ/0!	5.73	2.29	402.67
16	Коеф.вар.	5.85	10.60	5.25	9.21	6.60	16.36	#ДЕЛ/0!	21.36	10.71	21.29
17	Мода	#Н/Д	74.00	177.00	418.08	125.00	70.00	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
18											

Рис. 23. Підсумкова таблиця даних

Як видно з рис. 23, мода в деяких комірках не була обчислена. Взагалі для вибірки такого малого об'єму деякі показники визначати недоцільно.

### Обчислення описових статистик за допомогою пакету аналізу

Існує більш швидкий спосіб обчислення основних статистик розподілу, що має як переваги, так і недоліки, на відміну від способу викладеного вище. При цьому використовується модуль *"Анализ данных"* у пункті меню *"Сервис"*. Ініціалізація та робота з цією підпрограмою викладена в розділі 2.3 на прикладі побудови гістограми розподілу. Для розрахунку описових статистик необхідно зробити наступне:

Виконати команду *"Сервис - Анализ данных"*. У вікні, що відкривається, вибрати опцію

*"Описательная статистика"*. Після цього вводимо наступні параметри в діалоговому вікні, що відкрилося (рис.24).

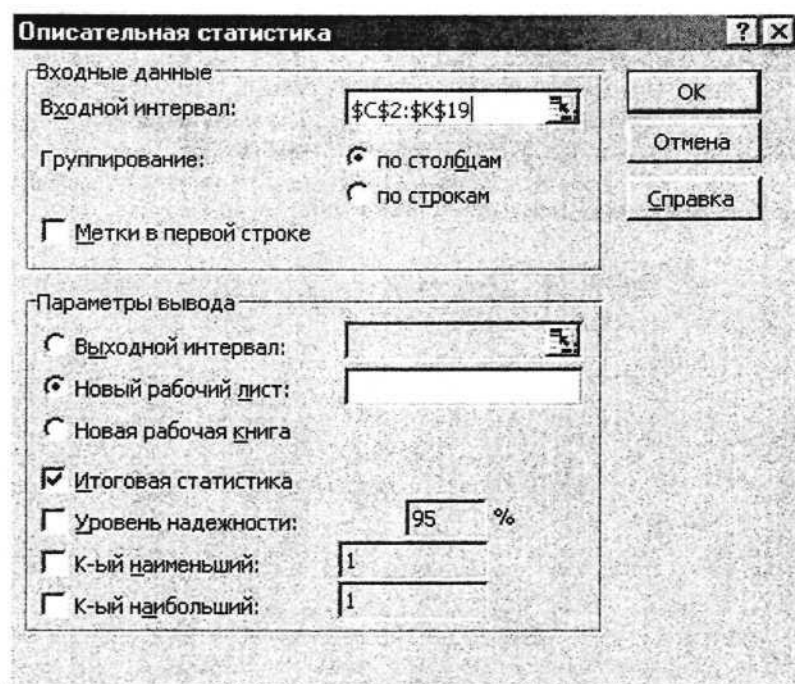



Рис. 24. Діалогове вікно команди *"Пакет анализа -Описательная статистика"*

*"Входной интервал"*. Введення здійснюється натисканням кнопки , після чого з'являється вікно введення результатів



У нього вводиться інтервал значень, що визначається мишею. Для цього маркер миші встановлюємо у верхньому лівому куті блоку значень, що відмічається та при натиснутій лівій кнопці миші пересуваємо в нижній правий кут блоку (рис. 25). Розрахунок робиться за даними студентів факультету фізичної культури.

	Прямые Вкл	Вага	Зріст	Вага-рос	Атмакс	Атмін	СОК	ЧСС	ХОК	Ф-т
1	Галій М.	17.48	66	176	375	120	70	74.15	52.32	3879.531
2	Товстопа	19.7	73	174	419.54	125	80	69.96	55.81	3974.431
3	Савченко	18.38	70	176	397.727	105	75	89.53	60.05	5378.281
4	Ермошкін	21.39	62	188	369.048	115	70	97.72	69	6742.881
5	Топтун В.	21.01	65	172	377.907	150	95	89.37	72.75	6501.671
6	Калінін	23.87	68	175	388.571	130	80	72.28	55.8	4018.771
9	Лягно І. Б.	19.09	84	179	469.274	130	75	97.94	63.54	6223.111
13	Гречука С.	19.83	72	190	400	135	80	84.01	68.68	5769.811
15	Касаткін	17.49	90	185.5	485.175	140	95	79.06	57.5	4545.951
16	Трубенко	21.59	64	184	347.826	130	80	106.44	64.57	6872.831
17	Юрчук С.	24.03	82	179	458.101	115	80	129.82	59.7	7738.311
18	Токарчук	20.86	76	182	417.582	125	90	105.31	63.93	6732.471
20	Коломієц	18.94	56	166	337.349	135	75	72.99	70.54	5148.711
22	Мушук Р.	19.31	77	178	432.584	110	70	85.57	69.27	5927.431
24	Аксёнов	18.44	75	180	418.687	125	65	162.89	80.05	13039.31
25	Рудковсь	20.82	68	170	400	130	70	100.07	67.81	6785.751
27	Калінін	24.28	68	175	388.571	130	80	72.78	63.93	4652.831
29	Яценко М.	18.3	71	182	390.11	130	85	95.12	61.45	5845.121

Рис. 25. Вибір блоку для аналізу

При цьому видно, що виділено 18 рядків та 9 стовпчиків. Блок даних не повинний містити нечислових значень та бути безперервним. Порожні комірки в цьому блоці можуть бути присутніми. Тому стовпчик **Ф-т** був вирізаний та поставлений збоку таблиці.

Після того як блок відзначений, натискаємо на кнопку



- **"Групування"**. Розрахунок може здійснюватися по стовпцях та по рядках.

**"Параметри вивода"**. Ставимо перемикач **"Новый рабочий лист"** та перемикач **"Итоговая статистика"**. Натискаємо на кнопку **"ОК"**.

Частина таблиці з результатами аналізу представлена в табл. 1. Це основні статистичні величини. Відсутній лише коефіцієнт варіації, що легко розрахувати шляхом використання формул (поділити значення стандартного відхилення на середнє та помножити на 100). У той же час до недоліку операції, що виконується, варто віднести великий, часто надлишковий об'єм інформації, виведеної на екран. Крім цього, на екрані немає назви стовпчиків, а тільки їхня нумерація, що також створює певні труднощі в аналізі інформації.

Таблиця 1. Підсумкова статистика.

<i>Столбец1</i>		<i>Столбец2</i>	
Среднее	20.26	Среднее	71.50
Стандартная ошибка	0.51	Стандартная ошибка	1.96
Медиана	19.77	Медиана	70.50
Мода	#Н/Д	Мода	68.00
Стандартное отклонение	2.14	Стандартное отклонение	8.30
Дисперсия выборки	4.59	Дисперсия выборки	68.97
Эксцесс	-0.43	Эксцесс	0.39
Асимметричность	0.69	Асимметричность	0.48
Интервал	6.80	Интервал	34.00
Минимум	17.48	Минимум	56.00
Максимум	24.28	Максимум	90.00
Сумма	364.61	Сумма	1287.00
Счет	18.00	Счет	18.00

Залишається тільки перейменувати аркуш із результатами аналізу для того, щоб не забути, яка інформація на ньому знаходиться. Наприклад - **ФКСТ**.

### ***Оцінка взаємозв'язку між вимірюваними показниками***

Аналіз взаємозв'язку між різними показниками проводиться різними методами в кілька етапів.

1. Представлення результатів вимірів у прямокутній системі координат (кореляційне поле).
2. Розрахунок коефіцієнта кореляції.
3. Обчислення параметрів лінії регресії.
4. Прогнозування результатів з використанням рівняння лінії регресії.

### **Побудова кореляційного поля**

Ця операція необхідна для оцінки щільності та форми залежності між перемінними, визначення даних, що різко відхиляються (викидів).

Для прикладу побудуємо кореляційне поле для залежності між зростом та вагою студентів. Для цього виконаємо наступні дії:

**Крок 1.** Натискаємо піктограму *"Мастера диаграмм"* чи виконуємо команду *"Вставка - Диаграмма"*. У діалоговому вікні, що відкривається, вибираємо *"Точечная"* діаграма (рис. 3.9).

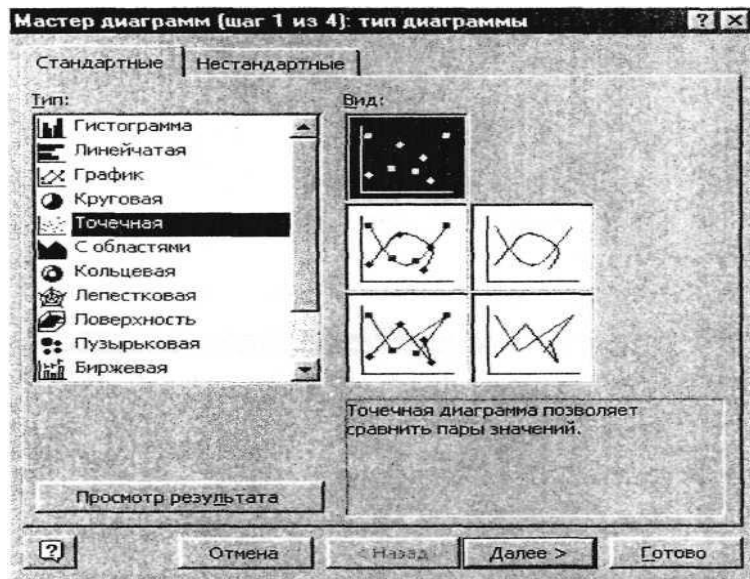


Рис. 26. Діалогове вікно *"Мастер диаграмм"* (крок 1)

**Крок 2.** Відзначаємо діапазон даних для створення діаграми (ряди Зріст і Вага). Якщо ряди, за якими будується діаграма, розташовані не суміжно, то відмічаємо кожний з рядів окремо при натиснутій клавіші *Ctrl*.

На рис. 27 показана ця операція.

С	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Вік	Вага	Зріст	Вага-рос	Атмаге	Атмін	Ф-т	СОК	ЧСС	ХОК		
19.85	74	177	418.070	145			91.41	66.97	6121.73		
20.28	65	180									
19.87	74	177									
20.77	66	173									
18.33	71	190	373.084	120	80	биол	84.7	72.74	6860.40		
18.84	67	172	389.535	122	80	биол	88.03	71.77	4882.51		
18.37	84	198	424.242	125	80	биол	117.33	80.2	7063.27		
19.06	74	192	385.417	120	70	биол	77.39	81.8	6330.5		
18.02	89	177.5	501.408	125	85	биол	72.73	78.68	5722.4		
17.38	69	172	401.163	115	70	биол	100.85	83.09	6362.63		
20.56	82	181	453.030	130	90	биол	84.05	81.84	5197.65		
17.48	68	176	375	120	70	фз	74.15	52.32	3879.53		
19.7	73	174	419.54	125	80	фз	89.96	58.81	3974.43		
18.38	70	178	397.727	105	75	фз	89.53	60.05	6376.28		
21.39	62	168	369.048	115	70	фз	97.72	69	6742.68		
21.01	65	172	377.907	150	95	фз	89.37	72.75	6501.67		
23.87	68	175	388.571	130	80	фз	72.29	55.8	4018.77		
19.09	84	179	469.274	130	75	фз	97.94	83.54	8223.11		
19.83	72	180	400	135	80	фз	84.01	68.68	6789.81		
17.49	90	185.5	485.175	140	95	фз	79.08	57.5	4545.95		
21.59	64	184	347.829	130	80	фз	106.44	64.57	6872.83		
24.03	82	179	458.101	115	80	фз	129.62	59.7	7738.31		
20.86	76	182	417.582	125	80	фз	105.31	63.93	8732.47		
18.94	56	166	337.349	135	75	фз	72.99	70.54	5148.71		
19.31	77	178	432.584	110	70	фз	85.57	89.27	5927.43		
18.44	75	180	416.687	125	65	фз	102.89	80.05	13039.3		
20.62	68	170	400	130	70	фз	100.07	87.81	8785.75		
24.28	68	175	388.571	130	80	фз	72.78	83.93	4652.83		
18.3	71	182	390.11	130	85	фз	95.12	61.45	5945.12		

Рис. 27. Операція вводу даних для побудови кореляційного поля

**Крок 3.** Вводимо назву діаграми та її осей (рис. 28)

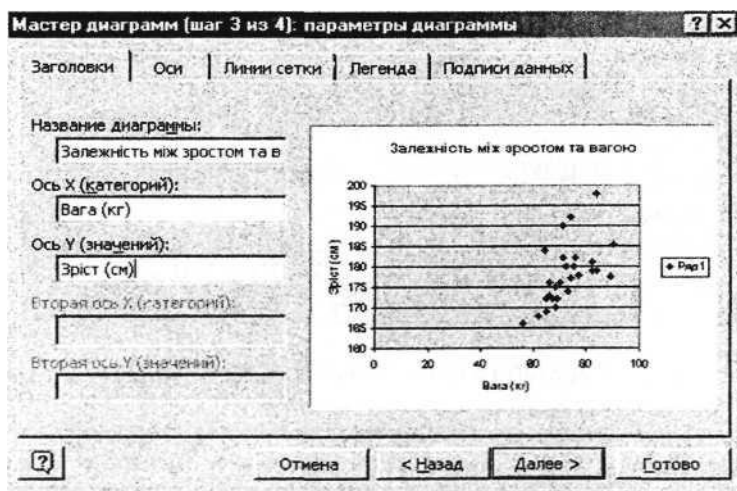


Рис. 28. Діалогове вікно "Мастер диаграмм" (крок 3)

**Крок 4.** Розміщуємо діаграму на окремому аркуші. Після деяких перетворень (будуть розглянуті в розділі 4), вона має такий вигляд (рис. 29).

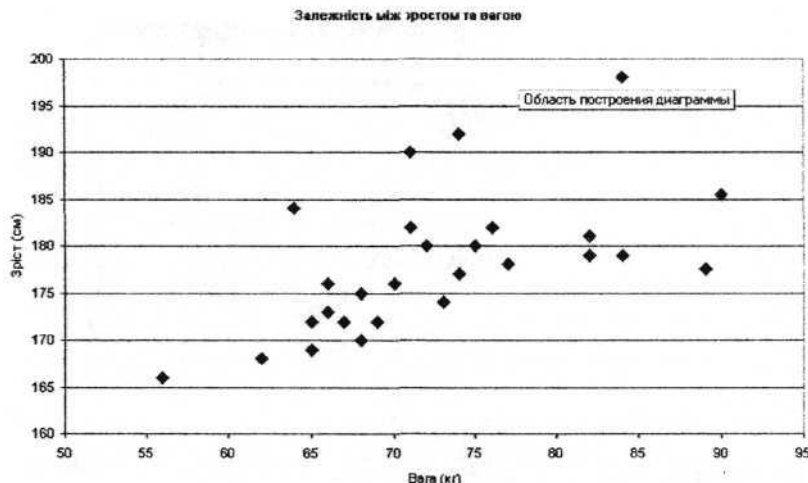


Рис. 29. Кореляційне поле залежності між зростом та вагою студентів

У такий спосіб ми можемо візуально оцінити залежність між зростом та вагою. Безсумнівно, що в більшості випадків, особливо для середнього зросту та ваги, така закономірність має лінійний характер. У той же час є ряд значень, що відхиляються. Необхідно проаналізувати випадки, що різко відхиляються від загальної тенденції та при можливості навіть виключити їх з аналізу.

Стійка тенденція в будь-якому процесі називається **трендом**.

Засобами Excel можна додати до крапкової діаграми (і не тільки до цього виду діаграм) лінію тренда, вивести **параметри рівняння регресії**. Послідовність дій при цьому така:

**Крок 1.** Виділити діаграму, до якої необхідно додати лінію тренда.

**Крок 2.** З меню *"Диаграмма"* виберіть команду *"Добавить линию тренда"*, відкриється діалогове вікно *"Линия тренда"* (рис. 30).

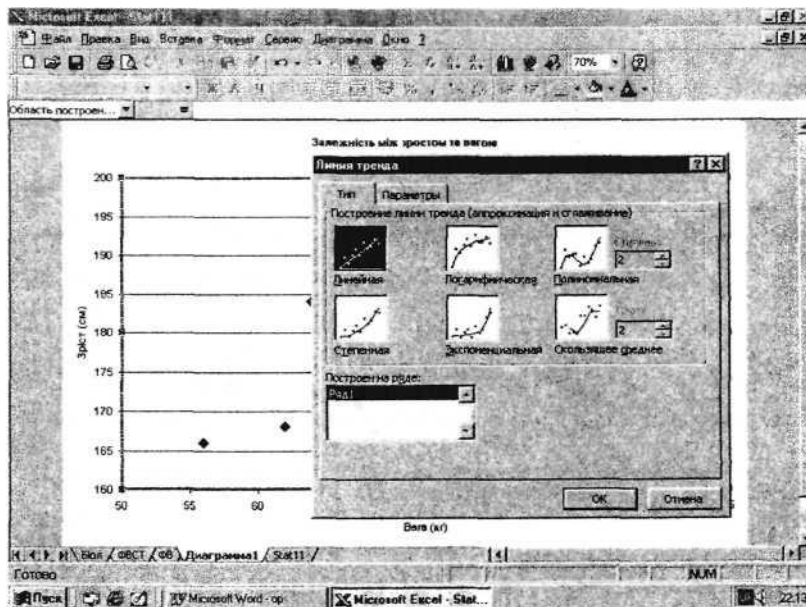


Рис. 30. Діалогове вікно команди *"Линия тренда"*

**Крок 3.** На вкладці *"Тип"* виберіть придатний тип лінії тренда (лінійна, логарифмічна, поліномінальна, ступенева, експонентна). У розглянутому вище прикладі виберемо лінійну лінію тренда.

**Крок 4.** Натиснувши на вкладку *"Параметры"*, одержуємо наступне діалогове вікно (рис. 3.14). У цьому вікні ставимо відмітку навпроти команд *"Показывать уравнение на диаграмме"* та *"Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации ( $R^2$ )"*.

**Крок 5.** Натискаємо кнопку *"ОК"* та одержуємо кореляційне поле залежності між зростом і вагою з лінією тренда та параметрами цієї лінії. Після деякого редагування ця діаграма має наступний вигляд (рис. 3.15). На ній представлено рівняння лінії регресії, за якою можна прогнозувати



значення показників. Статистика **R<sup>2</sup>** вказує наскільки точно рівняння описує досліджувану залежність (у даному прикладі **R<sup>2</sup>** дорівнює 0,335, тобто рівняння лінії регресії описує взаємозв'язок показників на 33,5%).

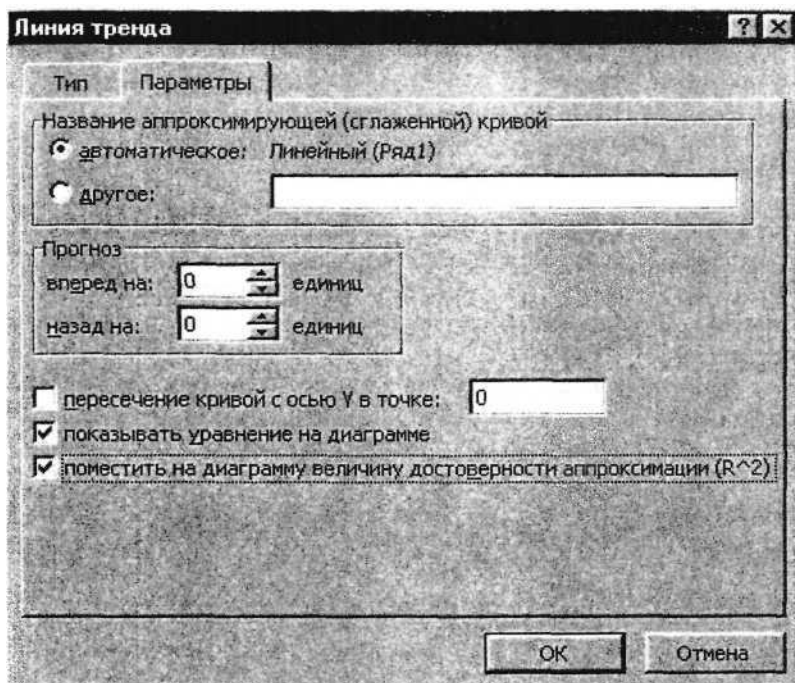


Рис. 31. Діалогове вікно команди "Линия тренда -Параметры"

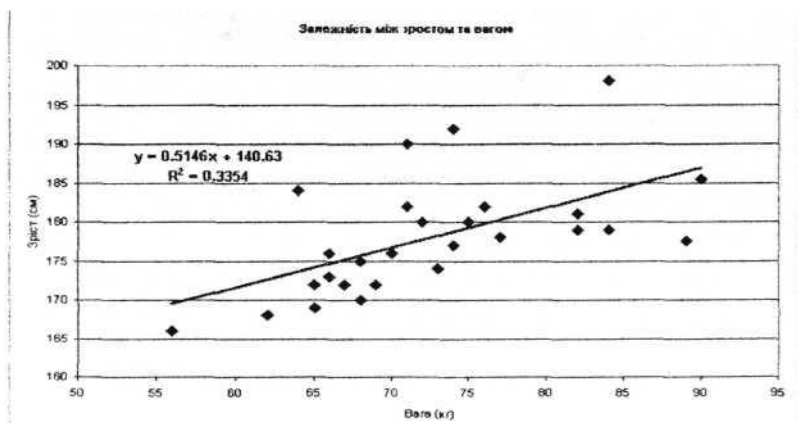


Рис. 32. Кореляційне поле з лініями тренду та його параметрами

**Розрахунок коефіцієнта кореляції та створення кореляційної матриці**

Вбудовані можливості Excel дають можливість обрахувати як коефіцієнт кореляції між парами даних, так і значення кореляційної матриці.

Якщо потрібно обрахувати коефіцієнт кореляції Пірсона між двома рядами даних, то найбільш доцільно вдається до застосування **"Мастера функций"**. Припустимо, треба обрахувати коефіцієнт кореляції між зростом і вагою студентів. Для цього виконуємо наступні дії:

**Крок 1.** Ставимо маркер миші в порожню комірку (саме в ній у підсумку відобразиться коефіцієнт кореляції).

**Крок 2.** Викликаємо **"Мастер функций"** через команди **"Вставка - Функция"** чи натисканням на піктограму **"Мастер функций"**.

**Крок 3.** Серед статистичних функцій вибираємо функцію **"ПИРСОН"**. При цьому з'являється таке діалогове вікно (рис. 33), в яке вводимо діапазони даних першої та другої змінних.

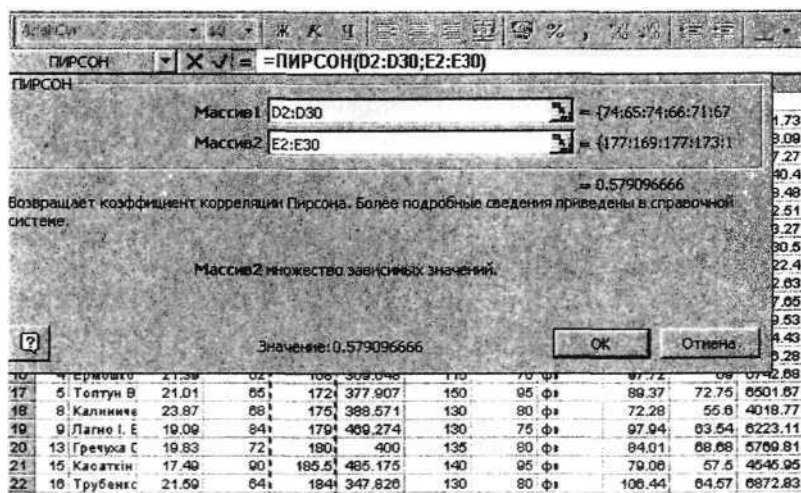


Рис. 33. Ввід даних при використанні функції **"ПИРСОН"** Крок 4. Натискаємо кнопку **"OK"**.

Функцію **"ПИРСОН"**, а також діапазони даних першої та другої змінних можна ввести безпосередньо в рядок формул із клавіатури або мишею.

Подібну операцію доцільно застосовувати, коли виникає необхідність розрахувати невелику кількість кореляцій. При створенні кореляційної

матриці потрібно застосувати інший підхід. При цьому виконуємо наступні дії:

**Крок 1.** Активізуємо пакет *"Анализ данных"* у пункті меню *"Сервис"*.

У пакеті вибираємо пункт *"Корреляция"*. При цьому з'являється діалогове вікно, в яке вводимо вхідний інтервал (рис. 3.17). Вхідний інтервал повинен містити лише числові дані та повинен бути безупинною ділянкою. У даному випадку в інтервал входять такі показники: вік, вага, зріст, вагостовий індекс, артеріальний тиск максимальний та мінімальний.

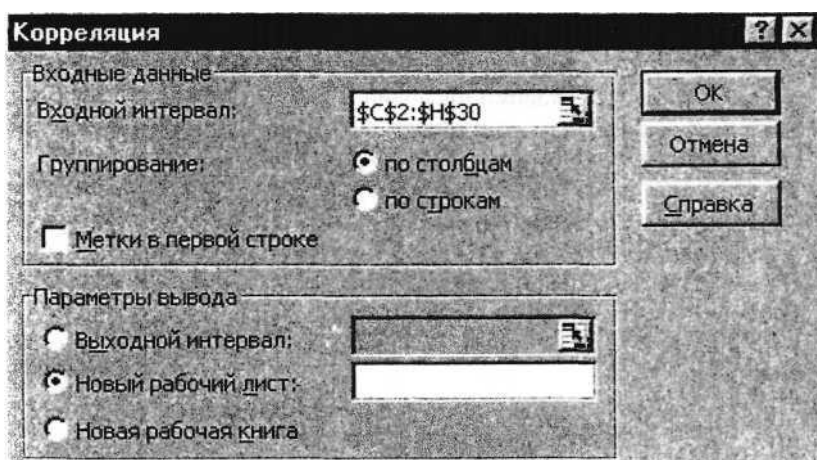


Рис. 34. Діалогове вікно розрахунку кореляції у пакеті аналізу

**Крок 2.** Натискаємо кнопку *"OK"* та одержуємо кореляційну матрицю такого вигляду (рис. 3.18).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Столбец 1 Столбец 2 Столбец 3 Столбец 4 Столбец 5 Столбец 6							
2	Столбец 1	1						
3	Столбец 2	-0.21645	1					
4	Столбец 3	-0.23054	0.579097	1				
5	Столбец 4	-0.15568	0.941368	0.271395	1			
6	Столбец 5	0.097922	0.033499	0.039291	0.016318	1		
7	Столбец 6	0.158071	0.337071	0.088213	0.356671	0.591411	1	
8								

Рис. 35. Кореляційна матриця, отримана після виконання операцій *"Анализ данных - Корреляция"*

Як видно з рисунка, рядки та стовпці матриці нумеруються, що створює труднощі в аналізі взаємозв'язків. Крім цього, звичайно, коефіцієнти кореляції

представляються з точністю до двох-трьох знаків після коми, а після проведених операцій - з точністю до шести знаків після коми, тому необхідно відредагувати отриману матрицю.

**Крок 3.** Замість номерів стовпців і рядків вводимо назви показників та відзначаємо їх жирним шрифтом. В усіх комірках з числовими даними ставимо числовий формат із двома знаками після коми (через контекстне меню правої миші, команди "*Формат ячеек - вкладка Число - Числовой*").

**Крок 4.** Відзначаємо матрицю мишею та копіюємо (натискаємо сполучення клавіш *Ctrl+C* чи за допомогою контекстного меню правої кнопки миші).

Тепер таблицю з кореляційною матрицею можна вставити в документ Word, що і показано нижче.

Таблиця 2.

Коефіцієнти кореляції між фізіологічними показниками

	<b>Вік</b>	<b>Вага</b>	<b>Зріст</b>	<b>Вагорост</b>	<b>Атмакс</b>	<b>Атмін</b>
<b>Вік</b>	1.00					
<b>Вага</b>	-0.22	1.00				
<b>Зріст</b>	-0.23	0.58	1.00			
<b>Вагорост</b>	-0.16	0.94	0.27	1.00		
<b>Атмакс</b>	0.10	0.03	0.04	0.02	1.00	
<b>Атмін</b>	0.16	0.34	0.09	0.36	0.59	1.00

### Визначення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена

Коефіцієнт Спірмена обраховується за формулою:

$$r(A, B) = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (R_{1i} - R_{2i})^2}{n^3 - n},$$

де  $R_{1i}$  та  $R_{2i}$  - ранги  $i$ -го об'єкту для кожної з порівнюваних перемінних.

Коректне визначення коефіцієнту рангової кореляції можливе в тому випадку, коли в ряді вимірювань немає чи мало співпадаючих значень

(зв'язок). Закон розподілу змінних не обов'язково при цьому повинен бути нормальним.

Для перевірки значимості коефіцієнту рангової кореляції при  $n > 9$  можна користуватися критерієм Стьюдента, як і для звичайного коефіцієнту парної кореляції.

Подаємо приклад розрахунку коефіцієнту кореляції Спірмена на конкретних даних. Припустимо, потрібно визначити взаємозв'язок між зростом та вагою студентів. Ці дані представлені на рис. 36.

	A	B	C	D	E	F
1		Прізвище	Вага	Зріст		
2	1	Галій М. Е	66	176		
3	2	Товстопят	73	174		
4	3	Савченко	70	176		
5	4	Ермошко	62	168		
6	5	Топтун В.	65	172		
7	8	Калиничен	68	175		
8	9	Лагно І. В.	84	179		
9	13	Гречуха С.	72	180		
10	15	Касаткін С.	90	185.5		
11	16	Трубенко І.	64	184		
12	17	Юрчук С.	82	179		
13	18	Токарчук І.	76	182		
14	20	Коломієць	56	166		
15	22	Музичук І.	77	178		
16	24	Аксьонов	75	180		
17	25	Рудковськ	68	170		
18	27	Калініченк	68	175		
19	29	Яценко М.	71	182		
20						

Рис. 36. Таблиця показників зросту та ваги студентів

**Крок 1.** Ранжуємо кожну з змінних (упорядковуємо за величиною). Для цього використовуємо вбудовану функцію Excel **"РАНГ"**. Це здійснюється наступним чином: ставимо маркер у комірку E2, натискаємо на знак "=", активізуючи строку формул, а потім на піктограму **"Мастера функций"**. У вікні **"Мастера функций"** в розділі **"Статистические"** вибираємо функцію **"РАНГ"**. Робоче вікно цієї функції представлено на рис. 3.20.

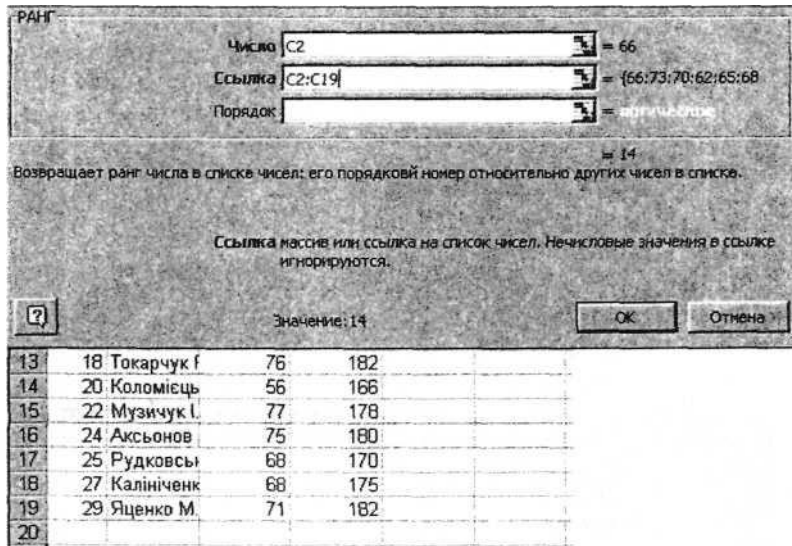


Рис. 37. Вікно функції **"РАНГ"**

В цьому вікні вводиться число, ранг, що потрібно визначити, посилання на масив до якого належить це число. Функція **"РАНГ"** присвоює числам, що повторюються, однаковий ранг (що не зовсім правильно для статистичних розрахунків). Однак, наявність чисел, що повторюються, не впливає на ранг наступних чисел.

В даному прикладі ми визначаємо ранг числа, що знаходиться у комірці **C2**, а масив даних - це показники ваги всієї групи (**C2:C19**).

Після знаходження рангу для числа в **C2** потрібно перетворити відносно посилання на масив даних на абсолютне. Для цього в рядку формул ставимо маркер перед адресами комірок, що обмежують масив, та натискаємо на клавішу **F4**. На рис. 38 представлений обчислений ранг числа в комірці **C2** із "замороженими" координатами масиву.

РАНГ		X	✓	=	=РАНГ(C2;\$C\$2:\$C\$19)	
	A	B	C	D	E	
1		Прізвище	Вага	Зріст		
2	1	Галій М. Е	66	176	2;\$C\$2:\$C	
3	2	Товстопят	73	174		
4	3	Савченко	70	176		
5	4	Ермошко	62	168		
6	5	Топтун В.	65	172		
7	8	Калиничен	68	175		
8	9	Лагно І. В.	84	179		
9	13	Гречуха С	72	180		
10	15	Касаткін С	90	185.5		
11	16	Трубенко І	64	184		
12	17	Юрчук С.	82	179		
13	18	Токарчук Р	76	182		
14	20	Коломієць	56	166		
15	22	Музичук І.	77	178		
16	24	Аксьонов	75	180		
17	25	Рудковськ	68	170		
18	27	Калініченк	68	175		
19	29	Яценко М.	71	182		
20						

Рис. 38. Обчислення рангу числа з абсолютними посиланнями на масив даних

Далі копіюємо формулу з комірки **E2** та вставляємо її до комірки **E19**, отримуючи при цьому ранг за вагою тіла. Ті ж операції здійснюємо і для зросту.

**Крок 2.** Знаходимо різницю між рангами відповідних показників та зводимо до квадрату (рис. 39).

66

G2		=(E2-F2)^2					
	A	B	C	D	E	F	G
1		Прізвище	Вага	Зріст			
2	1	Галій М. Е	66	176	14	10	16
3	2	Товстопят	73	174	7	14	49
4	3	Савченко	70	176	10	10	0
5	4	Ермошко	62	168	17	17	0
6	5	Топтун В.	65	172	15	15	0
7	8	Калиничен	68	175	11	12	1
8	9	Лагно І. В.	84	179	2	7	25
9	13	Гречуха С	72	180	8	5	9
10	15	Касаткін С	90	185.5	1	1	0
11	16	Трубенко І	64	184	16	2	196
12	17	Юрчук С.	82	179	3	7	16
13	18	Токарчук Р	76	182	5	3	4
14	20	Коломієць	56	166	18	18	0
15	22	Музичук І	77	178	4	9	25
16	24	Аксьонов	75	180	6	5	1
17	25	Рудковськ	68	170	11	16	25
18	27	Калініченк	68	175	11	12	1
19	29	Яценко М.	71	182	9	3	36
20							

Рис. 39. Операції з рангами значень

**Крок 3.** Розраховуємо коефіцієнт кореляції Спірмена шляхом введення в комірку **G21** формули:

$$=1-(6*\text{СУММ}(G2:G19)/(\text{СЧЕТ}(G2:G19)^3-\text{СЧЕТ}(G2:G19))).$$

Цей показник дорівнює 0,583.

### ***Перевірка статистичної значущості результатів***

Статистична значимість (Р-рівень) результату є оціненою мірою впевненості в його "істинності". Більш високий Р-рівень відповідає більш низькому рівню довіри до знайденої у вибірці залежності між перемінними чи розходженню між цими перемінними. Саме Р-рівень є імовірністю помилки, пов'язаної з поширенням результату, що спостерігається, на всю генеральну сукупність. Наприклад, Р-рівень=0,05 (тобто 1/20) показує, що є 5% імовірність, що знайдений у вибірці зв'язок між перемінними чи розходження між ними є лише випадковою особливістю даної вибірки. У багатьох дослідженнях Р-рівень 0,05 розглядається як "прийнятна границя" рівня помилки.



## Перевірка вірогідності розходжень між середніми значеннями вибірок

Існує кілька критеріїв оцінки вірогідності розходжень між середніми значеннями вибірок. Найчастіше застосовують Т-критерій Стьюдента. Розрахунок Т-критерію може відрізнятись в різних випадках. Існують формули для розрахунку цього показника для незв'язаних вибірок рівних об'ємів та нерівних дисперсій, нерівних об'ємів та нерівних дисперсій, нерівних об'ємів і рівних дисперсій. Порівняння двох вибірових середніх пов'язаних вибірок також здійснюється за окремими формулами.

Першим етапом аналізу буде порівняння однорідності дисперсій порівнюваних вибірок. Для цього обчислюється розрахункове відношення  $F$  за формулою:  $F_{\text{розр}} = \sigma_1^2 / \sigma_2^2$ ,

де  $\sigma_1^2$  та  $\sigma_2^2$  дисперсії порівнюваних вибірок (дріб  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  повинен бути  $>1$ , тобто чисельник повинний бути завжди більше знаменника). Значення  $F_{\text{розр}}$  порівнюється з критичним значенням теоретичного розподілу Фішера для рівня значимості  $\alpha$  та числа ступенів волі:  $\nu_1 = n_1 - 1$  (чисельник) і  $\nu_2 = n_2 - 1$  (знаменник). Якщо розрахункове значення більше критичного, то можна говорити про нерівність дисперсій з рівнем значимості  $\alpha$ .

Критичне значення розподілу Фішера можна розрахувати у таблиці Excel. Для цього маркер миші ставимо в порожню комірку та викликаємо "Мастер функций", категорію "Статистические", функцію "FРАСПРОБР". Після цього з'являється таке діалогове вікно (рис. 40).

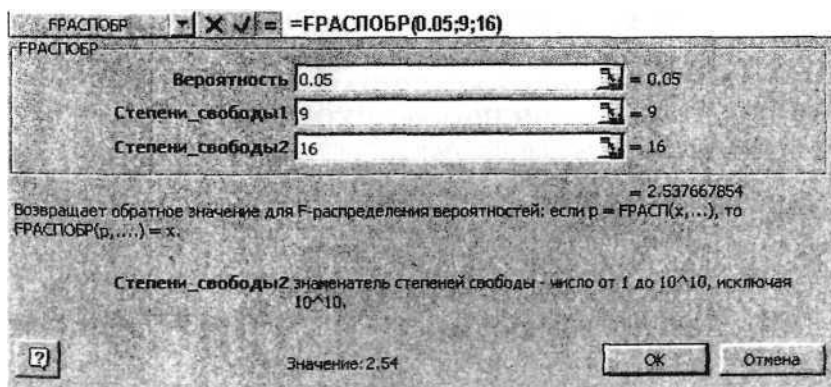


Рис. 40. Діалогове вікно функції FРАСПРОБР

У це вікно вводимо ймовірність (у природничих науках достатньою є ймовірність 0,05), ступені волі для вибірок. Припустимо, треба порівняти дисперсії показників у студентів різних факультетів. Так, обстежено 10 студентів біологічного факультету та 17 - фізичної культури. Число ступенів волі першої вибірки буде 9, а другої - 16.

Критичне значення - у даному прикладі 2,54 - відобразиться в обраній комірці.

Для того, щоб обрахувати Фрозр, застосовуємо функцію *ФТЕСТ*. У діалогове вікно цієї функції вводимо масиви перемінних. У Excel менша дисперсія ділиться на більшу, що не вірно. Тому, в рядку формул отриманий вираз переведемо в знаменник. У прикладі з порівнянням дисперсій вибірок ваги студентів різних факультетів підсумкова формула має такий вигляд:

$$=1/\text{ФТЕСТ}(\text{D2:D12};\text{ФК!D2:D19}),$$

а розрахункове значення буде складати 1,13. Виходить, дисперсії вибірок за вагою не відрізняються.

У випадку, якщо дисперсії вибірок розраховані заздалегідь, то обрахувати Фрозр можна не застосовуючи "*Мастер функций*".

З'ясувавши рівність чи нерівність дисперсій, розпочинаємо обчислення Т-критерію.

Для незв'язаних вибірок при цьому використовуються такі формули:

1. У випадку рівних об'ємів вибірки та нерівних дисперсій:

$$t_{\text{розр}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} \times \sqrt{n},$$

чи при наборі в рядку формул Excel:

$$=((\bar{X}_1 - \bar{X}_2)/\text{КОРЕНЬ}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)) * \text{КОРЕНЬ}(n) \quad - \quad \text{якщо} \quad \text{основні} \quad \text{статистичні}$$

показники вже розраховані,

$$=((\text{СРЗНАЧ}(\text{масив1}) + \text{СРЗНАЧ}(\text{масив2}))/\text{КОРЕНЬ}$$

$$(\text{ДИСП}(\text{масив1}) + \text{ДИСП}(\text{масив2})) * \text{КОРЕНЬ}(\text{СЧЕТ}(\text{масив1})) \quad - \quad \text{якщо}$$

розрахунок здійснюється за даними вибірок,

де  $\bar{X}_1$  та  $\bar{X}_2$  - середні арифметичні вибірок;

$\sigma_1^2$  та  $\sigma_2^2$  - дисперсії вибірок;

$n$  — кількість даних у кожній вибірці.

Число ступенів вільності  $v=2*n-2$

2. У випадку нерівних об'ємів вибірки та нерівних дисперсій:

$$t_{розр} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 / n_1 + \sigma_2^2 / n_2}},$$

де число ступенів волі  $v=n_1+n_2-2$ .

3. У випадку нерівних об'ємів вибірки та рівних дисперсій:

$$t_{розр} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \times \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

Число ступенів волі  $v=n_1+n_2-2$ .

Критичне значення Т-критерію Стьюдента із заданим числом ступенів волі можна знайти за допомогою засобів Excel. Для цього необхідно застосувати функцію **"СТЬЮДРАСПОБР"**, у будь-яку вільну комірку поставити маркер та в рядку формул набрати функцію, а в дужках імовірність  $i$ , через крапку з комою, число ступенів волі. Наприклад: імовірність 0,05, число ступенів волі 20.

**=СТЬЮДРАСПОБР(0,05;20)**

Критичне значення буде дорівнювати 2,09. Якщо отримане значення Т-критерію більше критичного, то розходження будуть достовірними із ймовірністю 0,05.

### **Порівняння двох вибірових середніх зв'язаних вибірок**

Часто виміри проводяться на тих самих об'єктах через якийсь час (після якого-небудь впливу). У таких випадках вибірки завжди рівночисельні, а усі виміри можуть бути об'єднані в пари. Аналіз достовірностей розходжень при цьому здійснюється в такий спосіб:

1) Для кожного випробуваного визначити різниці між результатами першого та другого вимірів -  $d_j$ .

$$\bar{X}_d = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{n}$$

2) Розрахувати середню арифметичну різниць, тобто всі їх підсумувати та розділити на число випробуваних:

3) Знайти середнє квадратичне відхилення різниць за допомогою вбудованої функції **"СТАНДОТКЛОН"**. Критерієм для перевірки істотності розходжень є відношення середньої різниці до її середнього квадратичного відхилення:

$$t_{розр} = \frac{\bar{X}_d}{S_d} \geq t_{\alpha, \nu};$$

$$\nu = n - 1,$$

де  $X_d$  - середня різниць,  $S_d$  - стандартне відхилення середнього різниць,  $t_{\alpha, \nu}$  - табличне значення критерію Стюдента для рівня значимості  $\alpha$  і  $\nu$  ступенів волі. У даному випадку число ступенів волі на одиницю менше числа порівнюваних пар.

Найбільш простим є обчислення достовірностей розходжень між середніми за допомогою надбудови **"Анализ данных"**, доступної в меню **"Сервис"**. Припустимо необхідно з'ясувати вірогідність розходжень у вазі студентів біологічного факультету та факультету фізичної культури.

Для цього в надбудові **"Анализ данных"** вибираємо **"Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями"** (те, що дисперсії вибірок однакові було зазначено раніше). При цьому з'являється таке діалогове вікно (рис. 41):

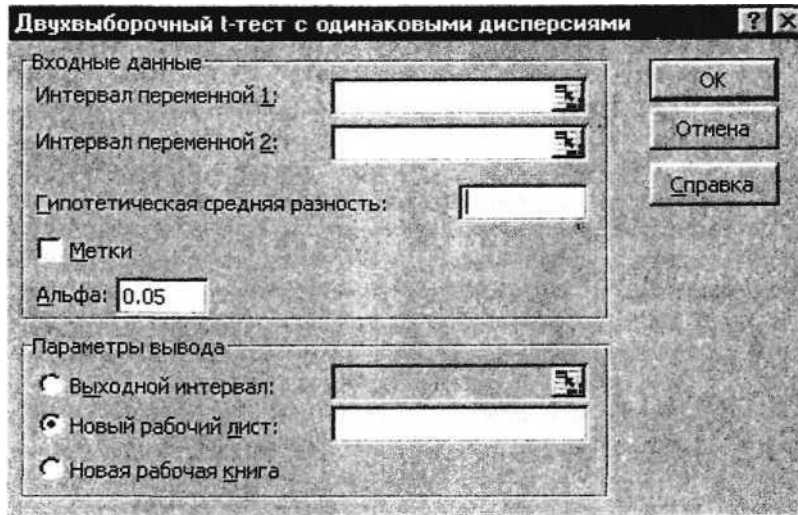


Рис. 41. Вікно розрахунку t-критерію за допомогою пакета аналізу

У цьому вікні вводимо інтервали перемінних, рівень вірогідності (альфа), параметри виводу.

Кінцевий результат аналізу представлений у табл. 3.

Таблица 3.

Результаты двовыборочного t-тесту вибірок з однаковими дисперсіями (вага)

	Переменная 1	Переменная 2
Среднее	74.09090909	71.5
Дисперсия	61.69090909	68.970588
Наблюдения	11	18
Объединенная дисперсия	66.27441077	
Гипотетическая разность средних	0	
df	27	
t-статистика	0.831596846	
P(T<=t) одностороннее	0.206465529	
t критическое одностороннее	1.703288035	
P(T<=t) двухстороннее	0.412931059	
t критическое двухстороннее	2.051829142	

У табл. 3 представлений ряд статистичних показників. У передостанньому рядку таблиці показаний рівень вірогідності розходжень між середніми значеннями вибірок. Він складає 0,41, що далеко до обраного рівня 0,05. Таким чином, вага представників різних факультетів не розрізняється.

### Визначення значущості коефіцієнтів кореляції

Однієї величини коефіцієнта кореляції для висновку недостатньо. Необхідно перевірити, чи значимо він відрізняється від нуля. Це можна зробити за допомогою критерію Ст'юдента. При цьому розраховується критичне значення за формулою:

$$t_{\text{розр}} = \frac{r \times \sqrt{(N-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}},$$

де  $t$  - значення коефіцієнта кореляції, а  $N$  - кількість спостережень.

Якщо розрахункове значення  $t$  більше табличного, узятого з  $N-2$  ступенями волі, то коефіцієнт кореляції **значимо** відрізняється від нуля (з обраним рівнем значимості).

### Короткий огляд системи STATISTICA

STATISTICA – це інтегрована система аналізу і управління даними. STATISTICA – це інструмент розробки призначених для користувача застосувань в бізнесі, економіці, фінансах, промисловості, медицині, страхуванні і інших областях. STATISTICA легка в освоєнні і використанні.

Всі аналітичні інструменти, наявні в системі, доступні користувачеві і можуть бути вибрані за допомогою альтернативного призначеного для користувача інтерфейсу. Користувач може всесторонньо автоматизувати свою роботу, починаючи із застосування простих макросів для автоматизації рутинних дій аж до поглиблених проектів, що включають зокрема інтеграцію системи з іншими застосуваннями або Інтернет. Технологія автоматизації дозволяє навіть недосвідченому користувачеві набудувати систему на свій проект.

Процедури системи STATISTICA мають високу швидкість і точність обчислень.

Гнучка і могутня технологія доступу до даних дозволяє ефективно працювати як з таблицями даних на локальному диску, так і з видаленими сховищами даних.

Система володіє наступними загальновизнаними достоїнствами:

- містить повний набір класичних методів аналізу даних: від основних методів статистики до просунутих методів, що дозволяє гнучко організувати аналіз;
- є засобом побудови застосувань в конкретних областях;
- у комплект постачання входять спеціально підібрані приклади, що дозволяють систематично освоювати методи аналізу;
- відповідає всім стандартам Windows, що дозволяє зробити аналіз високоінтерактивним;
- система може бути інтегрована в Інтернет;
- підтримує web-формати: HTML, JPEG, PNG;
- легка в освоєнні, і як показує досвід, користувачі зі всіх областей застосування швидко освоюють систему;
- дані системи STATISTICA легко конвертувати в різні бази даних і електронні таблиці;
- підтримує високоякісну графіку, що дозволяє ефектно візуалізувати дані і проводити графічний аналіз;
- є відкритою системою: містить мови програмування, які дозволяють розширювати систему, запускати її з інших Windows-приложень, наприклад, з Excel.

STATISTICA складається з набору модулів, у кожному з яких зібрані тематично зв'язні групи процедур. При перемиканні модулів можна або залишати відкритим тільки одне вікно застосування STATISTICA, або всі викликані раніше модулі, оскільки кожен з них може виконуватися в окремому вікні (як самостійне застосування Windows).

При виконання модулів STATISTICA як самостійних застосувань у будь-який момент часу в будь-якому модулі є прямий доступ до «загальних» ресурсів (таблицям даних, мовам BASIC і SCL, графічним процедурам).

Для того, щоб створити таблицю з даними, виконайте наступне:

1. Запустите програму STATISTICA.
2. Відкриється меню **Статистичних модулів** (STATISTICA Module Switcher).
3. Виберіть з меню модуль **Основні статистики і таблиці** і клацніть по ньому мишею.
4. Тепер ви знаходитесь в модулі **Основні статистики і таблиці** у якому можете вибрати будь-яку статистичну процедуру, що входить в цей модуль. Але оскільки у вас інша мета, просто клацніть мишею по кнопці **Вихід** (Cancel).

Отже, ви знаходитесь в робочому вікні модуля **Основні статистики і таблиці** системи STATISTICA. У основному робочому вікні системи підведіть курсор миші до рядка меню **Файл** і клацніть лівою кнопкою. У випадному меню виберіть команду **Створити дані**. На екрані комп'ютера відразу ж з'являється вікно **Створення даних** (див. малюнок нижчий).

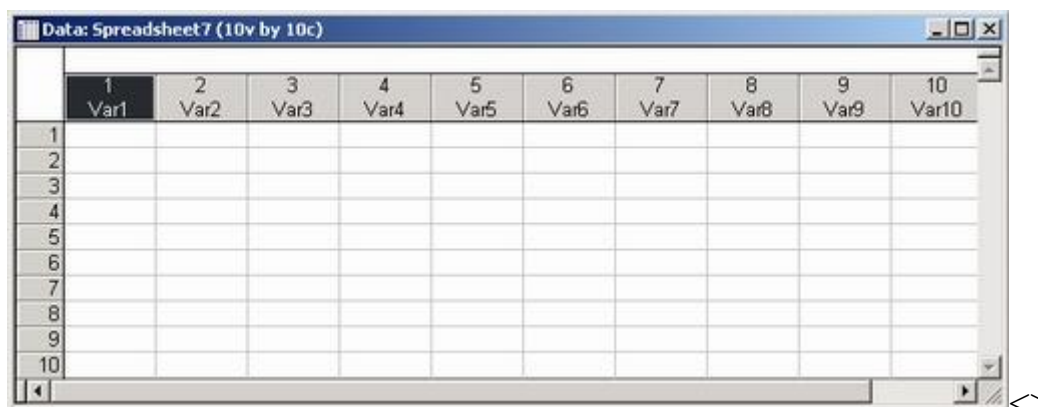
У цьому вікні можна ввести ім'я файлу, наприклад, medicine 1 .sta (файл може бути названий і по-російськи, проте з ряду причин доцільніше використовувати англійські імена).

Тепер помістите курсор миші в поле **File name – Ім'я файлу** і наберіть з клавіатури потрібне ім'я.





Після натиснення клавіші **Enter** на клавіатурі або кнопки **Save** програма створить порожню таблицю, що містить 10 рядків і 10 стовпців.

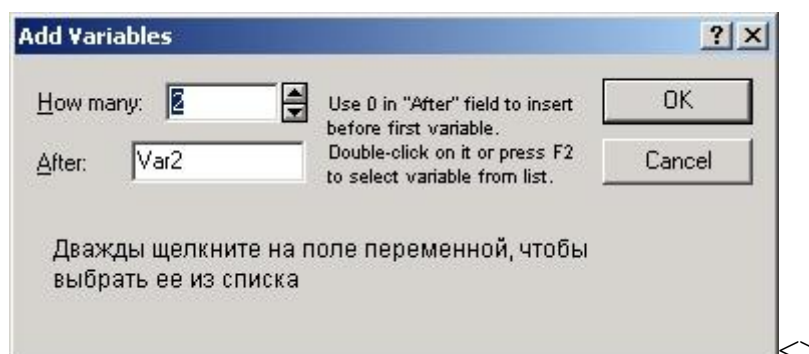


Ви легко можете збільшити або зменшити як кількість рядків, так і кількість стовпців цієї таблиці. Створіть в таблиці стільки рядків і стовпців, скільки потрібно. Для цього використовуйте кнопки **Переменные** | **Наблюденя** на панелі інструментів.

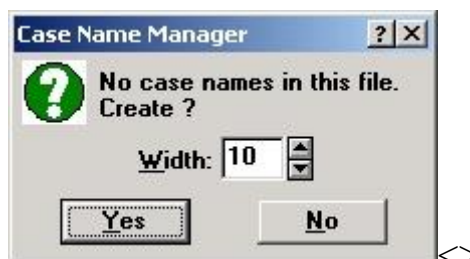
Натисніть, наприклад, кнопку **Спостереження**. Після натиснення кнопки на екрані виникне меню, що пропонує наступний вибір для спостережень таблиці: **Добавить**, **Переместити**, **Копировати**, **Удалити**, **Ввести имена спостережень**. Виберіть, наприклад, пункт **Додати** двічі клацнувши лівою кнопкою миші. Відкриється вікно, в якому можна задати число спостережень, що додаються в таблицю:



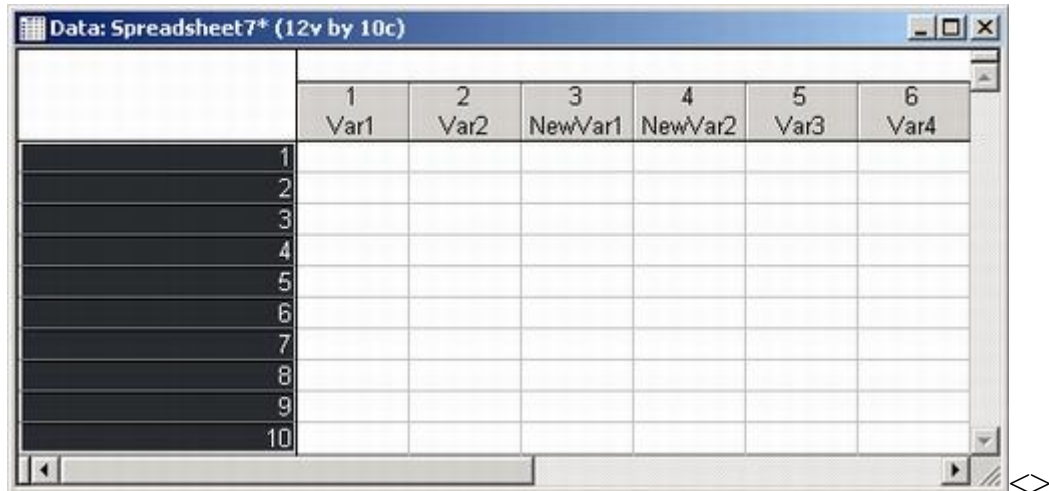
Натисніть **ОК** і кількість рядків (спостережень) в таблиці збільшиться на 2, тобто стане рівним 12. Аналогічним чином змініть число змінних у таблиці. В даному випадку знадобляться 11 змінних. Натисніть кнопку **Змінні** на панелі інструментів. За допомогою курсора миші у випадковому меню виберіть пункт **Додати**. На екрані з'явиться вікно, де виконаєте установки, як показано нижче.



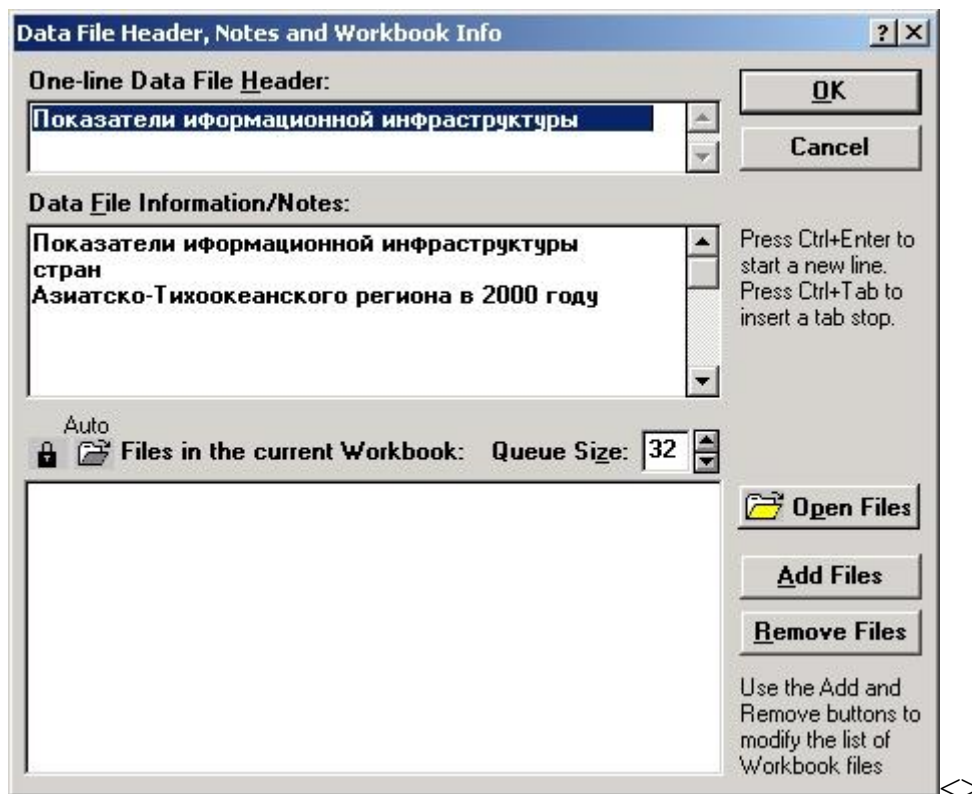
Натисніть ще раз кнопку **Спостереження** і виберіть пункт меню **Імена**. На екрані з'явиться діалогове вікно, в якому можна визначити, скільки символів у таблиці буде зарезервовано для імен спостережень. Розсунути поле для імен спостережень можна також за допомогою миші.



Отже, ви зробили перший крок до досягнення мети – створили електронну таблицю, яка має 11 стовпців і 12 рядків, а також місце для введення імен спостережень (див. малюнок).

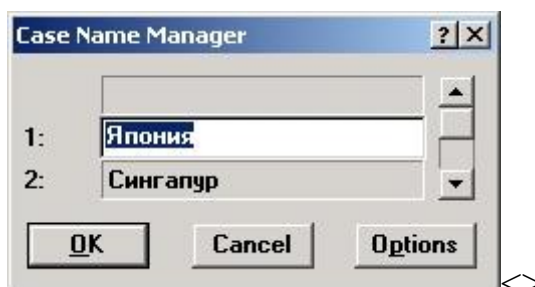


Тепер необхідно ввести назву таблиці (її заголовок) і імена змінних. Ви працюєте, використовуючи мишу і клавіатуру. Запам'ятаєте основний принцип: двічі клацаючи мишею по полях заголовків, ви відкриваєте діалогові вікна, що дозволяють вводити заголовки, описувати змінні і так далі Введіть заголовок таблиці. Для цього двічі клацніть мишею на верхньому рядку таблиці, порожньому рядку, який знаходиться над змінними. У вікні, що з'явилося, введіть заголовок таблиці.



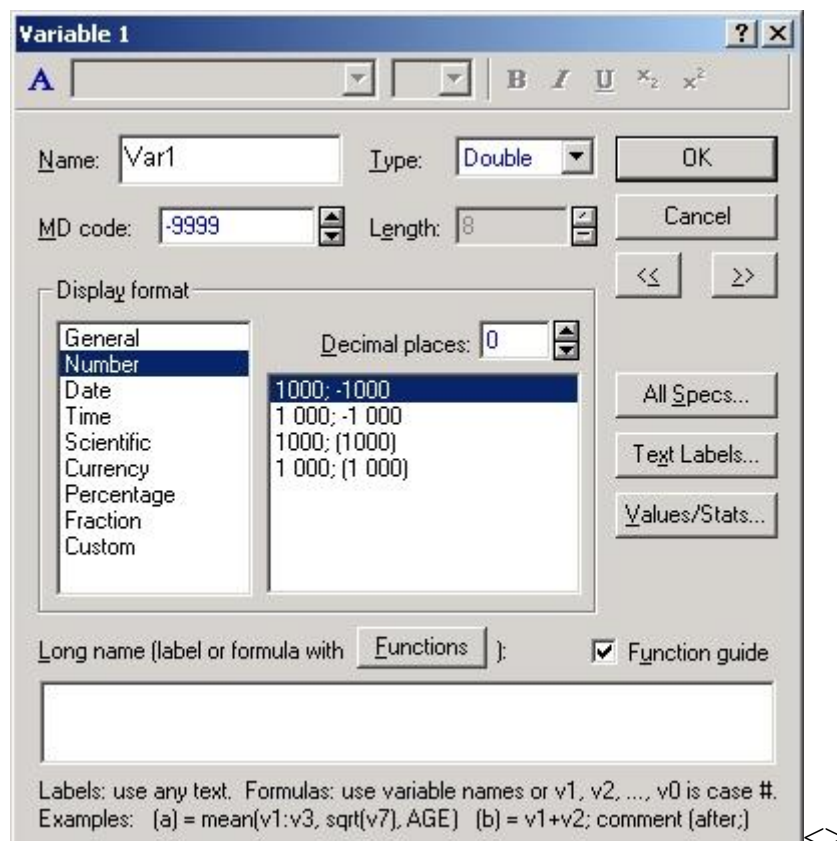
Наберіть з клавіатури заголовок, натисніть **ОК**. Введений текст відобразиться в заголовку таблиці. У полі **Інформація про файл і примітки** можна записати додаткову інформацію, яка буде корисна при роботі з файлом.

Аналогічно редагуються імена змінних і спостережень. Наприклад, щоб ввести імена, необхідно двічі клацнути мишею в полі **Ім'я спостереження** і у вікні, що з'явилося, ввести імена спортсменів:



Для того, щоб описати змінну, необхідно двічі клацнути мишею по її імені, наприклад, після клацання по заголовку змінної1 (Var) відкриється

вікно, в якому можна задати її ім'я (або перейменувати її), формат змінної, мітку, зв'язок і так далі



Тепер заповніть створену таблицю даними. Дані вводяться безпосередньо з клавіатури. Можливості експорту, наприклад в MS Word, ми обговоримо пізніше. Якщо потрібно ввести числові дані, використовуйте клавіатуру і стрілки переміщення курсора. Поставте курсор на потрібний елемент таблиці та введіть числові дані. Текстові значення вводяться інакше. Підведіть курсор до осередку змінної з текстовими значеннями і двічі клацніть мишею. В осередку з'явиться код 9999 – це код пропущених значень. Зітріть код, використовуючи кнопку DEL на клавіатурі. Потім введіть потрібне текстове значення. У результаті можна отримати наступну таблицю:

	1	2	3	4	5
	APPEARNC	SURVIVAL	AGE	LOCATION	FREQUNC
1	MIN_MAL	NO	UNDER_50	TOKYO	
2	MIN_BEGN	NO	UNDER_50	TOKYO	
3	GRT_MAL	NO	UNDER_50	TOKYO	
4	GRT_BEGN	NO	UNDER_50	TOKYO	
5	MIN_MAL	YES	UNDER_50	TOKYO	
6	MIN_BEGN	YES	UNDER_50	TOKYO	
7	GRT_MAL	YES	UNDER_50	TOKYO	
8	GRT_BEGN	YES	UNDER_50	TOKYO	
9	MIN_MAL	NO	A_50TO69	TOKYO	
10	MIN_BEGN	NO	A_50TO69	TOKYO	
11	GRT_MAL	NO	A_50TO69	TOKYO	

Таким чином, навчимося створювати таблиці і вводити в них дані. Повторивши кілька разів описані дії з іншими даними, ви міцно закріпите отримані навички.

Оскільки система STATISTICA є звичайним Windows-додатком, можна легко і швидко імпортувати дані, отримані в системі STATISTICA, в іншу Windows-програму, наприклад в MS Word.

Краще всього виконати це таким чином: натисніть одночасно кнопки ALT і F3. На екрані замість курсора миші з'явиться значок «приціл». Використовуючи мишу, помістите приціл у верхній лівий кут таблиці. Потім натисніть ліву кнопку миші, зафіксуйте приціл і, утримуючи кнопку миші, перемістіть приціл у нове місце таблиці. Виділена частина таблиці буде відмічена прямокутною рамкою. Після того, як ви відпустите кнопку миші, відмічена частина таблиці буде поміщена в буфер обміну. Якщо тепер відкрити потрібний документ Word і набрати на клавіатурі комбінацію кнопок CTRL і V, то вибраний сегмент таблиці буде скопійований в документ.

**Зауваження.** Ми працювали в модулі **Основні статистики і таблиці** подібним же способом можна ввести дані в будь-якому модулі системи STATISTICA. З погляду загальних можливостей по управлінню даними, модулі системи однакові.

У системі STATISTICA є спеціальний модуль **Управління даними** (Data management) який містить розширені можливості, що дозволяють

швидко створити електронну таблицю, об'єднати дві таблиці, вирізувати частину таблиці, відсортувати спостереження за якою-небудь ознакою: наприклад, розташувати імена в алфавітному порядку або упорядкувати їх за віком і так далі.

### **Питання для самоконтролю:**

1. Дайте визначення «програмне забезпечення» і що до нього входить?
2. Що таке «системне програмне забезпечення» і що до нього входить?
3. Що таке «прикладне програмне забезпечення» і що до нього входить?
4. Охарактеризуйте призначення програми STATISTICA.

### **Навчально-матеріальне забезпечення**

Мультимедійний проектор \_\_\_\_\_

### ***Самостійна робота:***

Обчислення на ПК основних статистичних характеристик вибірки. Розрахунок коефіцієнтів кореляції, оцінка їх надійності. Збереження у файлі отриманих результатів.

**Лекцію розробил:** к.пед. н., доц. О.С. Ільків

(посада, вчений ступінь, вчене звання, підпис, ініціали, прізвище)

**Обговорено на засіданні кафедри:** інформатики, кінезіології та кібербезпеки

Протокол від \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ р. № \_\_\_\_\_