

УДК 378.14:63:519.22/.25:004

Овсієнко Юлія Іванівна

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики і логіки
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
ovsienkojulia@online.ua

НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ-АГРАРІЇВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ЗАСОБАМИ MS EXCEL

Анотація. У статті розкрито методику навчання студентів-аграріїв оцінки параметрів статистичного розподілу генеральної сукупності; проведення кореляційно-регресійного аналізу статистичних даних з агробіології у середовищі редактора електронних таблиць MS Excel. Запропонований алгоритм має не тільки загальний характер, а й кожен його етап проілюстровано на прикладі розв'язування задачі. Матеріал статті може бути використаний на практиці для опрацювання студентами експериментальних даних, одержаних дослідним шляхом; під час виконання завдань курсових і дипломних робіт бакалаврів або магістрів; у процесі розробки викладачами власного лабораторного практикуму для різних спеціальностей і напрямів підготовки.

Ключові слова: статистичний розподіл; параметри розподілу; гіпотеза про нормальний розподіл генеральної сукупності; коефіцієнт лінійної кореляції; коефіцієнт прямої лінії регресії; табличний процесор Excel.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. «Вища математика» — нормативна дисципліна напряму підготовки «Агрономія». Мета її вивчення: забезпечення належного рівня знань, умінь і навичок, необхідних для професійної діяльності; формування передумов неперервної освіти студентів-аграріїв протягом життя. Основні завдання навчання вищої математики полягають у забезпеченні передумов успішного опанування й засвоєння навчальних дисциплін із циклів гуманітарної та соціально-економічної і професійної та практичної підготовки; успішному оволодінні методами й алгоритмами побудови й аналізу математичних моделей виробничих процесів, із подальшим їх вивченням за допомогою комп'ютерної техніки, для складання й оцінки прогнозів у галузі маркетингу, виробничої і ринкової діяльності аграрних підприємств.

Нормативною базою впровадження в навчальний процес вищої школи сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) є Національна доктрина розвитку освіти України в XXI столітті, Закони: «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки» та інші законодавчі акти. У законодавчій базі, що регулює освітній процес у вищому навчальному закладі (ВНЗ) акцентується увага на необхідності підготовки кваліфікованих фахівців із вищою освітою відповідно до тенденцій інформаційного суспільства. Концепція інформатизації навчально-виховного процесу аграрного ВНЗ ґрунтується на органічному поєднанні традиційних і сучасних інформаційно-комунікаційних засобів навчання. Її основними завданнями є поступове, поетапне впровадження у процес професійного становлення майбутніх фахівців з агрономії засобів ІКТ, їх раціональне поєднання з методами й технологіями навчання для поліпшення результатів навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема організації навчання математики засобами ІКТ не є новою у педагогіці. Питання їх впровадження у навчально-виховний процес ВНЗ різних напрямів підготовки висвітлено в

дослідженнях: М. І. Жалдака [4], В. І. Ключка [6], Н. В. Морзе [8], С. А. Ракова [13], С. О. Семерікова [14], Ю. В. Триуса [15] та інших науковців. Переважна більшість науково-методичних розробок присвячена оптимізації навчально-пізнавальної діяльності студентів засобами ІКТ під час окремих етапів аудиторної й позааудиторної роботи, дослідженням психологічних чинників, що впливають на процес пізнання, опрацювання й засвоєння навчальної інформації. Щодо особливостей застосування ІКТ під час розв'язування задач прикладного змісту студентами-аграріями в процесі опанування вищої математики, то ця проблема висвітлена недостатньо.

Мета статті: представити алгоритм основних етапів статистичного опрацювання експериментальних даних студентами аграрного ВНЗ у процесі опанування дисципліни «Вища математика», деталізувати їх на прикладі розв'язування задачі.

Завдання статті полягає у розробці методики навчання студентів-аграріїв оцінки параметрів статистичного розподілу генеральної сукупності; виконання кореляційно-регресійного аналізу статистичних даних з агробіології у середовищі редактора електронних таблиць MS Excel.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теоретичні методи: аналіз галузевих стандартів підготовки бакалаврів напряму 6.090101 «Агрономія» свідчить про міжпредметні зв'язки вищої математики й нормативної дисципліни «Основи наукових досліджень в агрономії». Основні поняття математичної статистики є базовими у таких змістових модулях зазначеної дисципліни, як: «Дисперсійний аналіз експериментальних даних», «Варіаційний аналіз експериментальних даних», «Кореляційний аналіз даних експерименту» [11]. Щодо галузевих стандартів підготовки магістрів напряму 8.130102 «Агрономія», то математична складова відслідковується в дисциплінах «Аналіз і моделювання рослинних продуктивних систем» і «Біометрія й організація досліджень» [12], де статистичне опрацювання експериментальних даних є одним із найбільш точних і універсальних методів оцінки ефективності проведення агроекологічних досліджень, прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.

Вибір інструментарію відшукування оцінок параметрів розподілу генеральної сукупності досліджуваної вибірки і показників (коефіцієнтів) кореляційно-регресійного аналізу зумовлений доступністю й практичністю використання табличного процесора Excel, основними перевагами якого є відсутність потреби у детальних інструктажах студентів (програма з інформатики для загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту) містить розділ «Системи опрацювання табличних даних», у якому передбачено такі теми: «Електронні таблиці. Табличний процесор»; «Аналіз даних у середовищі табличного процесора») [5, с. 96–97, 103–105]) і значних грошових витрат на придбання і встановлення спеціальних комп'ютерних програм (оскільки він входить до складу пакету MS Office).

Практичні методи: розробка алгоритму оцінки параметрів розподілу генеральної сукупності; складання інструкцій перевірки гіпотези про нормальний закон розподілу генеральної сукупності; виконання кореляційно-регресійного аналізу статистичних даних з агробіології за допомогою редактора електронних таблиць MS Excel.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Навчальним планом підготовки агрономів передбачено розрахунково-графічну роботу з вищої математики, тематика якої: «Статистичне опрацювання даних». Під час

лекційних і практичних занять викладач демонструє етапи виконання завдань розрахунково-графічної роботи, що має комплексний характер і передбачає диференціацію навчальних завдань за рівнями складності. Застосування ІКТ оптимізує процес обчислення статистичних показників і коефіцієнтів, створення графічних об'єктів, тоді як процес інтерпретації результатів і формулювання висновків залежить від рівня усвідомлення студентами матеріалу.

Аналіз основних понять змістових модулів [11] дає підстави визначити мету виконання завдань індивідуальної роботи студентами: опрацювати етапи алгоритму складання статистичних розподілів і їх графічних зображень; усвідомити методику оцінки параметрів розподілу генеральної сукупності (невідомої середньої (дисперсії) генеральної сукупності за даними досліджуваної вибірки для випадку, коли спостережувана випадкова величина розподілена нормально); сформулювати поняття нульової й альтернативної гіпотези, алгоритм перевірки гіпотези про параметри генеральної сукупності; засвоїти методику визначення показників (коефіцієнтів) статистичної залежності.

Пропонуємо загальний алгоритм розв'язування практичних завдань оцінки параметрів розподілу генеральної сукупності; виконання кореляційно-регресійного аналізу статистичних даних з агробіології за допомогою редактора електронних таблиць MS Excel. Розкриємо його зміст на прикладі розв'язування задачі (вимогу доцільно диференціювати за рівнями складності, позначимо їх символами: «*»).

Задача. Результати експерименту представлено у вигляді таблиці (табл. 1) [2, с. 126–127], де X — довжина колоса ячменю (см), Y — кількості зерен у колосі (шт.). Виконати завдання первинного статистичного опрацювання даних (X, Y) : а*) скласти статичний розподіл двовимірної вибірки (X, Y) ; б*) побудувати полігон частот ознак X і Y .

За результатами первинного статистичного опрацювання даних (X, Y) обчислити вибіркові числові характеристики для ознак X і Y : 1*) вибіркове середнє; вибіркову і виправлену дисперсію; стандартне відхилення; 2**) оцінити невідому середню генеральної сукупності для випадку, коли спостережувана випадкова величина розподілена нормально із заданою точністю $\gamma = 0,95$; 3***) перевірити гіпотезу про нормальний розподіл генеральної сукупності; 4*) розрахувати коефіцієнт парної лінійної кореляції; 5*) знайти вибіркове рівняння прямої лінії регресії Y на X .

Таблиця 1

Дослідні дані значень змінних x_i та y_i

№ спостереження	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Довжина колоса X , (см)	10	11	10	7	10	11	9	9	9	11	9	8	10
Кількість зерен у колосі Y , (шт.)	25	28	25	16	25	31	23	28	24	27	19	18	22
№ спостереження	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Довжина колоса X , (см)	12	11	10	10	11	12	8	9	13	11	10	8	
Кількість зерен у колосі Y , (шт.)	27	25	24	30	28	29	20	18	28	28	25	18	

Приклад розв'язування. Загальний алгоритм складається з п'яти основних етапів.

I. Первинне статистичне опрацювання даних.

1. Подати дані таблиці у зручній для дослідження формі (у вигляді статистичного розподілу та полігону):

- 1) побудувати електронну таблицю з дослідними даними:
 - запустити програму Microsoft Excel;

- зберегти у свою робочу папку файл із назвою «Статистика. xls»;
- перейменувати робочий аркуш «Лист1» у «Дискретний ряд»;
- на робочому аркуші «Дискретний ряд» створити електронну таблицю, заповнити стовпці з номерами 2 й 3 відповідними значеннями x_i та y_i результатів спостереження (табл. 1, рис. 1, А);

№	X_i	Y_i
1	2	3
1	10	25
2	11	26
3	10	25
4	7	16
5	10	25
6	11	31
7	9	23
8	9	28
9	9	24
10	11	27
11	9	19
12	8	18
13	10	22
14	12	27
15	11	25
16	10	24
17	10	30
18	11	28
19	12	30
20	8	19
21	9	18
22	13	28
23	11	28
24	10	25
25	8	18

А)

№	X_i	x_i
1	2	3
1	10	7
2	11	8
3	10	8
4	7	8
5	10	9
6	11	9
7	9	9
8	9	9
9	9	9
10	11	10
11	9	10
12	8	10
13	10	10
14	12	10
15	11	10
16	10	10
17	10	11
18	11	11
19	12	11
20	8	11
21	9	11
22	13	11
23	11	12
24	10	12
25	8	13

Б)

Рис. 1. Вихідні дані

- 2) побудувати ранжований ряд розподілу ознаки X (рис. 1, Б):
- створити допоміжну таблицю: скопіювати вибірккові дані X ;

№	x_i	n_{ix}
1	2	3
1	7	1
2	8	3
3	9	5
4	10	7
5	11	6
6	12	2
7	13	1
Σ		25

А)



Б)

Рис. 2. Дискретний статистичний ряд розподілу та полігон частот

- відсортувати вміст комірок у стовпчику з номером 3 (рис. 1, Б): виділити діапазон комірок із дослідними даними x_i (з номером колонки включно), на панелі інструментів натиснути кнопку «Сортировка по возрастанию» (у вікні «Обнаружены данные вне указанного диапазона» поставити перемикач «Сортировать в пределах указанного выделения»);
- 3) скласти варіаційний ряд розподілу ознаки X : у стовпчику з номером 2 розмістити дані x_i в порядку зростання без повторень, у стовпчику з номером 3 — частоти n_{ix} варіант x_i (рис. 2, А);
- 4) виконати контроль обчислень: сума частот повинна співпадати з об'ємом вибірки:

- під стовпчиком номер 3 за допомогою кнопки «Автосумма» на панелі інструментів знайти суму числових значень n_{i_x} (рис. 2, А);
- 5) побудувати полігон розподілу частот n_{i_x} (рис. 2, Б):
- виділити діапазон комірок із номером 3: частотами n_{i_x} (рис. 2, А);
 - на панелі інструментів натиснути кнопку «Мастер діаграмм»;
 - вказати тип діаграми «Тип: Точечная» й обрати вигляд «Вид: Точечная діаграма, на якій значення соединены отрезками» (четверта у списку);
 - у вікні «Мастер діаграмм (шаг 2 из 4): источник данных диаграммы» перейти на вкладку «Ряд», де в полі «Подписи оси X:» задати значення даних, що використовуються для підписів: виділити лівою кнопкою миші значення X у стовпці з номером 2 (рис. 2, А);
 - наступними кроками можна знехтувати, натискаючи кнопки для покрокового переходу «Далее»;
 - натиснути кнопку «Готово» на останньому кроці «Мастер діаграмм (шаг 4 из 4): размещение диаграммы».

II. Оцінка параметрів розподілу.

2. Оцінити невідому середню й дисперсію генеральної сукупності за даними досліджуваної вибірки для випадку, коли спостережувана випадкова величина розподілена нормально:

- 1) створити допоміжну таблицю (рис. 3) і виконати додаткові обчислення для визначення статистичних числових характеристик вибіркової сукупності;

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	№	X_i	Y_i	$(x_i - x^*)$	$(y_i - y^*)$	$(x_i - x^*)^*$ $(y_i - y^*)$	$(x_i - x^*)^2$	$(y_i - y^*)^2$	x_i^2	y_i^2	$x_i^* y_i$	$y(x)$
2	1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	1	10	25	0,04	0,56	0,0224	0,0016	0,3136	100	625	250	24,56
4	2	11	28	1,04	3,56	3,7024	1,0816	12,6736	121	784	308	26,92
5	3	10	25	0,04	0,56	0,0224	0,0016	0,3136	100	625	250	24,56
6	4	7	16	-2,96	-8,44	24,9824	8,7616	71,2336	49	256	112	17,48
7	5	10	25	0,04	0,56	0,0224	0,0016	0,3136	100	625	250	24,56
8	6	11	31	1,04	6,56	6,8224	1,0816	43,0336	121	961	341	26,92
9	7	9	23	-0,96	-1,44	1,3824	0,9216	2,0736	81	529	207	22,20
10	8	9	28	-0,96	3,56	-3,4176	0,9216	12,6736	81	784	252	22,20
11	9	9	24	-0,96	-0,44	0,4224	0,9216	0,1936	81	576	216	22,20
12	10	11	27	1,04	2,56	2,6624	1,0816	6,5536	121	729	297	26,92
13	11	9	19	-0,96	-5,44	5,2224	0,9216	29,5936	81	361	171	22,20
14	12	8	18	-1,96	-6,44	12,6224	3,8416	41,4736	64	324	144	19,84
15	13	10	22	0,04	-2,44	-0,0976	0,0016	5,9536	100	484	220	24,56
16	14	12	27	2,04	2,56	5,2224	4,1616	6,5536	144	729	324	29,28
17	15	11	25	1,04	0,56	0,5824	1,0816	0,3136	121	625	275	26,92
18	16	10	24	0,04	-0,44	-0,0176	0,0016	0,1936	100	576	240	24,56
19	17	10	30	0,04	5,56	0,2224	0,0016	30,9136	100	900	300	24,56
20	18	11	28	1,04	3,56	3,7024	1,0816	12,6736	121	784	308	26,92
21	19	12	29	2,04	4,56	9,3024	4,1616	20,7936	144	841	348	29,28
22	20	8	20	-1,96	-4,44	8,7024	3,8416	19,7136	64	400	160	19,84
23	21	9	18	-0,96	-6,44	6,1824	0,9216	41,4736	81	324	162	22,20
24	22	13	28	3,04	3,56	10,8224	9,2416	12,6736	169	784	364	31,64
25	23	11	28	1,04	3,56	3,7024	1,0816	12,6736	121	784	308	26,92
26	24	10	25	0,04	0,56	0,0224	0,0016	0,3136	100	625	250	24,56
27	25	8	18	-1,96	-6,44	12,6224	3,8416	41,4736	64	324	144	19,84
28	Σ	249	611			115,4400	48,9600	426,1600	2529	15359	6201	

Рис. 3. Допоміжні розрахунки

- 2) середнє вибіркоче обчислити за формулою (1) [3, с. 198–203]:
- скористатись на панелі інструментів кнопкою «Автосумма» для обчислення суми значень x_i у стовпчику з номером 2 (рис. 3);

- знайдену в попередньому пункті суму розділити на об'єм вибірки n :

$$x^* = \sum_{i=1}^n x_i / n = 249 / 25 = 9,96 \quad (1)$$

де $\sum_{i=1}^n x_i = 249$ — сума варіант вибірових значень,

$n = 25$ — об'єм вибірки.

Отже, типова довжина колоса ячменю у вибірці, а також у генеральній сукупності становить 9,96 см;

3) вибірову дисперсію обчислити за формулою (2) [3, с. 205–206]:

- виконати додаткові обчислення у стовпчику з номером 6 (рис. 3): обчислити за допомогою «Маркера автозаповнення» різниці « $(x_i - x^*)$ » вибірових даних x_i і середнього вибірового x^* ознаки X ;
- заповнити стовпчик із номером 9 (рис. 3) величинами: « $(x_i - x^*)^2$ » — квадратами відхилень варіант x_i від середнього вибірового x^* ознаки X , знайти їх суму й розділити на об'єм вибірки:

$$D = \sum_{i=1}^n (x_i - x^*)^2 / n = 48,96 / 25 = 1,96 \quad (2)$$

де $\sum_{i=1}^n (x_i - x^*)^2 = 48,96$ — сума квадратів відхилень варіант x_i від середнього вибірового x^* ,

$x^* = 9,96$ — середнє вибірове,

$n = 25$ — об'єм вибірки.

Одержане значення вибірової дисперсії вказує на наявність розсіяння вибірових варіант навколо вибірового середнього;

4) дисперсію генеральної сукупності обчислити як виправлену вибірову дисперсію за формулою (3) [3, с. 211–212]:

$$S^2 = \frac{n}{(n-1)} D = \frac{25}{25-1} \cdot 1,96 = 2,04 \quad (3)$$

де $n = 25$ — об'єм вибірки,

$D = 2,04$ — вибірова дисперсія.

Значення виправленої вибірової дисперсії вказує, що розсіяння довжини колосків у генеральній сукупності дещо перевищує розсіяння аналогічного показника у вибіровій сукупності.

5) середнє квадратичне відхилення генеральної сукупності обчислити за формулою (4) [3, с. 212]:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{2,04} = 1,43 \quad (4)$$

де $S^2 = 2,04$ — дисперсія генеральної сукупності.

Одержане значення вказує на величину середнього відхилення розмірів колосків ячменю від генерального середнього;

б) записати довірчий інтервал для середнього вибіркового у випадку, коли спостережувана випадкова величина розподілена нормально із заданою точністю: $\gamma = 0,95$ за формулою (5) [3, с. 213 – 220] (визначити довжини інтервалів для $\gamma = 0,99$; $\gamma = 0,999$, зробити висновки):

$$x^* \pm \frac{t_\gamma \cdot S}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

де $x^* = 9,96$ — середнє вибіркоче,

$S = 1,43$ — виправлене середнє квадратичне відхилення,

$n = 25$ — об'єм вибірки,

$t_\gamma = t(\gamma; n)$ — табличні значення [3, с. 464].

Таблиця 2

Таблиця меж довірчих інтервалів вибіркового середнього із заданою точністю γ

γ	0,95	0,99	0,999
$t_\gamma = t(\gamma; n)$	2,064	2,797	3,745
$x^* \pm \frac{t_\gamma \cdot S}{\sqrt{n}}$	$9,37 < x^* < 10,55$	$9,16 < x^* < 10,76$	$8,89 < x^* < 11,03$

Таким чином, межі знайдених інтервалів (табл. 2) із заданою точністю γ містять істинні середні генеральної сукупності: чим більше значення γ , тим ширший довірчий інтервал і тим менша точність оцінки. Щоб покращити точність визначення меж довірчих інтервалів, доцільно збільшити об'єм вибірки, що слідує із формули (6):

$$\varepsilon = \frac{t_\gamma \cdot S}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

де S — виправлене середнє квадратичне відхилення,

n — об'єм вибірки,

$t_\gamma = t(\gamma; n)$ — табличне значення [3, с. 464].

В агробіологічних дослідженнях більш прийнятним вважається значення заданої точності: $\gamma = 0,95$;

7) виконати аналогічні обчислення для ознаки Y (рис. 3).

III. Перевірка гіпотези про розподіл генеральної сукупності.

3. Перевірити гіпотезу про нормальний розподіл генеральної сукупності:

1) згідно умови $n = 25$ — вибірка малого об'єму, тому одним із найпростіших методів визначення чи підлягає розподіл нормальному закону є графічний аналіз полігону:

- візуальна оцінка полігону (рис. 2, Б) і порівняння його вигляду з формою типової кривої нормального розподілу (3, с. 130 – 132) дає

підстави висунути гіпотезу, що підлягає перевірці: H_0 — довжина колоса ячменю має розподіл близький до нормального;

2) створити таблицю з розрахунковими даними для визначення теоретичних частот m_{i_x} ознаки X (рис. 4):

– знайти m_{i_x} — теоретичні частоти за формулою (7):

$$m_{i_x} = \frac{n}{S} \varphi(u_i) \quad (7)$$

де n — об'єм вибірки,

S — виправлене середнє квадратичне відхилення,

$u_i = \frac{x_i - x^*}{S}$ — нормоване відхилення випадкової величини,

$\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$ — табличні значення функції густини нормального розподілу [3, с. 461];

3) застосувати критерій Колмогорова [1, с. 374–376; 2, с. 67–69; 16], обчислити λ за формулою (8) [1, с. 375; 16], розрахункові дані представити у вигляді таблиці (рис. 4):

$$\lambda = \frac{\Delta_{\max}}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

де Δ_{\max} — абсолютна величина максимальної різниці між нагромадженими емпіричними частотами розподілу n_{i_x} і нагромадженими теоретичними частотами розподілу m_{i_x} ;

$x^* = 9,96$ — середнє вибіркове,

$S = 1,43$ — виправлене середнє квадратичне відхилення,

n_{i_x} — вибіркві частоти (емпіричні або спостережувані),

n_{i_x} — нагромаджені емпіричні частоти,

m_{i_x} — теоретичні частоти,

m_{i_x} — нагромаджені теоретичні частоти;

№	x_i	n_{i_x}	$x_i - x^*$	$u_i = (x_i - x^*)/S$	$\varphi(u_i)$	m_{i_x}	$((n_{i_x} - m_{i_x})^2)/m_{i_x}$	n_{i_x}	m_{i_x}	Δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	1	-2,96	-2,07	0,0468	0,818	0,040	1	1	0,18182
2	8	3	-1,96	-1,37	0,1561	2,729	0,027	4	4	0,27098
3	9	5	-0,96	-0,67	0,3187	5,572	0,059	9	10	0,57168
4	10	7	0,04	0,03	0,3988	6,972	0,000	16	17	0,02797
5	11	6	1,04	0,73	0,3056	5,343	0,081	22	22	0,65734
6	12	2	2,04	1,43	0,1435	2,509	0,103	24	24	0,50874
7	13	1	3,04	2,13	0,0413	0,722	0,107	25	25	0,27797
Σ		25				25				

Рис. 4. Обчислення теоретичних і нагромаджених частот

4) побудувати криву теоретичних частот за даними стовпчика 7 (рис. 4) і полігон спостережуваних частот за даними стовпчика 3 (рис. 4):

- виділити значення емпіричних частот, розміщених у стовпчику з номером 3, і, утримуючи клавішу «Ctrl», значення теоретичних частот, розміщених у стовпчику номер 7 (рис. 4);
- на панелі інструментів натиснути кнопку «Мастер диаграмм»;
- вказати тип діаграми «Тип: График» і обрати вигляд «Вид: График с маркерами, помечающими точки данных» (четверта у списку);
- у разі необхідності виконати підпис даних осі X, як це було представлено у п'ятому пункті першого етапу: «Первинне статистичне опрацювання даних»;
- наступними кроками можна знехтувати, натискаючи кнопки для покрокового переходу «Далее»;
- натиснути кнопку «Готово» на останньому кроці «Мастер диаграмм (шаг 4 из 4): размещение диаграммы»;

5) візуальне порівняння графіків (рис. 5) свідчить про близький розподіл експериментальних частот: ламана, побудована пунктирною лінією до нормально розподілених теоретичних частот;

6) об'єктивність оцінки відповідності теоретичних і емпіричних частот підтверджується результатами обчислень (8):

$$\lambda = \frac{\Delta_{\max}}{\sqrt{n}} = \frac{0,65734}{\sqrt{25}} = 0,13 \quad (8)$$

- за таблицею [1, с. 374; 16] визначити ймовірність $P(\lambda)$, з якою можна стверджувати, що відхилення емпіричних частот від теоретичних випадкові; оскільки $P(\lambda)=1$, то доцільним є висновок про співпадання частот.



Рис. 5. Перевірка гіпотези про розподіл генеральної сукупності

Отже, $P(\lambda)=1$ ймовірність, з якою можна стверджувати, що відхилення емпіричних частот від теоретичних випадкові, тобто гіпотезу H_0 приймаємо: H_0 — генеральна сукупність розподілена нормально;

7) виконати аналогічні обчислення для ознаки Y .

IV. Перевірка наявності лінійного кореляційного зв'язку між X та Y .

4. Розрахувати коефіцієнт парної лінійної кореляції:

1) якщо об'єм вибірки $n=25$, то коефіцієнт парної лінійної кореляції зручно обчислити за формулою (9) [2, с. 359–361], скористатись даними таблиці (рис. 3):

$$r_6 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x^*) \cdot (y_i - y^*)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x^*)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - y^*)^2}} = \frac{115,44}{\sqrt{48,96} \cdot \sqrt{426,16}} = 0,799 \quad (9)$$

де $x^*=9,96$ та $y^*=24,44$ — вибіркові середні ознак X і Y відповідно,

$\sum_{i=1}^n (x_i - x^*) \cdot (y_i - y^*) = 115,44$ — сума добутків відхилень варіант від середніх вибіркових,

$\sum_{i=1}^n (x_i - x^*)^2 = 48,96$ і $\sum_{i=1}^n (y_i - y^*)^2 = 426,16$ — суми квадратів відхилень варіант

вибірки X та Y від середніх вибіркових відповідно (рис. 3);

2) зробити висновок щодо наявності й сили (тісноти) лінійного кореляційного зв'язку між двома змінними, використати наступну умовну градацію значень коефіцієнта кореляції [2, с. 126–133; 7, с. 174–182]:

- до 0,3 — слабкий лінійний зв'язок;
- від 0,3 до 0,5 — помітний лінійний зв'язок;
- від 0,5 до 0,7 — помірний лінійний зв'язок;
- від 0,7 до 0,9 — тісний лінійний зв'язок;
- понад 0,9 — дуже тісний лінійний зв'язок.

Висновок щодо наявності й сили (тісноти) лінійного кореляційного зв'язку між двома змінними: у даному випадку, значення коефіцієнта лінійної кореляції рівне $r_6 = 0,799$ вказує, що між X і Y спостерігається, наприклад, тісний позитивний лінійний кореляційний зв'язок. Це означає, що із зростанням середнього значення ознаки X також зростає і середнє значення ознаки Y : із зростанням середнього значення довжини колоса зростає і середня кількість зерен у ньому.

V. Розрахунок параметрів рівняння регресії.

5. Знайти вибіркове рівняння прямої лінії регресії Y на X за даними спостережень:

1) за даними стовпців x_i й y_i (рис. 1, А) побудувати діаграму розсіяння — точковий графік (рис. 6, А):

- виділити діапазон комірок із дослідними даними x_i та y_i (рис. 1, А);
- на панелі інструментів натиснути кнопку «Мастер діаграмм»;
- вказати тип діаграми «Тип: Точечная» й обрати вигляд «Вид: Точечная диаграмма позволяет сравнить пары значений» (перша у списку);
- наступними кроками можна знехтувати, натискаючи кнопки для покрокового переходу «Далее»;
- натиснути кнопку «Готово» на останньому кроці «Мастер диаграмм (шаг 4 из 4): размещение диаграммы»;

2) розрахувати параметри рівняння прямої лінії регресії: $y = kx + b$ за формулами (10) і (11) [3, с. 255–257]:

$$k = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = \frac{25 \cdot 6201 - 249 \cdot 611}{25 \cdot 2529 - (249)^2} = 2,36 \quad (10)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = \frac{2529 \cdot 611 - 249 \cdot 6201}{25 \cdot 2529 - (249)^2} = 0,96 \quad (11)$$

де $n = 25$ — об'єм вибірки,

$\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i = 6201$ — сума добутків вибірових значень ознак X та Y ,

$\sum_{i=1}^n x_i = 249$, $\sum_{i=1}^n y_i = 611$ — суми вибірових значень ознаки X і Y відповідно,

$\sum_{i=1}^n x_i^2 = 2529$ — сума квадратів вибірових значень ознаки X ,

$\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 = 249^2$ — квадрат суми вибірових значень ознаки X (рис. 3).

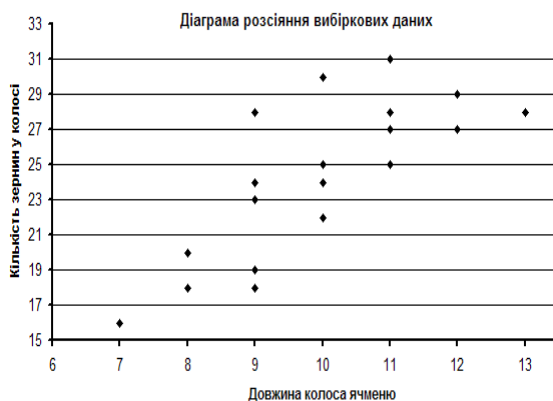
Отже, $y = 2,36x + 0,96$ — рівняння прямої лінії регресії Y на X ;

3) заповнити стовпчик таблиці із номером 14 значеннями $y(x)$, що відповідають рівнянню лінії регресії (рис. 3):

- у комірку $L3$ (стовпчик 14) ввести формулу: «=2,36*B3+0,96» (рис. 3);
- за допомогою «Маркера автозаповнення» знайти всі значення $y(x)$;

4) побудувати пряму, що проходять через знайдені точки $(x, y(x))$:

- виділити стовпчик номер 2 з дослідними даними X та, утримуючи клавішу «Ctrl», стовпчик номер 14 із даними $y(x)$ (рис. 3);
- алгоритм побудови прямої виконати аналогічно до того, як це було описано для полігону частот (перший етап: «Первинне статистичне опрацювання даних»).



А)

Б)

Рис. 6. Перевірка розрахунків коефіцієнтів рівняння прямої лінії регресії Y на X

Розташування і кут нахилу прямої лінії регресії Y на X : $k_{yx} = 2,36$ свідчить про наявність позитивного лінійного зв'язку між довжиною колоса ячменю і кількістю зерен у ньому;

5) перевірити співвідношення для коефіцієнта лінійної кореляції $r_g = 0,799$ й коефіцієнта прямої лінії регресії Y на X за формулою (12) [3, с. 259–261]:

$$\frac{k_{yx}}{r_g} = \frac{S_y}{S_x} \Rightarrow \frac{2,36}{0,799} = \frac{4,21}{1,43} \quad (12)$$

де $k_{yx} = 2,36$ — коефіцієнт прямої лінії регресії Y на X ,

$r_g = 0,799$ — коефіцієнт лінійної кореляції,

$S_y = 4,21$ і $S_x = 1,43$ — виправлені середні квадратичні відхилення ознак Y та X відповідно.

Додаткове завдання:

- перевірити розрахунки коефіцієнтів прямої лінії регресії Y та X , скориставшись можливістю побудови лінії тренда засобами MS Excel [8, 9] (рис. 6, Б);
- порівняти параметри моделі, одержані безпосереднім обчисленням за формулами (10), (11) з параметрами лінії тренда;
- зробити висновки: якщо параметри моделі, одержані безпосереднім обчисленням за формулами (10), (11) з параметрами лінії тренда співпадають, це свідчить про правильність обчислень.

Отже, зручними для оформлення розв'язань завдань є індивідуальні робочі зошити з інструкціями для самостійної роботи, де кожен студент, поробивши черговий пункт алгоритму, обов'язково ставить відмітку (позначку) про його виконання. Це має на меті забезпечити безпомилкове дотримання алгоритму статистичного опрацювання дослідних даних і краще засвоєння навчального матеріалу.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Висновки: розроблений алгоритм пройшов апробацію в процесі навчання дисципліни «Вища математика» студентів першого курсу напряму підготовки «Агрономія». На практиці його використання дозволило оптимізувати процес виконання студентами завдань розрахунково-графічної роботи. Можна виділити такі переваги розв'язування подібного роду індивідуального завдання дослідницького змісту за допомогою редактора електронних таблиць MS Excel:

- забезпечення практичного ознайомлення майбутнього агронома зі специфікою використання математико-статистичних методів під час опрацювання експериментальних даних, організацією й проведенням польових досліджень, прикладами правильної інтерпретації отриманих результатів;
- опрацювання матеріалу засобами табличного процесора Excel сприяє формуванню у студентів умінь раціонально проводити самостійні експериментальні дослідження під час участі у науково-дослідницькій діяльності, у процесі виконання курсових і дипломних робіт бакалаврів або

магістрів, що є особливо актуальним в умовах різномірневої й практичної підготовки фахівців;

- усвідомлення студентами професійного спрямування навчального матеріалу дисципліни, що не є фаховою, сприяє розвитку позитивної пізнавальної мотивації до навчальної діяльності.

Запропонована методика опрацювання статистичних даних у середовищі редактора електронних таблиць MS Excel має загальний характер і може бути використана викладачами й студентами на практиці. У разі необхідності, нескладно на основі наведених завдань і прикладів їх розв'язування розробити власний лабораторний практикум для студентів різних спеціальностей і напрямів підготовки.

Перспективи подальших розвідок полягають у створенні методичних вказівок для розрахунково-графічної роботи поглибленого рівня складності, наприклад, на тему «Статистичне опрацювання дослідних даних», де б був представлений алгоритм побудови інтервального варіаційного ряду (для $n \geq 50$), аналіз відповідних графічних об'єктів, що дозволило б продемонструвати методику оцінки параметрів розподілу генеральної сукупності методом умовних варіант, розробити алгоритм обчислення теоретичних частот нормально розподілених величин за іншими критеріями; звернути увагу студентів на можливості здійснення самоконтролю за допомогою вбудованих статистичних функцій табличного процесора Excel.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Венецкий И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе : [справочник] / И. Г. Венецкий, В. И. Венецкая. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Статистика, 1979. — 447 с.
2. Вольф В. Г. Статистическая обработка опытных данных / В. Г. Вольф. — М. : Изд-во «Колос», 1966. — 255 с.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : [учеб. пособие для вузов] / В. Е. Гмурман. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1977. — 479 с.
4. Жалдак М. І. Елементи стохастички з комп'ютерною підтримкою : посібник для вчителів / М. І. Жалдак, Г. О. Михалі. — Київ : Шкільний світ, 2008. — 120 с.
5. Інформатика: програма для загальноосвітніх навчальних закладів 10–11 кл. : академ. рівень, проф. рівень. — К. : ВАТ «Поліграфкнига», 2010. — 109 с.
6. Ключко В. І. Застосування новітніх інформаційних технологій при вивченні вищої математики у технічному вузі : навч.-метод. посіб. / В. І. Ключко. — Вінниця : ВДГУ, 1997. — 300 с.
7. Лапач С. Н. Статистика в науке и бизнесе / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. — К. : МОРИОН, 2002. — 640 с.
8. Морзе Н. В. Методика навчання інформатики: навч. посіб.: у 3 ч. / Н. В. Морзе; за ред. М. І. Жалдака. — К. : Навчальна книга, 2004. — Ч. II: Методика навчання інформаційних технологій. — 287 с.
9. Овсієнко Ю. І. Методика вивчення алгоритму побудови математичних моделей методом найменших квадратів із використанням комп'ютерної техніки [Електронний ресурс] / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2010. — № 4 (18). — Режим доступу до журн. : <http://www.ime.edu.ua.net/em18/emg.html>. — Назва з екрана.
10. Овсієнко Ю. І. Методика вивчення алгоритму побудови нелінійних математичних моделей методом найменших квадратів із використанням комп'ютерної техніки [Електронний ресурс] / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2011. — Т. 21, № 1 (21). — Режим доступу до журн. : <http://www.ime.edu.ua.net/em18/emg.html>. — Назва з екрана.
11. Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра за напрямом 6.090101 «Агрономія» : Галузевий стандарт вищої освіти України, чинний від 07.02.2011 р. № 100. — К. : МОН України ; Наукметодцентр, 2011. — 216 с.
12. Освітньо-кваліфікаційна характеристика. Освітньо-професійна програма підготовки магістра напряму 1301 «Агрономія» за спеціальністю 7.130102 «Агрономія»: Галузевий стандарт вищої освіти України. — К. : МОН України ; видавничка дільниця Наукметодцентру, 2006. — 48 с.

13. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : [монографія] / С. А. Раков. — Х. : Факт, 2005. — 360 с.
14. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформативних дисциплін у вищій школі : [монографія] / Семеріков С. О. ; наук. ред. Жалдак М. І. — К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. — 340 с.
15. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики : [монографія] / Ю. В. Триус. — Черкаси : Брама-Україна, 2005. — 400 с.
16. Обработка результатов эксперимента — Критерии согласия [Электронный ресурс]. — Режим доступа 01.07.14 : http://www.simumath.net/library/book.html?code=Treat_Exper_criteria_agreement.

Матеріал надійшов до редакції 21.08.2014 р.

ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ-АГРАРИЕВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ СРЕДСТВАМИ MS EXCEL

Овсиенко Юлия Ивановна

кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и логики
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина
ovsienkoyulia@online.ua

Аннотация. В статье раскрыта методика обучения студентов-аграриев оценке параметров статистического распределения генеральной совокупности; проведения корреляционно регрессионного анализа статистических данных по агробиологии в среде редактора электронных таблиц MS Excel. Предложенный алгоритм имеет не только общий характер, но и каждый его этап проиллюстрирован на примере решения задачи. Материал статьи может быть использован на практике для обработки студентами экспериментальных данных, полученных опытным путем; во время выполнения заданий курсовых и дипломных работ бакалавров или магистров; в процессе разработки преподавателями собственного лабораторного практикума для разных специальностей и направлений подготовки.

Ключевые слова: статистическое распределение; параметры распределения; гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности; коэффициент линейной корреляции; коэффициент прямой линии регрессии; табличный процессор Excel.

STUDIES OF STUDENTS-AGRARIANS OF MATHEMATICAL STATISTICS BY FACILITIES OF MS EXCEL

Ovsienko Yuliia I.

PhD (in Pedagogics), associate professor of Higher mathematics and logic department
Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine
ovsienkoyulia@online.ua

Abstract. In this article we disclose studying methods of estimating parameters of universal set's statistical distribution for students of agrarian HEE; dissecting correlation regression analysis of statistical data in agrobiolgy using tabular processor Excel. We propose algorithm that is not only general in its characteristics, but is also illustrated at each stage by solving tasks. The material of this article can be used in practice for students who work on experimental data, received during some research; during writing term papers or bachelor's or master's graduation papers; during developing own laboratory practical works by teachers for different specialties and school courses.

Keywords: statistical distribution; parameters of distribution; hypothesis of universal set's normal distribution; coefficient of linear correlation; coefficient of direct line regression; tabular processor Excel.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Venetsky I. G. Main mathematical and statistical conceptions and formulas in economical analysis.: [manual]/I. G. Venetsky, V. I. Venetskaja. — 2-nd edition, altered and supplemented. — M. : Statistics, 1979. — 447 p. (in Russian).
2. Wolf W. G. Statistical processing of experimental data/ W. G. Wolf. — M. : “Kolos” publishing, 1966. — 255 p. (in Russian).
3. Gmurman V. E. Theory of probability and mathematical statistics: [HEE tutorial] / V. E. Gmurman. — 5-th edition, altered and supplemented. — M.: Higher school, 1977. — 479 p. (in Russian).
4. Jaldak M. I. Elements of stochastic with computer assistance: manual for teachers / M. I. Jaldak, G. O. Michalin — Kyiv: School world, 2008. — 120 p. (in Ukrainian).
5. Informatics: program for general educational establishments of 10–11 grades: academical level, professional level. – K.: OAS “Polygraphbook”, 2010. – 109 p. (in Ukrainian).
6. Klochko V. I. Usage of newest informational technologies during learning higher mathematics in technical HEE: educational and methodical manual / V. I. Klochko. — Vinnitsa: VSTU, 1997. — 300 p. (in Ukrainian).
7. Lapach S. N. Statistics in science and business / S. N. Lapach, A. V. Chubenko, P. N. Babuch. — K.: MORION, 2002. — 640 p. (in Ukrainian).
8. Morse N. V. Methodic of teaching mathematics: educational manual: in 3 parts / N. V. Morse; by red. of M. I. Jaldak. — K. : Teaching book, 2002. — P. II: Methodology of teaching informational technologies. — 287 p. (in Ukrainian).
9. Ovsienko J. I. Methodology of learning algorithm for building mathematical models using least square methods with computer technique [online] / J. I. Ovsienko, L. O. Flegantov// Informational technologies and means of education. — 2010. — № 4 (18). — Available from : <http://www.ime.edu-ua.net/em18/emg.html>. —Name on the screen. (in Ukrainian).
10. Ovsienko J. I. Methodology of learning algorithm for building nonlinear mathematical models using least square methods with computer technique [online] / J. I. Ovsienko, L. O. Flegantov // Informational technologies and means of education. — 2011. — V. 21, № 1 (21). — Available from : <http://www.ime.edu-ua.net/em18/emg.html>. — Name on the screen (in Ukrainian).
11. Educational professional program for bachelors training of course 6.090101 “Agronomy”: Branch standard of Ukraine higher education, operative since 07.02.2011 № 100. — K. : MES of Ukraine; Science methodology centre, 2011. — 216 p. (in Ukrainian).
12. Educational qualification characteristics. Educational professional program for masters training of course 1301 “Agronomy” specialty 8.130102 “Agronomy”: Branch standard of Ukraine higher education. — K. : MES of Ukraine; Science methodology centre publishing, 2006. — 48 p. (in Ukrainian).
13. Rakov S. A. Mathematical education: competence approach using IKT : [monograph] / S. A. Rakov. — Kh.: Fact, 2005. — 360 p. (in Ukrainian).
14. Semerikov S. O. Fundamentalisation of teaching informative disciplines in higher school : [monograph] / Semerikov S. O. ; science red. Jaldak M. I. — NPU n.a. M. P. Dragomanov, 2009. — 340 p. (in Ukrainian).
15. Trius J. V. Computer oriented methodical systems of teaching mathematics:[monograph] / J. V. Trius. — Cherkassy : Brama-Ukraine, 2005. — 400 p. (in Ukrainian).
16. Experimental result processing — Consent criteria [online]. — Available from : 01.07.14: http://www.simumath.net/library/book.html?code=Treat_Exper_criteria_agreement. (in Russian).