

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій
Кафедра землеробства, геодезії та землеустрою

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методичні рекомендації
для виконання контрольної роботи
здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія»
заочної форми здобуття вищої освіти



МИКОЛАЇВ

2024

УДК 001.891:631/635

075

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 14 березня 2024 р., протокол № 9.

Укладач:

І. В. Смірнова – доцент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

О. М. Дробітько – канд. с.-г. наук, голова фермерського господарства «Олена» Вознесенського району Миколаївської області;

А. В. Панфілова – д-р с.-г. наук, професор, завідувачка кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Загальні положення.....	6
Вимоги до виконання контрольної роботи.....	10
Номери питань до завдань 1, 2 контрольної роботи.....	11
Питання до контрольної роботи.....	12
Статистична обробка результатів досліджень (завдання 3, 4, 5).....	15
Контрольні питання до заліку.....	27
Додатки.....	29
Список рекомендованої літератури.....	34

ВСТУП

Ефективність і якість наукової роботи, результативність досліджень в агрономії визначається методичним рівнем планування і постановки польових і лабораторних експериментів та методами проведення статистичної обробки експериментальних даних.

Навчальна дисципліна «Основи наукових досліджень» є компонентою Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 201 Агрономія галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство та узгоджується з її метою – підготовка бакалаврів за спеціальністю 201 Агрономія, здатних розв'язувати складні завдання і проблеми у сфері агрономії, з узагальненим об'єктом діяльності: основні поняття методики польового дослідження, основні елементи методики польового дослідження, розміщення варіантів у польовому дослідженні, планування польового дослідження, техніка закладання та проведення польового дослідження.

Мета вивчення курсу “Основи наукових досліджень” – дати здобувачам вищої освіти необхідні знання з теоретичних основ та практичного застосування всього комплексу питань, що охоплює дисципліну.

Завдання курсу – освоїти і закріпити на практичних заняттях найважливіші розділи дисципліни, в тому числі:

- основні поняття і елементи методики польового дослідження;
- розміщення варіантів у польовому дослідженні;
- планування польового дослідження;
- техніка закладання та проведення польового дослідження;
- документація та звітність в науково-дослідній роботі;
- математична статистика, емпіричні та теоретичні розподіли;
- розрахунки статистичних характеристик;
- статистичні методи перевірки гіпотез;
- дисперсійний аналіз одно- та багатофакторних досліджень;
- кореляція, регресія, складання рівнянь регресії для лінійної та криволінійної залежностей.

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен **знати**:

- сутність загальнонаукових і спеціальних методів досліджень в агрономії;

- польовий дослід як основний метод в агрономії, принципи його планування та проведення;
- методику і техніку закладання польового досліджу;
- зміст спостережень у польовому досліді;
- особливості закладання та проведення інших спеціальних методів дослідження в агрономії;
- методику виконання статистичного аналізу експериментальних даних і використання його результатів для їх інтерпретації.

На підставі набутих знань здобувач вищої освіти повинен

уміти:

- закласти польовий, вегетаційний чи лізиметричний дослід;
- відповідно до програми досліджень провести в них обліки і спостереження;
- здійснити статистичний аналіз експериментальних даних відповідно до обраного методу і дати оцінку якості проведеному досліді;
- вести необхідну документацію дослідів та скласти на її основі науковий звіт.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Основним методом вивчення навчальної дисципліни «Основи наукових досліджень» здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» заочної форми здобуття вищої освіти є самостійне опрацювання визначеної тематики та виконання контрольної роботи.

Протягом навчального року для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання організовуються індивідуальні і групові консультації з дисципліни. У період екзаменаційної сесії проводяться лекції та практичні заняття з найбільш актуальних і складних розділів програми. Після повного вивчення курсу здобувачі вищої освіти здають залік. До заліку допускаються здобувачі, які відпрацювали усі практичні роботи і здали контрольну роботу, що повністю відповідає вимогам до неї.

ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Контрольна робота передбачає виконання п'яти завдань із різних розділів курсу, у тому числі два завдання теоретичного характеру і три завдання розрахункового характеру. Завдання 3, 4 і 5 зі статистичної обробки результатів досліджень виконують у відповідності з наданими у методичних рекомендаціях алгоритмами, тобто сукупністю математичних дій розв'язання задачі. Здобувач вищої освіти у контрольній роботі висвітлює ті питання, що відповідають номеру його залікової книжки (двом останнім цифрам). Номери питань контрольної роботи визначають за місцем перетину передостанньої й останньої цифр шифру в таблиці 1.

2. Обсяг контрольної роботи обмежується одним учнівським зошитом (12 аркушів). Робота має бути оформлена акуратно.

3. Перед написанням контрольної роботи здобувач вищої освіти вивчає тему за основним підручником та додатковою літературою, складає план відповіді на питання.

4. Перед відповіддю на кожне питання слід вказати номер та точне формулювання питання.

5. Відповіді мають бути конкретними, по суті поставленого питання. Основні терміни та поняття слід виділити.

6. Відповіді на питання бажано ілюструвати таблицями, схемами, діаграмами, рисунками.

7. Не слід обтяжувати контрольну роботу інформацією, що не має прямого відношення до поставленого питання.

8. Наприкінці роботи подається список використаної літератури (автор, назва, видавництво, рік видання, кількість сторінок).

9. Робота підписується і ставиться дата виконання.

10. Виконана робота надсилається до університету для перевірки за місяць до початку сесії. Контрольну роботу рецензує викладач. Остаточна робота оцінюється після співбесіди викладача і здобувача вищої освіти в період сесії. Контрольна робота, оцінена "незадовільно", повертається на повторне виконання. Здобувач вищої освіти, який не виконав контрольної роботи, до складання заліку не допускається.

**НОМЕРИ ПИТАНЬ ДО ЗАВДАНЬ 1, 2
КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

Передостання цифра шифру	Остання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
2	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
3	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
4	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
5	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
6	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	67	68	69	70	61	62	63	64	65	66
7	48	49	50	31	32	33	34	35	36	37
	79	80	71	72	73	74	75	76	77	78
8	23	24	25	26	27	28	29	30	21	22
	52	51	60	59	58	57	56	55	54	53
9	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
	88	89	90	81	82	83	84	85	86	87
0	16	17	18	19	20	15	14	13	12	11
	99	100	91	92	93	94	95	96	97	98

ПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Статистичні характеристики кількісної мінливості.
2. Статистичні характеристики якісної мінливості.
3. Розподіл Стьюдента.
4. Нормальний розподіл.
5. Ступені свободи і їх визначення.
6. Перетворення вихідних дат при статистичній обробці.
7. Фактори, що впливають на помилку середнього.
8. Фактори, що впливають на відносну помилку середнього.
9. Повторення у польовому досліді.
10. Варіант у польовому досліді.
11. Розміщення повторень і варіантів у польовому досліді.
12. Схема досліду.
13. План експерименту.
14. Засоби рендомізації.
15. Види варіювання родючості ґрунту.
16. Усунення впливу варіювання родючості ґрунту на результат досліду.
17. Латинський квадрат.
18. Латинський прямокутник.
19. Розміщення варіантів методом розщеплених ділянок.
20. Рендомізація при закладанні досліду методом розщеплених ділянок.
21. Недоліки методу розщеплених ділянок.
22. Повний факторіальний експеримент.
23. Матриця планування та її значення.
24. Крива відгуку.
25. Застосування тау-критерія.
26. Бракування дат без застосування тау-критерія.
27. Застосування критерія Пірсона
28. Оцінка різниці середніх за t- критерієм.
29. Оцінка середньої різниці за t- критерієм.
30. Ступені свободи при оцінці різниці середніх та середньої різниці.
31. Оцінка істотності відмінностей долей ознак.
32. Суть дисперсійного аналізу.
33. Дисперсійний аналіз результатів вегетаційного досліду.
34. Дисперсійний аналіз однофакторного польового досліду.

35. Дисперсійний аналіз двофакторного польового досліджу.
36. Дисперсійний аналіз досліджу, закладеного латинським квадратом.
37. Вегетаційний метод досліджень.
38. Лізиметричний метод досліджень.
39. Особливості польового досліджу.
40. Підготовка дослідної ділянки до проведення польового досліджу.
41. Стандартний метод розміщення варіантів у досліді.
42. Систематичне розміщення варіантів у досліді.
43. Рендомізоване розміщення варіантів у досліді.
44. Метод змішування при розміщенні варіантів.
45. Польові досліджу з плодовими культурами.
46. Польові досліджу з овочевими культурами.
47. Дослідження на луках і пасовищах.
48. Польові досліджу на зрошенні.
49. Польові досліджу з захисту ґрунту від ерозії.
50. Досліджу на полях з лісосмугами.
51. Досліджу в умовах захищеного ґрунту.
52. Польові досліджу з виноградом.
53. Досліджу із сортовипробуванням.
54. Польові досліджу в умовах виробництва.
55. Документація і звітність у дослідницькій роботі.
56. Оцінка істотності відмінностей долей ознак.
57. Групування варіантів за НІР.
58. Особливості польового досліджу.
59. Види дослідів.
60. Поняття кривої відгуку.
61. Кореляційний та функціональний зв'язок.
62. Лінійна кореляція.
63. Криволінійна кореляція.
64. Класифікація кореляцій.
65. Побудова пробіт-моделі.
66. В чому полягає необхідність побудови пробіт-моделі.
67. Характеристики лінійної кореляції.
68. Характеристики криволінійної кореляції.
69. Мета побудови регресійних моделей.
70. Мета коваріаційного аналізу.
71. Основні прийоми коригування вихідних дат.

72. Методика визначення площі листкової поверхні.
73. Облік врожаю кукурудзи на зерно.
74. Облік врожаю соняшника.
75. Облік врожаю коренеплодів.
76. Облік врожаю зернових колосових культур.
77. Етапи планування польового дослідю.
78. Робоча гіпотеза при плануванні польового дослідю.
79. Розробка схеми дослідю.
80. Предмет досліджень у польовому досліді.
81. Розробка плану експерименту при плануванні польового дослідю.
82. Програма спостережень і обліку у польовому досліді.
83. Спостереження за досліджуваною культурою.
84. Спостереження за умовами росту культури.
85. Класифікація польових досліджень.
86. Відбір зразків ґрунту.
87. Визначення розміру вибірки.
88. Мета відбору зразків рослинного матеріалу.
89. Мета відбору зразків ґрунту.
90. Лабораторні дослідження у польовому експерименті.
91. Спостереження за погодними умовами.
92. Облік у польовому досліді.
93. Суть дисперсійного аналізу.
94. Класифікація дослідів по сортовипробуванню.
95. Вегетаційно-польовий метод.
96. Дисперсійний аналіз двофакторного польового дослідю.
97. Лізиметричний метод досліджень.
98. Особливості польового дослідю.
99. Способи зображення поверхні відгуку.
100. Крива відгуку.

СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ (ЗАВДАННЯ 3, 4, 5)

Математична статистика – розділ математики, який опираючись на теорію ймовірності займається методами систематизації, обробкою та використанням статистичних даних для наукових та практичних висновків.

При проведенні будь-якого досліду дослідник звертається до математичної статистики з метою вирішення таких трьох основних питань:

1. Як і в якій кількості відібрати об'єкти для дослідження.
2. Як за допомогою статистичних методів скоротити початкову інформацію і всі індивідуальні дані дослідів представити порівняно невеликою кількістю по можливості простіших узагальнених показників, не втративши при цьому найбільш притаманні для них риси.
3. Як оцінити достовірність та надійність одержаних експериментальних даних, відокремити випадкове від істотного і за окремою частиною (вибіркою) охарактеризувати ціле з достатньою точністю.

В агробіологічних дослідженнях дослідник має справу з дуже складними експериментами, в яких значна кількість факторів на піддається строгому обліку і контролю. Але й за таких експериментів, дякуючи математичній статистиці, можна одержати потрібну інформацію і оцінити ступінь надійності її результатів.

Вихідні дані для виконання завдань 3, 4 і 5 наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Значення вихідних дат для завдань 3, 4, 5

Передостання цифра шифру (X_1)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
26	22	23	26	24	25	37	31	34	33
20	26	25	27	26	27	38	35	37	39
26	29	27	28	28	29	41	39	40	42
21	23	29	29	30	31	43	43	43	45
32	27	31	31	32	33	46	47	46	48

Продовження табл. 2

Остання цифра шифру (X_2)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
25	20	18	23	28	45	54	64	57	70
32	36	41	43	38	22	29	36	42	53
35	44	47	51	45	14	18	25	31	36
33	35	41	43	39	21	25	34	38	47
27	26	28	30	33	40	51	67	54	73

Для розрахунків завдань 3, 4, 5 необхідно виписати із таблиці 2 дві вибірки вихідних даних відповідно до шифру залікової книжки.

Завдання 3. Оцінити істотність різниці вибірових середніх за t-критерієм та за НІР

Для двох вибірок, виписаних із таблиці 2, розраховують необхідні статистичні характеристики. Оцінюють істотність різниці між середніми арифметичними вибірок за t-критерієм Стьюдента та за найменшою істотною різницею – НІР. Розрахунки проводять за формулами, наведеними у таблиці 3.

Примітка: позначення у формулах для розрахунків завдань 3, 4, 5 прийнято відповідно до основного підручника [2].

**Визначення основних статистичних характеристик,
критерія Стьюдента та НІР**

Показники	Формули для розрахунків	
	Вибірка 1	Вибірка 2
1. Середня арифметична	$\bar{x}_1 = \frac{\sum X_1}{n_1}$	$\bar{x}_2 = \frac{\sum X_2}{n_2}$
2. Різниця середніх	$d_{\bar{x}} = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$	
3. Дисперсія	$S_1^2 = \sum (X_1 - \bar{x}_1)^2 : (n_1 - 1)$	$S_2^2 = \sum (X_2 - \bar{x}_2)^2 : (n_2 - 1)$
4. Стандартне відхилення	$S_1 = \sqrt{S_1^2}$	$S_2 = \sqrt{S_2^2}$
5. Похибка вибіркової середньої	$S_{\bar{x}_1} = \frac{S_1}{\sqrt{n_1}}$	$S_{\bar{x}_2} = \frac{S_2}{\sqrt{n_2}}$
6. Помилка різниці середніх	$S_d = \sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2}$	
7. Довірчий інтевартал	$\bar{X}_1 \pm t_{05} \cdot S_{\bar{x}_1}$	$\bar{X}_2 \pm t_{05} \cdot S_{\bar{x}_2}$
8. Визначення фактичного критерія Стьюдента	$t_{\Phi} = \frac{d_{\bar{x}}}{S_d}$	
9. Визначення найменшої істотної різниці (НІР)	$НІР_{05} = t_{05} \cdot S_d$ $НІР_{01} = t_{01} \cdot S_d$	

Теоретичні значення критерія Стьюдента t_{05} і t_{01} приймають за додатком А з врахуванням числа ступенів свободи та прийнятого рівня значущості – 0,05 чи 0,01. Число ступенів свободи визначають за формулою

$$\gamma = n_1 + n_2 - 2,$$

де n_1 і n_2 – кількість варіантів (спостережень) у першій і другій вибірках.

Якщо значення фактичного критерія Стьюдента t_f , фактичного, більше критерія t_{05} або t_{01} , то різниця між вибірковими середнім істотна. Якщо t_f менше t_{05} або t_{01} , то різниця між вибірковими середнім неістотна.

Істотність різниці між середнім двох вибірок перевіряється також за НР – найменшою істотною різницею. НР при різних рівнях значущості визначають за формулами:

$$НР_{05} = t_{05} S_d;$$

$$НР_{01} = t_{01} S_d.$$

Значення критеріїв t_{05} і t_{01} приймають за додатком А залежно від числа ступенів свободи γ .

Якщо різниця між середніми (d_x) більша або дорівнює НР, то вона істотна, якщо менше НР – неістотна.

В кінці завдання здобувач вищої освіти робить висновки про істотність (чи неістотність) різниці між середніми двох вибірок.

Приклад.

Вибірка 1: 36, 39, 42, 45, 48.

Вибірка 2: 27, 36, 42, 38, 31.

Позначають спостереження вибірки 1 через X_1 , а вибірки 2 – через X_2 , складають допоміжну таблицю 4, в яку заносять значення вибірок 1 та 2.

Таблиця 4

Обчислення квадратів відхилень від середньої арифметичної

№ п/п	Вибірка 1 (X_1)	Вибірка 2 (X_2)	Відхилення від середніх		Квадрати відхилень	
			$X_1 - \bar{x}_1$	$X_2 - \bar{x}_2$	$(X_1 - \bar{x}_1)^2$	$(X_2 - \bar{x}_2)^2$
1	36	27	-6	-7,8	36	60,84
2	39	36	-3	1,2	9	1,44
3	42	42	0	7,2	0	51,84
4	45	38	3	3,2	9	10,24
5	48	31	6	-3,8	36	14,44
Суми	210	174	0	0	90	138,8
\bar{x}	42	34,8				

В наведеній таблиці підраховуємо окремо суми по обох вибірках, тобто $\sum X_1$ та $\sum X_2$. Визначаємо середні арифметичні значення по кожній вибірці \bar{x}_1 та \bar{x}_2 , відхилення кожного значення

вибірки від її середньоарифметичного, тобто $X_1 - \bar{x}_1$; $X_2 - \bar{x}_2$ та квадрати цих відхилень - $(X_1 - \bar{x}_1)^2$; $(X_2 - \bar{x}_2)^2$.

Середня арифметична (\bar{x}). Для обчислення цієї характеристики варіюючі ознаки (результати спостережень) позначають знаком X , а кількість повторностей – n .

Для вибірки 1 середня арифметична становитиме

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{n} = \frac{36+39+42+45+48}{5} = \frac{210}{5} = 42,$$

$$\text{для вибірки 2 } \bar{X}_2 = \frac{\sum X}{n} = \frac{27+36+42+38+31}{5} = \frac{174}{5} = 34,8.$$

Різниця середніх (d_x)

$$d_x = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| = 42 - 34,8 = 7,2.$$

Дисперсія (S^2) - це середній квадрат відхилень кожного члена варіаційного ряду (X_1, X_2, \dots, X_n) від середньої арифметичної; це показник, який повніше за розмах варіації характеризує варіаційні ряди. Дисперсія обчислюється за формулою

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Підставивши суми квадратів відхилень з таблиці 4 у наведену формулу отримаємо такі дисперсії:

$$S_1^2 = \frac{90}{5-1} = 22,5;$$

$$S_2^2 = \frac{138,8}{5-1} = 34,7.$$

Дисперсія використовується не лише для характеристики варіювання досліджуваних показників, а й для обчислення стандартного відхилення (S).

Стандартне відхилення (S) обчислюється за формулою

$$S = \sqrt{S^2}.$$

Для першої вибірки $S_1 = \sqrt{S_1^2} = \sqrt{22,5} = 4,74$, а для другої $S_2 = \sqrt{S_2^2} = \sqrt{34,7} = 5,89$.

Середні арифметичні мають свої помилки, які спричиняються внаслідок неповного представництва вибіркової сукупності. Ці помилки властиві лише вибірковому методу досліджень, а їх

чисельне значення залежить від ступеня мінливості досліджуваних ознак і обсягів вибірки.

Похибку вибіркової середньої ($S_{\bar{x}}$) обчислюють за формулою

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}.$$

Для першої вибірки $S_{\bar{x}_1} = \sqrt{\frac{22,5}{5}} = 2,12$,

для другої $S_{\bar{x}_2} = \sqrt{\frac{34,7}{5}} = 2,63$.

Помилка різниці середніх (S_d) обчислюється за формулою

$$S_d = \sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2};$$

$$S_d = \sqrt{2,12^2 + 2,63^2} = 3,38.$$

Довірчий інтервал розраховують за формулою

$$\bar{X} \pm t_{05} S_{\bar{x}}.$$

Для вибірки 1 довірчий інтервал

$$\bar{x}_1 \pm t_{05} S_{\bar{x}_1};$$

$$42 \pm 2,78 \cdot 2,12;$$

$$42 \pm 5,9(36,1 \div 47,9).$$

Для вибірки 2 довірчий інтервал

$$\bar{x}_2 \pm t_{05} S_{\bar{x}_2};$$

$$34,8 \pm 2,78 \cdot 2,63;$$

$$34,8 \pm 7,3(27,5 \div 42,1).$$

Фактичний критерій Стюдента розраховують за формулою

$$t_{\phi} = \frac{d_{\bar{x}}}{S_d} = \frac{7,2}{3,38} = 2,13.$$

Число ступенів свободи $\gamma = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$. Порівнюючи фактичне значення критерію Стюдента $t_{\phi} = 2,13$ з теоретичним при різних рівнях значущості і при ступені свободи $\gamma = 8$, $t_{05} = 2,31$, $t_{01} = 3,36$, приходимо до **висновку**, що t_{ϕ} менше від теоретичного на 5% рівні значущості і менше на 1% рівні і таким чином різниця вибірових середніх за t-критерієм на обох рівнях неістотна.

Найменшу істотну різницю (НІР) розраховуємо за формулами:

$$НІР_{05} = t_{05} S_d = 2,31 \cdot 3,38 = 7,81;$$

$$НІР_{01} = t_{01} S_d = 3,36 \cdot 3,38 = 11,37.$$

Порівнюємо різницю середніх із значенням НІР ($7,2 < 7,81$) на 5% рівні значущості та ($7,2 < 11,37$) на 1% рівні значущості й приходимо до **висновку**, що різниця вибірових середніх по НІР на обох рівнях значущості неістотна.

Завдання 4. Виконати дисперсійний аналіз однофакторного польового дослідження

У польовому дослідженні, розміщеному методом рендомізованих повторень, урожай змінюється залежно від варіантів, повторень, а також від випадкових причин – неврахованої зміни умов навколишнього середовища або індивідуальної мінливості самих рослин. Останні дві причини також впливають на помилки дослідження. Англійський математик Р. Фішер виразив ці зміни сумами квадратів таких розсіювань: варіантів – C_V ; повторень – C_P ; помилки – C_Z . Їх сума і є сумою квадратів загального розсіювання (C_Y). Тоді $C_Y = C_V + C_P + C_Z$.

Вихідні дані вибірок 1 і 2 з таблиці 2 заносять в графі 2-6 таблиці 5 для контрольного і першого варіантів, і визначають суми і середні по варіантах та суми по повтореннях, а також середнє арифметичне в цілому по дослідженні.

Таблиця 5

Вихідні дані для дисперсійного аналізу однофакторного польового дослідження

Варіанти	Повторення (n)					Сума по варіантах	Середнє по варіанту
	1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль						$\sum V_0 =$	$\bar{X}_0 =$
Варіант 1						$\sum V_1 =$	$\bar{X}_1 =$
Сума по повтореннях	$\sum P_1 =$	$\sum P_2 =$	$\sum P_3 =$	$\sum P_4 =$	$\sum P_5 =$	$\sum X =$	$\bar{X} =$

Розрахунки дисперсійного аналізу однофакторного польового дослідження з повтореннями проводять в такій послідовності.

Розрахунок проводять в такій послідовності:

1. Загальне число спостережень $N=1n$.
2. Коректуючий фактор або поправку $C = (\sum X)^2:N$.
3. Загальну суму квадратів відхилень $C_y = \sum X^2 - C$.
4. Суму квадратів відхилень по повторенням $C_p = \sum P^2:1 - C$.
5. Суму квадратів відхилень по варіантах $C_v = \sum V^2:n - C$.
6. Суму квадратів відхилень залишку $C_z = C_y - C_p - C_v$.

Результати дисперсійного аналізу заносять у таблицю 6.

Таблиця 6

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів відхилень	Ступені свободи	Середній квадрат S^2	F_ϕ	$F_{05}(F_{01})$
Загальна	$C_y =$	$N - 1 =$		—	—
Повторень	$C_p =$	$n - 1 =$		—	—
Варіанту	$C_v =$	$1 - 1 =$	$S_v^2 = C_v:\gamma_v$	$F_\phi = \frac{S_v^2}{S_z^2}$	
Залишку	$C_z =$	$(1-1)(n-) =$	$S_z^2 = C_z:\gamma_z$		

Теоретичне значення критерія $F_{05}(F_{01})$ приймають за додатками Б, В, виходячи із ступенів свободи для дисперсії варіантів (чисельник) і ступенів свободи для дисперсії залишку (знаменник). Значення фактичного критерія Фішера порівнюють з теоретичним.

Правило: якщо фактичний критерій Фішера F_ϕ більше теоретичного F_{05} або F_{01} , то різниця між середнім арифметичним варіантів при певному рівні значущості (05 або 01) істотна. Якщо ж F_ϕ менше F_{05} або F_{01} – різниця між середніми арифметичними варіантів неістотна.

Приклад.

Контроль: 36, 39, 42, 45, 48.

Варіант 1: 27, 36, 42, 38, 31.

Дисперсійний аналіз виконується на базі даних вибірок 1 і 2 з таблиці 2, які заносять в графи 2-6 таблиці 7 для контрольного і першого варіантів, і визначають суми і середні по варіантах та суми по повтореннях, а також середнє арифметичне в цілому по досліді.

**Вихідні дані для дисперсійного аналізу однофакторного
польового досліджу**

Варіанти	Повторення (n)					Сума по варіантах	Середнє по варіанту
	1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	36	39	42	45	48	210	42
Варіант 1	27	36	42	38	31	174	34,8
Сума по повторенням	63	75	84	83	79	384	38,4

Розрахунки дисперсійного аналізу однофакторного польового досліджу з повтореннями проводять в такій послідовності.

Визначають:

1. Загальне число спостережень $N=ln = 2 \cdot 5 = 10$.

2. Коректуючий фактор або поправку

$$C = (\sum X)^2 : N = (384)^2 / 10 = 14745,6.$$

3. Загальну суму квадратів відхилень

$$C_y = \sum X^2 - C = (36^2 + 39^2 + \dots + 31^2) - 14745,6 = 15104 - 14745,6 = 358,4.$$

4. Суму квадратів відхилень по повторенням

$$C_p = \sum P^2 : l - C = (63^2 + 75^2 + 84^2 + 83^2 + 79^2) : 2 - 14745,6 = 144,4.$$

5. Суму квадратів відхилень по варіантах

$$C_v = \sum V^2 : n - C = (210^2 + 174^2) : 5 - 14745,6 = 129,6.$$

6. Суму квадратів відхилень залишку

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 358,4 - 144,4 - 129,6 = 84,4.$$

Результати дисперсійного аналізу заносять у таблицю 8.

Таблиця 8

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів відхилень	Ступені свободи	Середній квадрат S^2	F_ϕ	$F_{05}(F_{01})$
Загальна	$C_y = 358,4$	$N - 1 = 9$	-	-	-
Повторень	$C_p = 144,4$	$n - 1 = 4$	-	-	-
Варіанту	$C_v = 129,6$	$l - 1 = 1$	129,6	6,14	7,71 (21,2)
Залишку	$C_z = 84,4$	$(1-1)(n-1) = 4$	21,1		

Висновок: у нашому прикладі $F_{\text{факт}}=6,14$, що менше за F_{05} і F_{01} (7,71 та 21,2) свідчить про неістотність цих різниць між варіантами на обох рівнях значущості.

Завдання 5. Побудувати регресійну модель криволінійної кореляції двох перемінних величин

Криволінійні залежності між двома перемінними можуть бути виражені у вигляді кривих ліній регресії та відповідних їм математичних рівнянь.

Криволінійна регресія – це така залежність, коли при однакових прирощеннях незалежної перемінної X залежна перемінна Y має неоднакові прирощення. Емпіричні точки кореляційного поля при криволінійній кореляції розташовуються біля кривих різного типу – парабол, гіпербол, логарифмічних кривих тощо.

Основний метод побудови математичних рівнянь – підбір типу формули і знаходження коефіцієнтів до неї. Тип формули підбирають користуючись кресленням типових кривих, для яких надаються відповідні рівняння, в тому числі:

$y = a + bx$ – рівняння прямолінійної залежності;

$y = a + b_1X + b_2X^2$ – крива типу параболи;

$y = a + b \cdot \lg X$ – логарифмічна крива, і т.д.

Статистична обробка експериментального матеріалу часто приводить до побудови рівнянь, близьких до квадратичної параболи:

$$y = a + b_1X + b_2X^2.$$

Криві, що задовольняють цьому рівнянню отримані багатьма дослідниками для залежності урожаю від густоти стояння рослин.

Рівняння для квадратичної параболи розраховують за співвідношенням:

$$y = \bar{y} + \frac{\sum (X - \bar{x})y}{\sum (X - \bar{x})^2} (X - \bar{x}) + \left[\frac{\sum (X - \bar{x})^2 y - n\bar{c}\bar{y}}{\sum (X - \bar{x})^4 - n\bar{c}^2} \right] [(X - \bar{x})^2 - \bar{c}],$$

де C – корегуючий фактор, що визначається як $\sum (X - \bar{x})^2 : n$.

Для побудови регресійної моделі криволінійної кореляції залежності двох перемінних величин беруть вибірки 1 і 2 з таблиці 2, відповідно шифру залікової книжки, позначають їх як перемінні величини X та Y і заносять до таблиці 9, у колонки 1, 2.

Знаходять суми і середні арифметичні по X і Y . Далі заповнюють інші колонки таблиці 6 відповідно до наведених формул.

Розраховані значення підставляють у вищенаведене рівняння для квадратичної параболи, у результаті чого отримують шукане рівняння параболи: $y = a + b_1X + b_2X^2$.

Таблиця 9

Вплив величини X на значення величини Y

X	Y	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^4$	$(x - \bar{x})y$	$(x - \bar{x})^2y$	Y_a
1	2	3	4	5	6	7	8
$\sum X =$	$\sum Y =$	$\sum (x - \bar{x})$	$\sum (x - \bar{x})^2$	$\sum (x - \bar{x})^4$	$\sum (x - \bar{x})y$	$\sum (x - \bar{x})^2y$	–
$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$	$y = \frac{\sum y}{n}$	–	–	–	–	–	–

Підставляючи по чергово в отримане рівняння емпіричні дані X з таблиці 9, отримують розрахункові дані Y_a , порівнюють їх з емпіричними даними Y з таблиці 9 (вони повинні бути близькі між собою) і заносять їх у графу 8.

Приклад.

Вибірка 1: 36, 39, 42, 45, 48.

Вибірка 2: 27, 36, 42, 38, 31.

Дані вибірок 1 і 2 заносимо у таблицю 10, знаходимо суму і середні арифметичні по X та Y , заповнюємо колонки таблиці.

Корегуючий фактор:

$$C = \frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n} = \frac{90}{5} = 18.$$

Далі підставляють значення сум з таблиці 10 та корегуючий фактор у вищенаведену формулу для одержання рівняння регресії:

$$y = 34,8 + \frac{30}{90}(X - 42) + \left[\frac{2754 - 5 \cdot 18 \cdot 34,8}{2754 - 5 \cdot 18^2} \right] \cdot [(X - 42)^2 - 18] = 34,8 + 0,33X - 13,86 + \frac{-378}{1134} \cdot (X^2 - 84X + 1746) = 34,8 + 0,33X - 13,86 - 0,33X^2 + 27,72X - 576,18 = 28,05X - 0,33X^2 - 555,24.$$

Вплив величини X на значення величини Y

X	Y	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^4$	$(x - \bar{x})y$	$(x - \bar{x})^2y$	Y_a
1	2	3	4	5	6	7	8
36	27	-6	36	1296	-162	972	26,88
39	36	-3	9	81	-108	324	36,78
42	42	0	0	0	0	0	40,74
45	38	3	9	81	114	342	38,76
48	31	6	36	1296	186	1116	30,84
$\sum X=210$	$\sum Y=174$	0	90	2754	30	2754	—
42	34,8	—	—	—	—	—	—

Перевірка:

$$Y(42) = -0,33(42)^2 + 28,05 \cdot 42 - 555,24 = 40,74$$

$$Y(36) = -0,33(36)^2 + 28,05 \cdot 36 - 555,24 = 26,88$$

$$Y(39) = -0,33(39)^2 + 28,05 \cdot 39 - 555,24 = 36,78$$

$$Y(45) = -0,33(45)^2 + 28,05 \cdot 45 - 555,24 = 38,76$$

$$Y(48) = -0,33(48)^2 + 28,05 \cdot 48 - 555,24 = 30,84$$

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Історія дослідної справи в агрономії.
2. Структура та основні завдання наукових установ.
3. Основні поняття, терміни, символи в польовому досліді.
4. Спеціальні методи досліджень.
5. Вимоги до планування і проведення дослідів.
6. Класифікація польових дослідів.
7. Агротехнічні досліді.
8. Досліді із сортовипробування.
9. Умови проведення дослідів.
10. Ґрунтово-біологічне обстеження земельної площі.
11. Вирівнювання родючості ґрунту.
12. Основні елементи методики польового досліді.
13. Кількість варіантів у досліді.
14. Розміри дослідних ділянок.
15. Захисні смуги дослідних ділянок.
16. Форма ділянок та їх орієнтація на місцевості.
17. Повторність у досліді.
18. Методи розміщення варіантів у досліді.
19. Неповна рендомізація при розміщенні варіантів.
20. Повна рендомізація при розміщенні варіантів.
21. Систематичний метод розміщення варіантів.
22. Стандартний метод розміщення варіантів.
23. Латинський квадрат як метод розміщення дослідних ділянок.
24. Теоретичні основи планування досліді.
25. Досліді з повними схемами.
26. Досліді з неповними схемами.
27. Планування обсягу вибірки.
28. Техніка закладання польових дослідів.
29. Агротехніка на дослідному полі.
30. Документація при проведенні досліджень.
31. Статистичні характеристики кількісної мінливості.
32. Статистичні характеристики якісної мінливості.
33. Вимоги до польового досліді.
34. Види польових дослідів.
35. Однофакторні досліді.
36. Багатофакторні досліді.
37. Повні факторіальні досліді та їх кодування.

38. Багаторічні стаціонарні дослідження.
39. Стандартний метод розміщення варіантів у досліді.
40. Облік урожаю на дослідних ділянках.
41. Первинна обробка результатів дослідження.
42. Завдання математичної статистики при проведенні досліджень.
43. Емпіричні та теоретичні розподіли.
44. Середня арифметична малої вибірки при кількісній мінливості.
45. Дисперсія малої вибірки при кількісній мінливості.
46. Стандартне відхилення малої вибірки при кількісній мінливості.
47. Коефіцієнт варіації малої вибірки при кількісній мінливості.
48. Похибка вибіркової середньої.
49. Відносна похибка вибіркової середньої.
50. Довірчий інтервал для середнього значення.
51. Доля ознаки при якісній мінливості.
52. Поняття об'єму вибірки.
53. Коефіцієнт варіації якісних ознак.
54. Поняття малих і великих вибірок.
55. Принципи групування дат великої вибірки.
56. Суть оцінки різниці вибірових середніх.
57. Порядок виявлення належності сумнівної дати до сукупності.
58. Порядок розрахунку дисперсійного аналізу однофакторного вегетаційного дослідження.
59. Порядок розрахунку дисперсійного аналізу однофакторного польового дослідження.
60. Порядок розрахунку дисперсійного аналізу двофакторного польового дослідження.
61. Кореляційний та регресійний аналіз лінійної залежності.
62. Ступені свободи та їх визначення.
63. Крива відгуку.
64. Повний факторіальний експеримент.
65. Матриці планування та їх значення.
66. Лізіметричний метод досліджень.
67. Суть дисперсійного аналізу.
68. Суть кореляційного аналізу.
69. Принципи розрахунків бракування дат.
70. Оцінка різниці середніх за t-критерієм.

Значення критерія t на 5, 1 і 0,1 %-ному рівні значущості

Число ступенів свободи	Рівень значущості		
	0,05	0,01	0,001
1	12,71	63,66	-
2	4,30	9,93	31,60
3	3,18	5,84	12,94
4	2,78	4,60	8,61
5	2,57	4,03	6,86
6	2,45	3,71	5,96
7	2,37	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
11	2,20	3,11	4,44
12	2,18	3,06	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,15	2,98	4,14
15	2,13	2,95	4,07
16	2,12	2,92	4,02
17	2,11	2,90	3,97
18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,85
21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,75
25	2,06	2,79	3,73
26	2,06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,67
29	2,05	2,76	3,66
30	2,04	2,75	3,65
50	2,01	2,68	3,50
100	1,98	2,63	3,39
∞	1,96	2,58	3,29

Значення критерія F на 5%-ному рівні значущості (імовірність 95%)

Ступені свободи для меншої дисперсії (знамен- ника)	Ступені свободи для більшої дисперсії (чисельника)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24	50	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	249	252	253
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,41	19,45	19,47	19,49
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,74	8,64	8,58	8,56
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,77	5,70	5,66
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,68	4,53	4,44	4,40
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,27	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,84	3,75	3,71
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,57	3,41	3,32	3,28
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,28	3,12	3,03	2,98
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,07	2,90	2,80	2,76
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,91	2,74	2,64	2,59
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,79	2,61	2,50	2,45
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,69	2,50	2,40	2,35
13	4,46	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,60	2,42	2,32	2,26
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,53	2,35	2,24	2,19

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	4,54	3,60	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,48	2,29	2,18	2,12
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,24	2,13	2,07
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,38	2,19	2,08	2,02
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,15	2,04	1,98
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,55	2,48	2,43	2,38	2,31	2,11	2,00	1,94
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,28	2,08	3,96	1,90
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,05	1,93	1,87
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47	2,40	2,35	2,30	2,23	2,03	1,91	1,84
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,28	2,20	2,00	1,88	1,82
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,18	1,98	1,86	1,80
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41	2,34	2,25	2,24	2,16	1,96	1,84	1,77
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15	1,95	1,82	1,76
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	1,91	1,78	1,72
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,12	2,09	1,89	1,76	1,69
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,00	1,79	1,66	1,59
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,95	1,74	1,60	1,52
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,85	1,63	1,48	1,39

Значення критерія F на 1%-ному рівні значущості (імовірність 99%)

Ступені свободи для меншої дисперсії (знамен- ника)	Ступені свободи для більшої дисперсії (чисельника)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24	50	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	6,56	6106	6324	6302	6334
2	98,49	99,01	99,17	99,25	99,30	99,33	99,34	99,36	99,38	99,40	99,42	99,46	99,48	99,49
3	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,05	26,6	26,35	26,23
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,37	13,93	13,69	13,57
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,89	9,47	9,24	9,13
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,31	7,09	6,99
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,47	6,07	5,85	5,75
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,67	5,28	5,06	4,96
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,11	4,73	4,51	4,41
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,71	4,33	4,12	4,01
11	9,85	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,40	4,02	3,80	3,70
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,16	3,78	3,56	3,46
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,59	3,37	3,27
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,43	3,21	3,11

Продовження додатка В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,29	3,07	2,97
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,78	3,69	3,61	3,45	3,18	2,96	2,86
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,45	3,08	2,86	2,76
18	8,28	6,01	5,09	5,58	4,25	4,01	3,85	3,71	3,60	3,51	3,37	3,00	2,78	2,68
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,68	3,52	2,43	3,30	2,92	2,70	2,63
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	3,23	2,86	2,63	2,53
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,65	3,51	3,40	3,31	3,17	2,80	2,58	2,47
22	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,75	2,53	2,42
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,70	2,48	2,37
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,25	3,17	3,03	2,66	2,44	2,33
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,21	3,13	2,99	2,62	2,40	2,29
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,17	3,09	2,96	2,58	2,36	2,25
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,76	3,53	3,36	3,23	3,11	3,03	2,90	2,52	2,30	2,18
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,84	2,47	2,24	2,13
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,88	2,80	2,66	2,29	2,05	1,94
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,56	2,18	1,94	1,81
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,36	1,98	1,73	1,59

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
2. Основи наукових досліджень в агрономії : підруч. / В. О. Єщенко та ін. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
3. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін. ; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
4. Манько Ю. П., Цюк О. А., Павлов О. С. Методологія, методи і методика досліджень в агрономії : навч. посіб. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 96 с.
5. Партика З. В. Основи наукових досліджень: підготовка дисертацій : навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. 232 с.
6. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідю (зрошуване землеробство). Стереотипне видання : навч. посіб. Олді+, 2024, 448 с.
7. Колесников О. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 144 с.
8. Євтушенко М. Ю., Хижняк М. І. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 350 с.
9. Надикто В. Т. Основи наукових досліджень. Стереотипне видання : навч. посіб. Херсон, 2024. 268 с.
10. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Ермантраут Е. Р. та ін. Біла Церква, 2018. 104 с.
11. Липовий В. Г., Мазур О. В., Мордванюк М. О. Методологія та організація наукових досліджень в агрономії з основами інтелектуальної власності : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 242 с.

Навчальне видання

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методичні рекомендації

Укладач: **Смірнова** Ірина Вікторівна

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,0.

Тираж 20 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.