


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

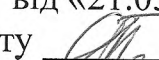
Факультет інформаційних технологій
Кафедра економічної кібернетики


ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор Національного
університету біоресурсів і
природокористування України,
професор, академік НААН

«» І. І. Ібатуллін
2020 р.

РОЗІЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні Вченої ради факультету
інформаційних технологій
Протокол № 4 від «21.05.2020 »
Декан факультету  О.Г. Глазунова

на засіданні кафедри економічної
кібернетики
Протокол № 9 від « 21.04.2020 »
Завідувач кафедри  А. В. Скрипник

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ
ЕКСПЕРИМЕНТУ**

РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ : 01 «Освіта», 03 «Гуманітарні науки», 09 «Біологія»,
10 «Природничі науки», 12 «Інформаційні технології», 13 «Механічна інженерія»,
14 «Електрична інженерія», 15 «Автоматизація та приладобудування»,
16 «Хімічна та біоінженерія», 18 «Виробництво та технології», 20 «Аграрні науки
та продовольство», 21 «Ветеринарна медицина», 28 «Публічне управління та
адміністрування»

РОЗРОБНИК: доктор економічних наук, професор А. В. Скрипник

Київ 2020

1. Опис навчальної дисципліни

Математичне моделювання та планування експерименту

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	01 «Освіта», 03 «Гуманітарні науки», 09 «Біологія», 10 «Природничі науки», 12 «Інформаційні технології», 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія», 15 «Автоматизація та приладобудування», 16 «Хімічна та біоінженерія», 18 «Виробництво та технології», 20 «Аграрні науки та продовольство», 21 «Ветеринарна медицина», 28 «Публічне управління та адміністрування»	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	PhD (доктор філософії)	
Спеціальність		
Освітньо-наукова програма		
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	дисципліна циклу спеціальної (фахової) підготовки	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	Не передбачено	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	залік	
Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	1	1
Лекційні заняття	10 год	10 год
Практичні, семінарські заняття	20 год	20 год
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	60 год	60 год
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих	4	4

аудиторних годин для денної форми навчання		
---	--	--

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту» є формування у здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії комплексу здатностей до дослідження й розкриття механізму процесів, виявлення сутності, взаємозв'язків і причин виникнення процесів/явищ для одержання певних наукових/прикладних результатів і розв'язання поставлених завдань шляхом використання методів регресійного, кореляційного та ін. видів аналізу даних для перевірки висунутих гіпотез і розробки різних видів моделей.

Предметом дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту» є вивчення ключових положень із статистики, теорії ймовірностей, економетрики.

Основними **компетентностями**, яких повинен набути здобувач після вивчення дисципліни є:

здатність до оцінки інформації, яка необхідна для отримання обґрунтованих висновків за темою дослідження;

здатність здійснювати інтервальні оцінки випадкових величин, їх математичних очікувань, дисперсії та забезпечити їх кваліфіковане порівняння;

здатність здійснювати кореляційний аналіз масивів даних, робити перевірку нульової гіпотези відносно відсутності лінійного взаємозв'язку;

демонструвати здатність використання методів регресійного аналізу для перевірки висунутих гіпотез відносно взаємного впливу окремих кількісних показників досліджень, користуватись штучними змінами для включення в розрахунки нецифрової інформації;

набути компетентностей, що дозволять користуватися на кількісному рівні поняттями оптимізації та диверсифікації, робити обґрунтовані висновки на підставі аналізу цифрової інформації;

демонструвати здатність до пошуку, обробки та аналізу великого масиву інформації з різних джерел;

бути спроможним досліджувати процеси або явища шляхом створення їхніх моделей і досліджувати ці моделі для одержання спрощеного опису реальності.

Основними організаційними формами вивчення дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту» є: лекції, практичні заняття, самостійна робота та контрольні заходи – презентації, тести, залік.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння аспірантами навчального матеріалу в час, вільний від аудиторних занять. Вона передбачає опрацювання монографій та інших наукових праць, підручників, навчальних і методичних посібників тощо.

Залік є підсумковою формою контролю засвоєння знань і формування вмінь, передбачених внаслідок вивчення дисципліни.

Форма підсумкового контролю – оцінка за результатами поточного та підсумкового контролю.

3. Структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с.р .		л	п	л	і н	с.р .
Тема 1. Основи статистики. Математичне очікування, дисперсія, довірчі інтервали. Емпірична і теоретична функція розподілу.	14	2	4			8	14	2	4			8
Тема 2. Оцінка взаємозалежності випадкових величин. Рівень значимості лінійного взаємозв'язку.	14	2	4			8	14	2	4			8
Тема 3. Однофакторні та багатфакторні економетричні моделі. Метод найменших квадратів.	26	2	4			20	26	2	4			20
Тема 4. Поняття еластичності і багатфакторні економетричні моделі.	20	2	4			14	20	2	4			14
Тема 5. Оцінка обсягу вибірки та розподілу випадкових величин.	16	2	4			10	16	2	4			10
Усього годин	90	10	20			60	90	10	20			60

4. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Тема 1. Оцінки математичного очікування, дисперсія, побудова довірчих інтервалів. Основні типи розподілів.	4
2.	Тема 2. Оцінка взаємозалежності випадкових величин. Рівень значимості взаємозв'язку. Рангова кореляція.	4
3.	Тема 3. Однофакторні економетричні моделі. Параметри адекватності економетричних моделей.	4
4.	Тема 4. Поняття еластичності і багатофакторні економетричні моделі. Мультиколінеарність.	4
5.	Тема 5. Оцінка обсягу вибірки та розподілу випадкових величин. Оптимізаційні моделі. Диверсифікація.	4
Разом		20

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1.	Цифровізація наукових досліджень	8	8
2.	Методологія наукових досліджень у природничих науках, інженерно-інформаційних та педагогіко-управлінських науках	10	10
3.	Світові та національні інформаційні джерела	12	12
4.	Технології дослідницької роботи	8	8
5.	Технології обробки великих масивів даних	12	12
6.	Сучасні програмні засоби аналізу та обробки інформації	10	10
Разом		60	60

6. Анотація тем навчальної дисципліни

Тема 1. Основи статистики. Математичне очікування, дисперсія, довірчі інтервали. Емпірична і теоретична функція розподілу. Оцінки математичного очікування, дисперсія, побудова довірчих інтервалів. Основні типи розподілів. Поняття вибірки, репрезентативній вибірці, генеральній сукупності, побудови гістограм, функція розподілу, функція щільності розподілу. Основні типи розподілу випадкових величин. Властивості нормального розподілу та рівномірного розподілу. Генератор випадкових чисел.

Питання для самопідготовки за темою 1

1. Чому дисперсія є мірою ризику?
2. Як розраховується дисперсія у випадку визначення ймовірностей?
3. Чому страхові компанії не використовують поняття математичного очікування?
4. В яких випадках можна використати нормальний розподіл без перевірки?
5. Наведіть приклади використання рівномірного розподілу ?
8. Яка ймовірність відхилення від середнього за 3 сигми для довільного розподілу?
9. Яка ймовірність відхилення за 3 сигми для нормального розподілу?
10. Чому ці ймовірності так відрізняються?
10. Який без вимірний коефіцієнт дозволяє оцінити частку ризику у процесі ?
11. Намалюйте та поясніть стандартний бокс плот.
12. Пояснити закон великих чисел
13. Чому ніхто не грає в українську лотерею?
14. Намалюйте графік функції розподілу $N(5;3)$
15. Яка ймовірність, що у попередньому прикладу випадкова величина буде від'ємною?

16. Яка ймовірність, що у попередньому прикладу випадкова величина буде більше 10?

Тема 2. Оцінка взаємозалежності випадкових величин. Рівень значимості лінійного взаємозв'язку. Оцінка взаємозалежності випадкових величин. Похибка оцінки коефіцієнту кореляції, t статистика. Рівень значимості лінійного взаємозв'язку. Рангова кореляція. Розподіл Стюдента. Рангова кореляція. Лінеаризація у нелінійному випадку. Від'ємна кореляція. Взаємо-кореляційна функція. Визначення лагів часових рядів.

Питання для самопідготовки за темою 2

1. Чи означає коефіцієнт кореляції 0,8 наявність щільного взаємозв'язку?
2. Чи означає коефіцієнт кореляції 0,2 відсутність щільного взаємозв'язку?
3. Що означає нульова гіпотеза при оцінці кореляції?
4. Що означає рівень значимості лінійного взаємозв'язку?
5. В якому випадку взаємозв'язок щільніше: якщо рівень значимості 0,05 або 0,001?
6. Оцінити кількість спостережень, якщо коефіцієнт кореляції 0,3 при рівно значимості 0,05?
7. Як похибка оцінки коефіцієнту кореляції залежить від кількості спостережень?
8. Як визначається взаємно кореляційна функція?
9. Для чого вона розраховується?
10. Де використовуються лагові зміни?
11. Оцінити рівень значимості лінійного взаємозв'язку, якщо коефіцієнт кореляції $M/(M+N)$, кількість спостережень $10M+5N$ (N -кількість літерів у прізвище, M у імені).

Тема 3. Однофакторні та багатфакторні економетричні моделі. Метод найменших квадратів. Одно факторні та багатфакторні

економетричні моделі. Метод найменших квадратів. Стандартна похибка. Похибки оцінки регресійних коефіцієнтів. Параметри адекватності моделі. Дисперсійний аналіз. Нелінійна регресія. Часові ряди. Поняття тренду. Лінійний та експоненціальний тренд.

Питання для самопідготовки за темою 3

1. Поясніть метод найменших квадратів.
2. Які властивості похибки лінійної регресії?
3. Як визначається стандартна похибка?
4. Через яку точку обов'язково пройде лінійна регресія?
5. Наведіть приклади даних по вашій науковій галузі, за якими можна побудувати лінійну регресію.
6. Що робити, якщо існує нелінійний взаємозв'язок?
7. Дайте визначення коефіцієнту детермінації.
8. Що означає нульова гіпотеза відносно значень у регресійних коефіцієнтах?
9. Де використовується стандартна похибка?
10. Побудуйте лінійну регресію за такими даним, де перша змінна відпрацьований час, друга – оплата праці. (N-кількість літер у прізвищі, M – в імені).

M	N	M+1	M+2	N-1	N+M	M-2	N+3	N+1	N+5
20M+50	21N+50	20M+82	20M+100	20N-15	20N+22M+55	20M	20N+100	20N+80	20N+150

Тема 4. Поняття еластичності і багатофакторні економетричні моделі. Поняття еластичності і багатофакторні економетричні моделі. Множинна регресія та її використання у різних галузях знань. Матричний підхід до побудови множинної регресії. Умови існування розв'язку. Поняття мультиколінеарності та методи її запобігання. Використання оцінок еластичності в природокористуванні, інформатизації в інших галузях знань.

Бінарна зміна та її використання. Нелінійні множинні регресії та методи лінеаризації.

Питання для самопідготовки за темою 4

1. Наведіть приклади множинної регресії у вашій професійній галузі.
2. Що таке параметри адекватності множинної регресії?
3. Наведіть приклади можливих початкових гіпотез, що перевіряються за допомогою економетричних методів?
4. Як будується вхідна матриця при оцінці коефіцієнтів множинної регресії?
5. Як будується матриця похибок регресійних коефіцієнтів?
6. Чи існує обмеження на кількість спостережень, що потрібно для побудови множинної регресії ?
7. Чи можна побудувати множинну регресію з 3 входами і 5 спостереженнями?
8. Як визначається необхідна кількість спостережень залежно від кількості входів?
9. Як запобігти мультиколінеарності у випадку часових рядів?
10. Чи потрібно при побудові моделі висувати гіпотези відносно знаків регресійних коефіцієнтів?
11. Які послідовні кроки побудови множинної регресії?
12. Наведіть приклад побудови економетричної моделі з декількома входами у вашій професійній галузі.

Тема 5. Оцінка обсягу вибірки та розподілу випадкових величин.

Оцінка обсягу вибірки по заданій похибці. Оцінка частки на прикладі виборчого процесу з використанням біноміального розподілу по заданій похибці. Оцінка обсягу вибірки по заданій похибці на прикладі оцінки математичного очікування. Оцінка відповідності емпіричного розподілу, теоретичному розподілу (критерій χ^2 квадрат). Оптимізаційні моделі. Невизначеність. Диверсифікація.

Питання для самопідготовки за темою 5

1. Назвіть приклад бінарного процесу.
2. Математичне очікування та дисперсія бінарного процесу.
3. Який обсяг вибірки, якщо потрібна 1% похибка на рівні значимості 0,05 для оцінки частки.
4. Який розподіл використовується при оцінці обсягу вибірки?
5. Який обсяг вибірки, якщо потрібно оцінити математичне очікування ваги з точністю 1 мг на рівні значимості 0,01?
6. За яким критерієм робиться порівняння емпіричного та теоретичного розподілу.
7. Наведіть приклад оптимізації з власного життя.
8. Чи існує поняття самого оптимального?
9. Який базисний критерій використовується для оцінки ступеня диверсифікації?
10. Чи можна використовувати поняття диверсифікації при проведенні наукових досліджень?

7. Індивідуальна робота

Індивідуальні завдання для проміжного контролю знань здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії з дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту» виконують відповідно до навчального плану. Аспірантам пропонується спланувати експеримент або проаналізувати вже існуючу кількісну інформацію що має відношення до тематики дослідження. Результати таких досліджень доповідаються на практичних заняттях.

Метою виконання індивідуального завдання є закріплення і систематизація отриманих знань у процесі самостійної підготовки у міжсесійний період.

8. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами.

Оцінювання знань відбувається диференційовано відповідно до галузей знань:

1) *Науки про природу* (09 «Біологія», 10 «Природничі науки», 16 «Хімічна та біоінженерія», 20 «Аграрні науки та продовольство», 21 «Ветеринарна медицина»);

2) *Інженерія та інформатизація* (12 «Інформаційні технології», 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія», 15 «Автоматизація та приладобудування», 18 «Виробництво та технології»);

3) *Педагогіка та управління* (01 «Освіта», 03 «Гуманітарні науки», 28 «Публічне управління та адміністрування»).

Загальні питання для здобувачів третього рівня вищої освіти з усіх галузей знань

Загальні питання

Питання	Відповіді
Поняття моделі у природничих науках	
Моделі, що використовуються у вашій галузі знань	
Поняття похибки спостережень та модельних оцінок	
Основні функції розподілу випадкових величин	
Оцінка обсягу вибірки по заданій похибці на прикладі соціологічних досліджень	
Обсяги вибірки, що	

використовуються у вашій галузі знань	
Поняття довірчого інтервалу	
Приклади довірчих інтервалів параметрів процесів що досліджуються у вашій галузі знань	
Основний принцип побудови економетричних моделей	Метод найменших квадратів (МНК)
Розділення процесів на детерміновану та випадкову складові	Дисперсійний аналіз
Визначити 90% довірчий інтервал для випадкової величини $N(\bar{x}; \sigma)$	$(\bar{x} - 1,64\sigma; \bar{x} + 1,64\sigma)$
Що означає $N(\bar{x}; \sigma)$?	Випадкова величина, що підпорядковується нормальному розподілу з математичним очікуванням та середньо квадратичним відхиленням відповідно: $\bar{x}; \sigma$
Який 90% довірчий інтервал для математичного очікування, якщо оцінка середнього та дисперсії здійснюється на базі 100 спостереження, середнього значення 5 та середньо квадратичного відхилення 2.	(4,6; 5,4)
Визначити поняття тренду в часових рядах	
Поняття оптимального рішення	Макимум або мінімум цільової функції
Визначення та приклад диверсифікації	
Фундаментальне співвідношення між прибутковістю та ризиком	Зростання прибутковості та ризику відбувається одночасно

Питання для Наук про природу

Питання	Відповіді
Сформулюйте задачу вашого дослідження, де потрібно використати кількісні методи	
Які розподіли випадкових величин використовуються у вашій галузі знань	
Яка статистика використовується для порівняння показників ефективності в аграрному бізнесі	Статистика Стьюдента, статистика χ^2 квадрат
Наведіть приклади використання множинної регресії	
Який критерій відбору пояснюючих змінних у множинній регресії	
Чи існують стандартні обсяги вибірки, що використовуються у вашій галузі знань	
Поняття довірчого інтервалу для математичного очікування	
Як знайти довірчі інтервали випадкової величини для невідомого розподілу	
Розділення процесів на детерміновану та випадкову складові	Дисперсійний аналіз
99% довірчий інтервал для випадкової величини $N(\bar{x}; \sigma)$	$(\bar{x} - 1,96\sigma; \bar{x} + 1,96\sigma)$
Що означає правило 3 сигм	Якщо кількість спостережень не більш декілька десятків, то

	ймовірність виходу за відхилення 3 сигми від середнього значення незначна
Який 90% довірчий інтервал для математичного очікування, якщо оцінка середнього та дисперсії здійснюється на базі 100 спостереження.	$\bar{x} - 1,98 \frac{\sigma}{10} \leq E(x) \leq \bar{x} + 1,98 \frac{\sigma}{10}$

Питання для Інженерії та Інформатизації

<i>Позначення</i>	<i>n-кількість спостережень, k-кількість входів</i>
Питання	Відповіді
Як виглядає лінійна регресія з двома входами?	$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$
Чим відрізняються регресійні коефіцієнти β_1 і $\hat{\beta}_1$?	Величина β_1 не є відомою, тоді як $\hat{\beta}_1$ отримуємо після процедури МНК
Який розподіл має $\frac{\beta_j - \hat{\beta}_j}{\sigma_{\beta_j}}$?	Розподіл Стьюдента з $n-(k+1)$ ступенями свободи
Які параметри впливають на довірчий інтервал прогнозу?	Стандартна похибка, горизонт прогнозування
Перевірте нульову гіпотезу відносно коефіцієнту β_1 , якщо $\hat{\beta}_1 = 2, \sigma_{\beta_1} = 0,8; n = 20; k = 1$	$t = \frac{\hat{\beta}_1}{\sigma_{\beta_1}} = \frac{2}{0,8} = 2,5; t_{18;0,05} = 2,1 \Rightarrow t > t_{18;0,05}$ Нульова гіпотеза відхиляється на 5% рівні значимості
Як визначається стандартна похибка у випадку регресії з двома входами?	$\sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-3}}$
За якої функціональної залежності еластичності є сталими величинами на всьому інтервалі дослідження?	$y = Ax_1^\alpha x_2^\beta \Rightarrow E_{x_1} = \alpha; E_{x_2} = \beta$

вашій галузі знань	
Визначте світові індикатори ефективності державного управління	
Як знайти довірчі інтервали випадкової величини для невідомого розподілу	Нерівність Чебишева
Які методи використовуються для підтвердження існування або відсутності позитивних тенденцій в держ. управлінні.	Оцінка рівня значимості коефіцієнтів рівняння лінійного тренду
Як оцінити існування впливу одного фактору на інший	За допомогою кореляційного аналізу
Як визначається крок гістограми	$h = (x_{\max} - x_{\min}) / (1 + 3,322 \lg n)$
Як будується емпірична функція розподілу	На підставі гістограми
Визначте бокс плот	Наближене представлення емпіричної функції розподілу
Скільки існує варіантів порівняння двох вибірок	4-по середньому, по бокс плотам, ранговим методом, економетричним

10. Рекомендована література

Основна навчальна література

1. Грубер Й. Економетрія: Вступ до множинної регресії та економетрії: В 2-х т. К: Нічлава, 1998. Е.1. 384 с.
2. Грубер Й. Економетрія: Економічні прогнозні та оптимістичні моделі: В 2-х т. К: Нічлава, 1999. Т.2. 308 с.
3. Слейко В. Основи економетрії : у 2 ч. Ч. 1. Львів : ТОВ «Марка Лтд», 1995. 192 с.
4. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. К: КНЕУ, 2014. 340 с.
5. Заєць С. В., Томіленко В. М. Статистика. Ірпінь: Видавництво Національного університету ДПС України, 2015. 512 с. (текст парал.: укр., англ. мовами).
6. Кадієвський В. А. Теорія ймовірностей та математична статистика. Навчально-методичний посібник. К.: Державна академія статистики, обліку та аудиту, 2005. 104с.
7. Іванюта І. Д. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. К.: Слово, 2006. 272 с.
8. Скрипник А. В. Методичні вказівки для дисципліни «Математичні моделі та планування експерименту» для аспірантів очної, заочної форми навчання. Київ, 2018. 193с.
9. Скрипник А. В., Галаєва Л. В., Коваль Т. В., Шульга Н. Г. Навчальний посібник «Математична статистика». К.: ВЦ «Компринт», 2018. 380с.
10. Скрипник А., Негрей Н. Економетрика : навчальний посібник. Київ, ЦП «Компринт», 2016. 320 с.
11. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації від 17 січня 2018 р. № 67-р <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67->

2018-%D1%80

12. Green W. Econometric analysis// NY University, Person Education Limitation. 2012, 1233 p.

13. Petrie A., Watson P. Statistics for Veterinary and Animal Sciency//London 2013. 379 p.

14. Wooldridge M. Inroductory Econometrics a Modern Approach//2013 South-Western/ Canada. 869 p.

Додаткові джерела

1. Никитин И.Е., Швиденко А.Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации // 1978, Лесная промышленность, 270 с.

2. Скрипник А.В., Герасимчук Н.. Економічні і фінансові ризики / Житомир: Видавництво ЖДУ, 2013. 371 с.

3. Barrow M. Statistics for economics, accounting and business studies. 2006 Harlow,384 p.

4. Floyd J. Statistics for Economist: Beginning. Toronto 2010, 218 p.

5. Gradium A., Pannell D. Risk attitudes and risk perceptions of crops producers in Western Australia Babcock, B.A., R.W. Fraser, J.N. Lekakis, Amsterdam:, 2003. 113–134 с.

6. Hoag D.L. Applied Risk Management in Agriculture / D.L. Hoag, Washington DC: CRS Press, 2010. 380 с.