

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет інформаційних технологій
Кафедра економічної кібернетики

«РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО»

на засіданні Вченої ради факультету
інформаційних технологій

Протокол № 10 від 18.05.2023 р.



Декан факультету

О.Г. Глазунова

О.Г. Глазунова

На засіданні кафедри економічної
кібернетики

Протокол № 10 від 18 травня 2023 р.

Завідувач кафедри

Д.М. Жерліцин

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ
ЕКСПЕРИМЕНТУ»

Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)

Галузі 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»

Ступінь вищої освіти – Доктор філософії

Розробники:

професор кафедри економічної кібернетики, д.е.н., професор Жерліцин Д.М.
доцент кафедри економічної кібернетики, к.е.н., доцент Галаєва Л.В.

КИЇВ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни

«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, ступень вищої освіти		
Ступень вищої освіти	<i>Доктор філософії (PhD)</i>	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
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»	
Спеціальність		
Освітньо-кваліфікаційна програма		
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Дисципліна циклу спеціальної (фахової) підготовки	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістовних модулів	1	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	Не передбачено	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни		
Форма навчання	<i>Денна</i>	<i>Заочна</i>
Рік підготовки	<i>1</i>	<i>1</i>
Семестр	<i>1</i>	<i>1</i>
Лекційні заняття	<i>15 год</i>	<i>8 год</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>30 год</i>	<i>8 год</i>
Лабораторні заняття		
Самостійна робота студента	<i>75 год</i>	<i>104 год</i>
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>3</i>	<i>4</i>

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 загальними компетентностями (згідно Національної рамки кваліфікації), 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.

Оскільки курс передбачений для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня різних спеціальностей (13 галузей знань), в кожній з яких по-різному використовуються різні кількісні методи, основна увага в навчальному курсі зосереджена на стандартних статистичних підходах до здійснення оцінок кількісної та якісної інформації. В процесі вивчення для здобувачів пропонується використання ліцензійного програмного забезпечення такого, як R-studio, Python з відкритим програмним кодом. Значна увага приділяється підготовці до якісного проведення експерименту. За заданій похибці частки та на заданому рівні значимості визначається обсяг вибірки. Розглядаються практичні задачі аналізу ступеня однорідності масиву з двох вибірок (розподіл Гауса та Стюдента) і масиву

з багатьох вибірок (розподіл χ^2). Надаються основи кореляційного та регресійного аналізу: ступеня щільності лінійного взаємозв'язку, поняття еластичності та її оцінка на підставі статистичного аналізу. Деякі питання, що стосуються особливостей ОК окремих спеціальностей, розглядаються окремо. Наприклад, функції особистої та суспільної корисності (Паретто оптимальне рішення, та принцип компенсації Кальдерона –Хігса) для «Публічного управління та адміністрування».

Особливості окремих освітніх програм:

Освітньо-наукова програма «**Технології виробництва і переробки продукції тваринництва**»

Компетентності:

ЗК06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК07. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

СК02. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у технології виробництва і переробки продукції тваринництва та дотичних міждисциплінарних напрямках.

Програмні результати:

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з технології виробництва і переробки продукції тваринництва та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку та мати здатність до отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН3. Виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у технології виробництва і переробки продукції тваринництва та дотичних міждисциплінарних напрямках; упорядковувати концептуальні знання в галузі та на межі галузей знань.

ПРН11. Оцінювати потребу та проявляти ініціативу щодо інновацій у галузі знань аграрні науки.

ПРН12. Самостійно та професійно виконувати експериментальні дослідження, формулювати власні висновки, пропозиції, рекомендації, приймати рішення.

Освітньо-наукова програма «Водні біоресурси та аквакультури»

Компетентності:

ЗК2 Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК5 Комплексність у використанні інформаційних та комунікаційних технологій. Комплексність у володінні методами математичного моделювання під час аналізу проблематики наукового дослідження.

СК1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання з водних біоресурсів та аквакультури та дотичних до них міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з водних біоресурсів та аквакультури та суміжних галузей

СК3 Здатність ініціювати, розробляти комплексні інноваційні проекти в сфері водних біоресурсів та аквакультури, та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації

СК4 Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті.

Програмні результати

ПРН1 Мати передові концептуальні та методологічні знання з водних біоресурсів та аквакультури і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН2. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями та нефхівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми водних біоресурсів та аквакультури державною та іноземною мовами, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних наукових виданнях.

ПРН3. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з водних біоресурсів та аквакультури та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично оцінювати та аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН5. Глибоко розуміти загальні принципи та методи аграрних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері водних біоресурсів та аквакультури та у викладацькій практиці.

ПРН6. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати експериментальних досліджень та проваджень, спостережень та теоретичного аналізу систем і процесів у сфері водних біоресурсів та аквакультури, наявні дані.

Студенти повинні вміти:

- підбирати і систематизувати необхідну інформацію, утворювати масив даних, у відповідних ППП та за допомогою мов програмування високого рівня;
- проводити відповідні розрахунки та аналіз на адекватність прийнятої

статистичної моделі;

- використовувати отримані результати для пояснення процесів впливу інституціональних факторів.

Студенти повинні знати:

- основні теоретичні положення регресійного аналізу та принципи побудови статистичних моделей;

- методи перевірки на адекватність статистичних моделей та окремих гіпотез;

- основні теоретичні положення логістичної регресії;

- основні теоретичні положення регресійного аналізу для оцінювання класичної регресійної моделі у випадку порушення умов Гауса- Маркова.

Оцінювання знань студентів здійснюється за допомогою оцінювання тестів, письмових контрольних заходів, оцінювання індивідуальних розрахунково- аналітичних завдань.

3. Програма та структура 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.

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.

Тема 3. Однофакторні та багатофакторні статистичні моделі. Метод найменших квадратів. Одно факторні та багатофакторні статистичні 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.

Тема 4. Поняття еластичності і багатофакторні статистичні моделі. Поняття еластичності і багатофакторні статистичні моделі. Множинна регресія та її використання у різних галузях знань. Матричний підхід до побудови множинної регресії. Умови існування розв'язку. Поняття мультиколінеарність 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.

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.

Структура курсу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	очна форма					заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	л	ін	с.р.
Тема 1. Основи статистики. Математичне очікування, дисперсія, довірчі інтервали. Емпірична і теоретична функція розподілу.	24	3	6			15	23	1	1			21
Тема 2. Оцінка взаємозалежності випадкових величин. Рівень значимості лінійного взаємозв'язку.	24	3	6			15	23	1	1			21
Тема 3. Однофакторні та багатофакторні економетричні моделі. Метод найменших квадратів.	24	3	6			15	24	2	2			20
Тема 4. Поняття еластичності і багатофакторні економетричні моделі.	24	3	6			15	26	2	2			22
Тема 5. Оцінка обсягу вибірки та розподілу випадкових величин.	24	3	6			15	24	2	2			20
Усього годин	120	15	30			75	120	8	8			104

6. Теми практичних занять та самостіних робіт

№ з/п	Назва теми практичних занять	Кількість Годин, д.в.
1.	Основи статистики. Математичне очікування, дисперсія, довірчі інтервали. Емпірична і теоретична функція розподілу.	6
2.	Оцінка взаємозалежності випадкових величин. Рівень значимості лінійного взаємозв'язку.	6
3.	Однофакторні та багатофакторні економетричні моделі. Метод найменших квадратів.	6
4.	Поняття еластичності і багатофакторні економетричні моделі.	6
5.	Оцінка обсягу вибірки та розподілу випадкових величин.	6
	Разом	30

№ з/п	Назва теми самостійної роботи	Кількість Годин, д.в.
1.	Розробка та планування власного експерименту та формування статистично однорідної вибірки	30
2.	Вибір та реалізація математичного методу щодо власного дослідницького експерименту	35
	Всього	75

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Основні задачі математичної статистичних досліджень.
2. Принципи побудови статистичних моделей.
3. Підбір та фільтрація інформації для побудови статистичних моделей.
4. Критерії адекватності регресійної моделі.
5. Нульова гіпотеза для значення регресійних коефіцієнтів.
6. Нульова гіпотеза для значення статистичних показників.
7. Довірчий інтервал та сфери його застосування.
8. МНК та його реалізація.
9. Закони розподілу випадкової величини.
10. Нелінійні моделі, які «внутрішньо» лінійні.
11. Метод головних компонент.
12. Метод максимальної правдоподібності.
13. Гетероскедастичність залишків.
14. Побудова регресійної моделі з автокорельованими залишками.
15. Мультиколінеарність та її вплив на оцінки параметрів моделі.
16. Тестування мультиколінеарності. Алгоритм Фаррара-Глоубера.
17. Способи вилучення мультиколінеарності.
18. Оцінка центральних значень варіаційного ряду
19. Варіаційні характеристики категорійних даних
20. Принципи побудови моделей логістичної регресії.
21. Підбір та фільтрація інформації для побудови регресійних моделей.
22. Дисперсійний аналіз та сфера його застосування.
23. Сутність математичної статистики та її задачі
24. Програмні засоби статистичного аналізу інформації
25. Етапи планування експерименту
26. Типи даних та специфіка збирання вхідної статистичної інформації

8. Методи навчання

В процесі викладання навчальної дисципліни за характером пізнавальної діяльності застосовуються переважно методи гейміфікації та пояснювально-ілюстративний,

евристичний методи, а також частково кожен із зазначених методів залежно від видів робіт на занятті. (Табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація методів навчання

Засади	Найменування	Характеристики
1. Джерело знань: слово образ досвід	словесні, наочні, практичні	
2. Етапи навчання	підготовка до вивчення нового матеріалу, вивчення нового матеріалу, закріплення вправ, контроль і оцінка	
3. Спосіб педагогічного керівництва	пояснення педагога, самостійна робота	керівництво: безпосереднє; опосередковане
4. Стиль викладання (пояснення)	інформаційно-повідомлювальний, пояснювальний, інструктивно-практичний, пояснювально-спонукальний	
4. Логіка навчання	індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні	
5. Дидактичні цілі	організація навчальної діяльності, стимулювання і релаксація, контроль і оцінка	
6. Дидактичні завдання	методи оволодіння знаннями, методи формування умінь і навичок, застосування здобутих знань, умінь і навичок	
7. Характер пізнавальної діяльності	пояснювально- ілюстративні, репродуктивні проблемного викладу, частково-пошукові (евристичні), дослідницькі методи	репродуктивні Продуктивні

9. Форми контролю

Кожна з форм контролю має особливості й залежить від мети, змісту та характеру навчання. У процесі навчання дисципліни використовуються наступні форми контролю:

- Поточний контроль:** усне опитування (індивідуальне, фронтальне, групове), комп'ютерне тестування, виконання практичних завдань на комп'ютері згідно програми;
- Підсумковий контроль:** тестування та співбесіда за результатами роботи.

10. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» Положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. протокол № 10 .

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1						
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{дис}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{НР}$ (до 70 балів): $R_{дис} = R_{НР} + R_{ат}$.

Загальний рейтинг здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни у балах переводиться у національної оцінки наступним чином:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

11. Методичне забезпечення

Електронний навчальний курс, розроблений на базі платформи LMS Moodle, розміщений на навчальному порталі НУБіП України за адресою: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4135>

12. Рекомендована література

Основна

1. Статистичний аналіз та візуалізація даних: навчальний посібник / Д.М. Жерліцин, К.В. Наконечна, Л.В. Галаєва. Київ: НУБіП, 2022. 344 с
2. Practical Statistics for Data Scientists : 50+ Essential Concepts Using R and Python. 2nd New edition O'Reilly Media, Inc, USA. Sebastopol, United States. 2020. 350 p.
3. Математична статистика : Навчальний посібник / Скрипник А.В., Галаєва Л.В., Коваль Т.В., Шульга Н.Г. К.: ЦП «Компринт», 2018. 385 с.
4. Економетрика з R : навчальний посібник / А.В. Скрипник, Д.М. Жерліцин, Ю.О. Нам'ясенко. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 248 с.

Допоміжна

1. Галаєва Л.В. Глаголева І.І., Шульга Н.Г. Теорія ймовірностей та математична статистика: Методичні розробки для заочної форми навчання Київ: НУБіП України, 2014. 56с. <http://elibrary.nubip.edu.ua/16959/>
2. Жерліцин Д.М. Інноваційне управління фінансовою системою підприємства : монографія / Д. М. Жерліцин. Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2012. 256 с.
3. Модернізація фінансових систем: методологія та інструменти управління / Ю.Г. Лисенко; Н.С. Педченко; В.М. Кравченко; В.В. Мандра; М.О. Мизнікова; В.М. Берлін; В.М. Лев та ін. / За ред. чл.кор. НАН України, д-ра екон. наук, проф. Лисенко Ю.Г.; д-ра екон. наук, доц. Жерліцина Д.М. Полтава, 2017. – 348 с.
4. Скрипник А.В., Галаєва Л.В., Коваль Т.В., Рогоза Н.А., Шульга Н.Г. Математична статистика. Київ: НУБіП України, 2021. 444 с.
5. Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика: навчальний посібник / Скрипник А.В., Галаєва Л.В., Коваль Т.В., Шульга Н.Г.- Київ:ЦП "Компринт", 2017. 320с.

13. Інформаційні ресурси

1. World Bank Open Data. Режим доступу: <https://data.worldbank.org>
2. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community. Режим доступу: <https://www.kaggle.com/>
3. Державна служба статистики України. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. Організація економічного співробітництва та розвитку. Режим доступу: <https://data.oecd.org>