

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра комп'ютерних технологій і моделювання систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ветеринарної медицини

 Анатолій РЕВУНЕЦЬ

«29» серпня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ  
НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Галузь знань: Н «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина»

Спеціальність: Н6 «Ветеринарна медицина»

Освітня програма: «Ветеринарна медицина»

Житомир – 2025

Розробник: Николюк О. М., д-р. екон. н., професор

(прізвище, ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних технологій і моделювання систем

Протокол № 1 від «28» 08 2025 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Майя КОВАЛЬЧУК)

Погоджено із гарантом освітньо-наукової програми «Ветеринарна медицина»

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Тетяна КОТ)

Схвалено навчально-методичною комісією факультету ветеринарної медицини

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 р.

Голова НМК \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Жанна РИБАЧУК)

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма
Загальна кількість кредитів – 4 годин – 120 змістових модулів – 2	Галузь знань <u>Н «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина»</u>	Обов'язкова
		Рік підготовки:
	Спеціальність <u>Н6 «Ветеринарна медицина»</u>	1-й
		Семестр
		1-й
	Рівень вищої освіти: <u>доктор філософії</u>	Лекції
		12 год.
		Лабораторні
		28 год.
		Самостійна робота
		80 год.
		Форма підсумкового контролю:
залік		

### 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** навчальної дисципліни є формування компетентностей щодо вивчення методів дослідження та системного аналізу об'єктів різної природи на загальній методологічній основі теорії систем, набуття вміння користуватися основними методами моделювання складних економічних систем. Оволодіння навичками системного аналізу об'єктів, процесів та явищ значно підвищує цінність та наукову значущість результатів дослідження аспірантів.

**Завдання** дисципліни є 1) засвоєння теоретичних основ системного аналізу та системного підходу в наукових дослідженнях (вивчення поняття системи, її властивостей, структури, цілей та взаємодії із зовнішнім середовищем); 2) ознайомлення з методологіями моделювання складних систем, зокрема SADT, IDEF0, IDEF3 та DFD; 3) формування практичних навичок застосування методів системного аналізу для структуризації наукових проблем, аналізу альтернатив і прийняття рішень; 4) засвоєння методології регресійного аналізу та формування навичок побудови, оцінювання й інтерпретації регресійних моделей у наукових дослідженнях; 5) створення практичних навичок роботи з даними та проведення статистичного аналізу в середовищі R та RStudio, включно з підготовкою даних і візуалізацією результатів.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів таких компетентностей:

а) загальних:

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

б) спеціальних:

СК 3. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у сфері ветеринарної медицини та дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

СК 7. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики ветеринарної медицини, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 3. Формулювати і перевіряти наукові гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків наявні літературні дані та докази, зокрема результати експериментальних досліджень, спостережень, теоретичного аналізу та комп'ютерного моделювання систем і процесів у сфері ветеринарної медицини.

ПРН 4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у ветеринарній медицині та дотичних до неї суміжних напрямках.

ПРН 6. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН 10. Застосовувати загальні принципи та методи природничих наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері ветеринарної медицини.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

*знати*: теоретичні засади системного аналізу та моделювання складних систем у наукових дослідженнях, основні підходи до формалізації та структуризації наукових проблем, принципи побудови математичних і статистичних моделей, методологію регресійного аналізу, базові можливості сучасних інформаційних технологій і програмних середовищ статистичного аналізу даних з урахуванням вимог наукової коректності та відтворюваності результатів;

*вміти*: формулювати наукові проблеми з позицій системного підходу, здійснювати пошук, відбір і критичну оцінку наукових та статистичних даних з відкритих і спеціалізованих джерел, будувати концептуальні, структурні та статистичні моделі досліджуваних об'єктів, виконувати аналіз і обробку даних у середовищі RStudio, інтерпретувати результати моделювання та обґрунтовувати наукові висновки.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1 (ЗМ1). Методологія аналізу даних

##### Тема 1 (Т1). Поняття та властивості системи. Системний аналіз

Поняття системи та її елементів, структура і взаємозв'язки, властивості та типи систем, межі системи і зовнішнє середовище, цілі та функції систем, роль системного аналізу в наукових дослідженнях

##### Тема 2 (Т2). Методологія моделювання SADT

Поняття методології та її цілі, основні концепції SADT, етапи створення моделі SADT, семантика, етапи створення IDEF0-моделей, порівняння IDEF0, IDEF3 та DFD, методологія IDEF3, DFD-моделі

##### Тема 3 (Т3). Методи системного аналізу

Класифікація методів системного аналізу, якісні та кількісні підходи, методи структуризації проблем, аналіз зв'язків і взаємодій, оцінювання альтернатив і рішень, використання системних методів у міждисциплінарних дослідженнях, методи моделювання

##### Тема 4 (Т4). Методологія регресійного аналізу

Поняття регресійної моделі, генеральна та вибіркова сукупності, типи регресійних залежностей, припущення та обмеження регресійного аналізу, оцінювання параметрів моделей, перевірка статистичних гіпотез, інтерпретація результатів у наукових дослідженнях

#### Змістовий модуль 2 (ЗМ2). Моделювання в R

##### Тема 5 (Т5). Основи роботи в середовищі RStudio

Архітектура середовища R та RStudio, базові типи даних і об'єкти, імпорт і підготовка даних, основні операції з даними, візуалізація результатів, організація відтворюваного дослідження

##### Тема 6 (Т6). Регресійний аналіз в середовищі RStudio

Побудова регресійних моделей у R, оцінювання параметрів і діагностика моделей, перевірка припущень регресії, аналіз залишків, інтерпретація результатів, представлення та візуалізація результатів аналізу

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Структура курсу	Кількість годин			
	Усього	у тому числі		
		лекції	лаб	сам.р.
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Методологія аналізу даних				
Тема 1. Поняття та властивості системи. Системний аналіз	10	2	–	8
Тема 2. Методологія моделювання SADT	20	2	8	10
Тема 3. Методи системного аналізу	18	2	2	14
Тема 4. Методологія регресійного аналізу	26	2	8	16
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>74</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>48</b>
Змістовий модуль 2. Моделювання в R				
Тема 5. Основи роботи в середовищі RStudio	18	2	6	10
Тема 6. Регресійний аналіз в середовищі RStudio	28	2	4	22
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>32</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>80</b>

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема	Назва теми	Кількість годин
			денна форма
Змістовий модуль 1. Методологія аналізу даних			
1	T2	Побудова функціональної моделі IDEF0 об'єкта дослідження	4
2	T2	Побудова PFDD-моделі системи	2
3	T2	Побудова OSTN-моделі системи	2
4	T3	Методика оцінювання процесів функціонування складних систем	2
5	T4	Дослідження та обробка статистичних даних за допомогою інструментів MS Excel та	4
6	T4	Регресійне моделювання процесів функціонування системи в середовищі MS Excel	2
7	T4	Регресійне моделювання процесів функціонування системи в середовищі SPSS	2
Змістовий модуль 2. Моделювання в R			
8	T5	Початок роботи в R	2
9	T5	Експорт даних. Формування масиву даних, часових рядів	2
10	T5	Дескриптивна статистика в R. Пошук та аутлайерів	2
11	T6	Лінійна регресія	2
12	T6	Створення та дослідження багатофакторних регресійних моделей	2
Всього:			28

#### 6. Самостійна робота

№ з/п	Тема	Назва теми та види завдань	Кількість годин
1	T1	Поняття та властивості системи. Системний аналіз Порівняння системного та редуцціоністського підходів у формуванні наукової гіпотези. Аналіз системних ризиків і невизначеностей у складних об'єктах дослідження. Побудова концептуальної карти досліджуваного процесу з виділенням ключових змінних та зворотних зв'язків. Оцінка впливу структури системи на її стійкість і адаптивність.	8
2	T2	Методологія моделювання SADT	10

		Порівняння функціонального, процесного та агент-орієнтованого підходів до моделювання. Аналіз можливостей застосування системної динаміки (System Dynamics) у дослідженні складних процесів. Побудова причинно-наслідкової діаграми (Causal Loop Diagram) для обґрунтування дослідницької гіпотези. Оцінка доцільності використання мережевого аналізу для вивчення взаємодій між елементами системи.	
3	T3	Методи системного аналізу Застосування кластерного аналізу для виявлення однорідних груп об'єктів дослідження. Порівняння ієрархічної кластеризації та методу k-means. Використання методу головних компонент (PCA) для зменшення розмірності даних. Аналіз стабільності кластерних рішень та інтерпретація отриманих результатів. Оцінка можливостей багатовимірного статистичного аналізу у власному дослідженні.	14
4	T4	Методологія регресійного аналізу Побудова моделей з лагованими змінними та взаємодією факторів. Порівняння альтернативних специфікацій моделі за інформаційними критеріями (AIC, BIC). Аналіз впливу мультиколінеарності та способів її подолання. Оцінка робастності результатів із використанням альтернативних стандартних похибок. Інтерпретація граничних ефектів і еластичностей.	16
5	T5	Основи роботи в середовищі RStudio Розробка алгоритму підготовки даних до аналізу з урахуванням пропущених значень та аутлайерів. Порівняння методів очищення даних і оцінка їх впливу на результати моделювання. Організація відтворюваного дослідження із використанням скриптів та коментування коду. Побудова багатовимірних візуалізацій (heatmap, scatter matrix, dendrogram) для представлення результатів.	10
6	T6	Регресійний аналіз в середовищі RStudio Побудова панельних моделей (pooled, fixed effects, random effects) та логіка їх вибору. Проведення тестів для вибору між FE та RE моделями. Побудова динамічних панельних моделей із лаговою залежною змінною. Аналіз часових рядів: тренд, сезонність, стаціонарність. Порівняння регресійних моделей із методами машинного навчання (дерева рішень, random forest) для задач прогнозування.	22

## 7. Методи навчання

У процесі викладання дисципліни застосовуються методи навчання, орієнтовані на формування дослідницької автономії, здатності до методологічного вибору та наукової рефлексії.

Дослідницько-семінарський метод – передбачає обговорення сучасних наукових публікацій, аналіз методологічного дизайну досліджень, критичну оцінку обраних моделей та способів інтерпретації результатів.

Метод методологічного порівняння – здобувачі аналізують альтернативні підходи до моделювання (регресійні, панельні, кластерні, факторні, методи машинного навчання), обґрунтовують вибір оптимальної специфікації для власного дослідження та аргументують відмову від інших підходів.

Моделювання на основі власних даних – побудова та апробація економетричних, панельних і багатовимірних моделей на емпіричному матеріалі дисертаційного дослідження з подальшою діагностикою та перевіркою робастності результатів.

Наукова апробація результатів – представлення проміжних результатів моделювання у форматі наукової доповіді з подальшим обговоренням обмежень моделі, перевіркою припущень і коректності статистичних висновків.

Метод відтворюваного дослідження (Reproducible Research) – організація аналітичного процесу у вигляді структурованих скриптів, документування коду, забезпечення прозорості та перевірюваності результатів.

Аналітична рецензія – взаємне рецензування побудованих моделей із фокусом на логіку специфікації, статистичну коректність, інтерпретацію коефіцієнтів та адекватність висновків.

Індивідуальні консультаційні сесії – спрямовані на поглиблене обговорення методологічних рішень у межах власної наукової роботи.

## 8. Форми контролю і методи оцінювання

Основними видами контролю результатів навчання під час вивчення дисципліни є: поточний, періодичний і підсумковий.

Після вивчення курсу застосовується підсумковий контроль у формі заліку. Підсумкова оцінка визначається як середнє арифметичне значення оцінювання знань і вмінь здобувача вищої освіти за поточний та підсумковий контроль за 5-бальною системою з наступним переведенням в 100-бальну шляхом множення середнього значення на коефіцієнт переведення 20. Здобувач вищої освіти одержує підсумкову оцінку за залікову навчальну дисципліну, якщо за результатами поточного контролю він набрав 60 і більше балів. Якщо за результатами поточного контролю здобувач вищої освіти набрав менше 60 балів, він повинен виконати залікове завдання і з урахуванням його результатів одержати відповідну кількість залікових балів із дисципліни. Якщо за результатами поточного контролю здобувач вищої освіти набрав 60 і більше балів, проте хоче поліпшити свій підсумковий результат, він також може виконати залікове завдання і з урахуванням його результатів підвищити свою підсумкову оцінку з дисципліни.

Оцінювання виконаних практичних завдань здійснюється за такими критеріями:

5 балів – здобувач демонструє системне та критичне розуміння методології дослідження, обґрунтовано обирає методи аналізу (регресійні, кластерні, багатомірні тощо), аргументує специфікацію моделі, коректно перевіряє статистичні припущення та інтерпретує результати; аналіз містить елементи наукової новизни або адаптації методики до власного дослідження; код структурований, відтворюваний, логічно прокоментований; висновки є аргументованими та методологічно коректними; використання ШІ має допоміжний характер і не підміняє аналітичну роботу здобувача.

4 бали – здобувач правильно застосовує відповідні методи аналізу та загалом коректно інтерпретує результати, однак аргументація вибору моделі або перевірка припущень є неповною; можливі окремі методологічні неточності, що не впливають критично на висновки; код і результати є відтворюваними; рівень самостійності достатній.

3 бали – здобувач частково володіє методологією аналізу; модель побудована формально без достатнього обґрунтування специфікації; перевірка статистичних припущень проведена поверхово або вибірково; інтерпретація результатів є описовою, без глибокого аналізу; спостерігається залежність від готових алгоритмів або шаблонних рішень.

2 бали – завдання виконано фрагментарно; відсутнє чітке обґрунтування вибору методів; допущено суттєві помилки у побудові моделей або інтерпретації коефіцієнтів; відсутня перевірка статистичних припущень; аналітична самостійність мінімальна.

1 бал – здобувач демонструє фрагментарні знання; модель побудована некоректно або механічно; відсутнє розуміння логіки методології; результати не інтерпретовані або інтерпретовані помилково.

0 балів – завдання не виконано або виконано з повним нерозумінням змісту; відсутні ознаки самостійної наукової роботи.

Під час оцінювання знань і вмінь здобувачів можуть бути враховані результати навчання, отримані у неформальній освіті. Для цього, здобувач освіти, що має підтвердження про результати навчання у неформальній освіті (сертифікат, диплом чи інший документ), звертається із письмовою заявою в деканат факультету і складає підсумковий контроль предметній комісії. Наявність підтверджуючих документів є підставою для зарахування окремої теми лекційного чи практичного заняття, змістовного модуля чи всього навчального матеріалу

дисципліни за умови, що програма неформальної освіти відповідає робочій програмі дисципліни.

### 9. Питання для підсумкового контролю

1. Що означає розгляд об'єкта дослідження як системи?
2. Які властивості складних систем є принципово важливими для наукового аналізу?
3. У чому полягає відмінність між системним і редукціоністським підходами?
4. Як визначити межі системи у науковому дослідженні?
5. Що таке емерджентність і як вона проявляється?
6. Як ідентифікувати елементи та підсистеми у складному об'єкті дослідження?
7. Що таке структура системи та як її формалізувати?
8. Як аналіз зворотних зв'язків впливає на пояснення процесів?
9. У чому полягає роль системного аналізу в обґрунтуванні наукової гіпотези?
10. Які типові помилки виникають при формалізації складних систем?
11. У чому відмінність між функціональним і процесним моделюванням?
12. Які основні принципи методології SADT?
13. У чому полягає логіка побудови IDEF0-моделі?
14. Які відмінності між IDEF0, IDEF3 та DFD?
15. Що таке декомпозиція у моделюванні систем?
16. Як побудувати причинно-наслідкову діаграму?
17. У чому полягає сутність системної динаміки?
18. Що таке мережевий аналіз і де він застосовується?
19. Які підходи існують до класифікації методів системного аналізу?
20. У чому різниця між якісними та кількісними методами аналізу?
21. Що таке регресійна модель?
22. Які припущення класичної лінійної регресії?
23. Що таке генеральна та вибіркова сукупності?
24. Як інтерпретувати коефіцієнти лінійної регресії?
25. Що таке коефіцієнт детермінації?
26. У чому полягає економічна інтерпретація регресійних коефіцієнтів?
27. Що таке статистична значущість параметрів моделі?
28. Як перевіряється нульова гіпотеза у регресійному аналізі?
29. Що таке мультиколінеарність?
30. Які способи виявлення мультиколінеарності?
31. Що таке гетероскедастичність?
32. Які методи корекції гетероскедастичності?
33. Що таке автокореляція залишків?
34. Які наслідки порушення припущень регресії?
35. Що таке лагована змінна?
36. У чому полягає зміст моделей з взаємодією змінних?
37. Що таке нелінійна регресія?
38. Як порівнювати альтернативні специфікації моделі?
39. Що таке інформаційні критерії AIC та BIC?
40. У чому полягає сутність робастних стандартних похибок?
41. Що таке панельні дані?
42. У чому різниця між pooled, fixed effects та random effects моделями?
43. Як обирається між FE та RE моделями?
44. Що таке індивідуальні ефекти у панельній моделі?
45. Що таке динамічна панельна модель?
46. Які особливості оцінювання моделей із лаговою залежною змінною?
47. Що таке стаціонарність часових рядів?
48. Як виявити тренд і сезонність у часовому ряді?
49. Що таке кластерний аналіз?
50. У чому різниця між ієрархічною кластеризацією та методом k-means?

51. Як визначити оптимальну кількість кластерів?
52. Що таке метод головних компонент (PCA)?
53. У чому полягає мета зменшення розмірності даних?
54. Що таке факторний аналіз?
55. Які етапи проведення кластерного аналізу?
56. Як інтерпретувати результати багатовимірної аналізу?
57. Що таке дескриптивна статистика?
58. Які основні показники центральної тенденції?
59. Які показники варіації використовуються в аналізі?
60. Що таке аутлайер і як його виявити?
61. Як впливають пропущені значення на результати моделювання?
62. Які підходи до очищення даних застосовуються в R?
63. Які основні типи даних у R?
64. Що таке об'єкти та структури даних у R?
65. Як імпортувати дані в середовище R?
66. Які базові операції з трансформації даних у R?
67. Що таке відтворюване дослідження?
68. Як документувати аналітичний процес у R?
69. Які принципи побудови якісної візуалізації даних?
70. Що таке heatmap та dendrogram?
71. Як інтерпретувати графіки залишків регресійної моделі?
72. Що таке граничний ефект?
73. Що таке еластичність у регресійному аналізі?
74. Як оцінити якість прогнозу моделі?
75. Що таке RMSE та MAE?
76. У чому різниця між статистичним моделюванням і машинним навчанням?
77. Що таке перенавчання (overfitting)?
78. Які способи уникнення перенавчання?
79. Що таке дерево рішень?
80. У чому полягає принцип роботи Random Forest?
81. Як перевірити робастність результатів дослідження?
82. Що таке чутливість моделі до зміни припущень?
83. Як оцінити обмеження побудованої моделі?
84. Які етапи підготовки даних до панельного аналізу?
85. Як інтерпретувати коефіцієнти у FE-моделі?
86. У чому особливість інтерпретації RE-моделі?
87. Що таке тест Хаусмана?
88. Як перевірити наявність індивідуальних ефектів у панелі?
89. Які типові помилки виникають при інтерпретації статистичних результатів?
90. Як підготувати результати моделювання до наукової публікації?
91. Які вимоги до академічної доброчесності при роботі з даними?
92. У чому полягає відповідальність дослідника за коректність статистичних висновків?

#### 10. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Змістовний модуль 1				Змістовний модуль 2								Залік	Середня оцінка за семестр	Підсумкова оцінка
Лабораторні роботи														
T2	T2	T2	T3	T4	T4	T4	T5	T5	T5	T6	T6	(1+2+...+15) /15	5x20=100	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100	
Контрольна робота за ЗМ 1 – 5				Контрольна робота за ЗМ 2 – 5								5	5	100

Шкала оцінювання: національна та шкала університету

Сума балів за шкалою університету (за всі види освітньої діяльності)	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи) практики	для заліку
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
менше 60	Незадовільно	Не зараховано

## 11. Рекомендована література

### Основна

1. Багатомірне економіко-статистичне моделювання / Григорук П. М. Львів : Новий Світ-2000, 2018. 147 с.
2. Бродський Ю. Б., Молодецька К. В., Николук О. М. Системний аналіз в економіці : навч. посіб. Житомир : ЖНАЕУ, 2014. 175 с.
3. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів : навч. посіб. / О. М. Томашевський, Г. Г. Цегелик, М. Б. Вітер [та ін.]. Київ : Центр учбової л-ри, 2012. 295 с.
4. Космічне та геоінформаційне забезпечення прийняття рішень у ключових сферах національної безпеки і оборони України : монографія / О. В. Скидан, Ю. Г. Даник, Т. П. Федонюк, О. М. Николук та ін. ; за ред. О. В. Скидана. Житомир : Поліський національний університет, 2022. 356 с.
5. Мороз В., Диха М. Економетрія : навч. посіб. Київ : ЦНЛ, 2019. 206 с.
6. Наконечний С. І., Терещенко Т. О., Романюк Т. П. Економетрія : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2000. 296 с.
7. Назаренко О. М. Основи економетрики : підручник. Київ : Центр навч. л-ри, 2004. 391 с.
8. Николук О. М. Економіко-математичні методи і моделі в сучасному маркетингу. Маркетингова діяльність підприємства : навчальний посіб. / В. В. Зіновчук, О. М. Буднік, О. М. Буднік та ін. за ред. В. В. Зіновчука, Л. В. Тарасович. 2-ге вид., переробл. і доповн. Житомир: Вид-во О. О. Євенок, 2025. С. 505–550.
9. Системний аналіз в економіці / Бродський Ю. Б., Молодецька К. В., Николук О. М. Житомир : ЖНАЕУ, 2014. 175 с.
10. Моделювання економіки / Вітлінський В. В. Київ : КНЕУ, 2003. 406 с.
11. Introductory Econometrics: A Modern Approach / Wooldridge J. M. Mason : South-Western, 2013. 910 p.
12. Venables W. N., Smith D. M., R Core Team. An Introduction to R: Notes on R – a Programming Environment for Data Analysis and Graphics. Version 4.5.2 (2025). R Foundation for Statistical Computing, 2025. URL: <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-intro.pdf>.
13. R Cookbook / Teetor P. California : O'Reilly Media, 2019. 600 p.
14. Teetor P. R Cookbook: Proven Recipes for Data Analysis, Statistics, and Graphics. 2nd Edition. California : O'Reilly Media, 2019. 600 p.
15. Venables W. N., Smith D. M., and the R Core Team. An Introduction to R. Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics Version 4.5.2. 2025. URL : <https://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.pdf>.

### Додаткова

1. Григорук П. М. Багатомірне економіко-статистичне моделювання : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2018. 147 с.
2. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування. Київ : КНЕУ, 2001. 170 с.
3. Кузубов М. В., Єдинак О. М., Овандер Н. Л. Моделювання економічних і еколого-економічних процесів. Київ : КСУ, 2010. 170 с.
4. Кузьмичов А. І. Економетрія. Моделювання засобами MS Excel. Київ : ЦУЛ, 2011. 214 с.
5. Лук'яненко І. Г., Краснікова Л. І. Економетрика : підручник. Київ : Знання, 1998. 493 с.

6. Николук О. М. Управління конкурентоспроможністю сільськогосподарського підприємства: теоретико-методологічні основи : монографія / О. М. Николук. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. 316 с.
7. Николук О. М., Лапін А. В., Грінчук І. О., Макеев Д. С. Модель системи екологічного моніторингу міста. *Наукові перспективи*. 2022. № 7. С. 166–180.
8. Николук О. М., Лапін А. В., Грінчук І. О. Інформаційне забезпечення учасників вертикально інтегрованих структур фрактального типу в агробізнесі. *Економічний простір*. 2022. 179. С. 62–69.
9. Николук О. М., Лапін А. В., Грінчук І. О., Дурова Н. В. Геоінформаційний портал як інструмент цифрової трансформації у територіальних громадах. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2022. 6.
10. Шиян Д. В. Нові методи аналізу динамічних рядів та рівня ризику. *Статистика України*. 2008. 3. С. 65–70.
11. Bogonos M., Chmil A., Nazarkina R., Nykolyuk O., Pyvovar P., Stolnikovych H. *Agricultural Outlook Ukraine 2024-2033: Report-summary*. 2024: KSE, Polissia National University. 29 p.
12. Nykolyuk O., Pyvovar P., Chmil A., Bogonos M., Topolnytskyi P., Cheban I. Fellmann T. *Agricultural markets in Ukraine: current situation and market outlook until 2030*. EUR 30874 EN. Publications Office of the European Union. Luxembourg. 2021, doi:10.2760/669345
13. Nykolyuk O., Sych K. *Industrial Hemp Production and Processing: Current State, Trends, and Challenges: Eurointegration 1.0*. 2025: KSE. 49 p.
14. Skydan O., Zinchuk T., Nykolyuk O., Voronych M. *Methodology for the assessment of geoeconomics potential of agriculture*. *Studies of Applied Economics*. 2021. Vol. 39 No. 6.
15. Skydan O., Nykolyuk O., Chaikin O., Shukalovych V. *Concept of fractal organization of organic business systems*. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. 7 (2). P. 59–76.
16. Skydan O., Nykolyuk O., Pyvovar P., Topolnytskyi P. *Methodological foundations of information support for decision-making in the field of food, environmental, and socio-economic components of national security*. *Scientific Horizons*. 2023. 1. P. 87–100.

## 12. Електронні інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційний ресурс (наукові статті, автореферати дисертацій та дисертації, навчальні матеріали, монографії, матеріали конференцій, патенти, статистичні матеріали, наукові звіти):
- інституційний репозитарій Поліського національного університету (<http://ir.polissiauniver.edu.ua/?locale=ua>);
  - Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича (<https://www.lib.zt.ua/>), 10014, м. Житомир, Новий бульвар, 4, (0414) 37-34-65);
  - Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського (<http://www.nbuv.gov.ua/>), м. Київ, просп. Голосіївський, 3, +380 (44) 524-81-36).