

**ДЕРЖАВНА УСТАНОВА**  
**«ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О. М. МАРЗЄЄВА**  
**НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

Узгоджено

Рішенням Вченої ради  
ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ»

№ 9 від 09.12.2016 р.

Уведено в дію

Наказом директора

№1д/57 від 22.12.2016 р.

**Робоча програма**  
**навчальної дисципліни**  
**Застосування сучасних інформаційних технологій**  
**у науковій діяльності**  
**(математична статистика та інформатика в охороні здоров'я)**  
назва дисципліни

## **I. Мета дисципліни «Застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності (математична статистика та інформатика в охороні здоров'я)»**

Метою викладання навчальної дисципліни на I курсі є формування уявлення аспірантів про доцільність застосування математики в медико-біологічних дослідженнях та логіку наукового дослідження, надання основ математичного та статистичного аналізу даних, отриманих в результаті проведених досліджень. Аспіранти повинні оволодіти теоретичними знаннями щодо основних понять про теорію вірогідності та математичну статистику, типи змінних та їх перетворення, первинну обробку даних та описову статистику, формування комплексних показників та інтегральних оцінок, а також встановлення закономірностей розподілу. Особливої уваги заслуговують питання методичного та математичного аспектів планування експериментів в епідеміологічних дослідженнях.

Серед практичних навичок особливої уваги заслуговують питання застосування у дослідницькій роботі над вибірковими даними показників варіативності, числа ступенів свободи, формування комплексних показників, переходу до інтегральної оцінки, комплексних показників для рангових та бінарних змінних, а також критеріїв відповідності. Важливою умовою отримання необхідних математично-статистичних знань є набуття аспірантами навичок самостійного застосування на практиці отриманої інформації: вміння користуватись комп'ютерними програмами для вводу даних, їх аналізу, порівняння, оцінки впливу діючих факторів, встановлення закономірностей, оцінки ризику та математичного моделювання.

**ДИСЦИПЛІНА: «Застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності (математична статистика та інформатика в охороні здоров'я)»**

**II. Структура навчальної дисципліни**

Семестри	Всього годин/кредитів	З них		В тому числі за видами навчальних занять						Вид та форми контролю
		Аудиторних годин	Самостійна робота	Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Індивідуальні заняття	Самостійне заняття під керівництвом викладача	Поточний модульний контроль	
I	30/1,0	6	12	5	1	0	0	-	-	-
II		9	3	4	3	2		-	-	-
III	30/1,0	17	15	9	0	8	0	0	-	-
IV	30/1,0	13	15	9	0	4	0	0	-	-
<b>Всього за курс</b>	<b>90/ 3,0</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	Залік	Залік

**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності**  
**(математична статистика та інформатика в охороні здоров'я)»**

Номери та найменування тем	Всього годин	З них		Аудиторні заняття				Форми контролю
		АЗ	СР	Л	СЗ	ПЗ	ІЗ	
<b>I курс</b>								
Тема 1. Доцільність застосування математики в медико-біологічних дослідженнях. Логіка наукового дослідження	4	1	3	1	0		0	У
Тема 2. Основні поняття теорії вірогідності та математичної статистики.	4	1	3	1	0		0	У
Тема 3. Типи змінних та їх перетворення	4	1	3	1	0		0	К
Тема 4. Первинна обробка даних. Описова статистика	6	3	3	2	1			У
Тема 5. Формування комплексних показників та інтегральних оцінок	4	3	1	2	1			У
Тема 6. Розподіл	8	6	2	2	2	2		У
<b>II курс</b>								
Тема 1. Порівняння виборок	4	3	1	2		1		У
Тема 2. Дисперсійний аналіз	3	2	1	1		1		У
Тема 3. Кореляційний аналіз: параметричні методи	4	2	2	1		1		К
Тема 4. Кореляційний аналіз: непараметричні показники зв'язку	4	2	2	1		1		К
Тема 5. Регресійний аналіз: основні положення. Математичне моделювання	4	2	2	1		1		У

Тема 6. Регресійний аналіз: лінійні залежності	4	2	2	1		1		
Тема 7. Регресійний аналіз: нелінійні залежності	4	2	2	1		1		У
Тема 8. Математичне моделювання біологічних залежностей	4	2	2	1		1		У
Тема 9. Планування експериментів: методичні та математичні аспекти	4	2	2	1		1		У
Тема 10. Дискретне моделювання	5	3	2	2		1		К
Тема 11. Математичні методи в епідеміологічних дослідженнях	3	1	2	1				У
Тема 12. Багатовимірна статистика	4	2	2	1		1		У
Тема 13. Класифікація багатовимірних спостережень	3	1	2	1				У
Тема 14. Виявлення залежностей в багатовимірному просторі	3	1	2	1				У
Тема 15. Багатовимірний аналіз декількох даних. Інтелектуальні методи	4	2	2	1		1		У
Тема 16. Практичні питання застосування методів математичної обробки	3	1	2	1				У
<b>Всього:</b>	<b>90</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>Залік</b>

**Форми контролю:** У - усне опитування; С - перевірка завдань для самостійної роботи; К – колоквіум.

**Скорочення:** АЗ – аудиторні заняття; СР – самостійна робота; Л – лекція; СЗ – семінарське заняття; ПЗ – практичне заняття; ІЗ – індивідуальні заняття; З – залік; Е - екзамен

**Примітка:** 1 кредит ЄКТС (ECTS) – 30 год.

**Скорочення:** Л – лекція; П – практичне заняття; С – самостійна робота; К - консультації; З – залік; Е – екзамен.

Примітка: 1 кредит ЄКТС (ECTS) – 30 год.

## ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

«Застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності  
(математична статистика та інформатика в охороні здоров'я)»

№№ з/п	Види навчальних занять	Кількість годин	Із них		Номери семестрів, назва змістового модуля, тем і занять, навчальні питання	Матеріально- технічне забезпечення	Інформаційно- методичне забезпечення
			Навчальні заняття	Самостійна робота			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>І курс Семестр І</b>							
<b>Тема 1. Доцільність застосування математики в медико-біологічних дослідженнях. Логіка наукового дослідження</b>							
1.	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Основні елементи наукового дослідження. 2. Проведення експериментальних досліджень. 3. Вимоги до даних і методик	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література: [1].
2.	Самостійна підготовка	3		3	Реферативні доповіді на теми: 1. Комп'ютерні засоби для занесення та обробки даних. 2. Представлення вихідної інформації. 3. Оформлення результатів дослідження	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернет ресурсу за темою доповіді	Рекомендована література

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Тема 2. Основні поняття теорії вірогідності та математичної статистики</b>							
3.	Лекція	1	1		<p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Випадкова величина. Випадкова подія.</li> <li>2. Дослід (дослідження). Генеральна сукупність.</li> <li>3. Вибірка. Інтервальні оцінки. Довірчі межі. Похибки репрезентативності.</li> <li>4. Коефіцієнт Ст'юдента (t). Вірогідність.</li> <li>5. Варіаційний ряд.</li> <li>6. Закон великих чисел. Гіпотеза.</li> <li>7. Рівні значимості (<math>\alpha</math>)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. План лекції.</li> <li>2. Презентація лекції</li> </ol>	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси
4.	Самостійна підготовка	3		3	<p>Реферативні доповіді на теми:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Залежні та незалежні події.</li> <li>2. Критерії. Односторонні та двосторонні критерії.</li> <li>3. Помилки статистичних висновків</li> </ol>	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література
<b>Тема 3. Типи змінних та їх перетворення</b>							
5.	Лекція	1	1		<p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шкали даних. Номінальна шкала. Бінарні ознаки. Шкала рангів. Шкала відношень. Шкала інтервалів. Нечітка логіка.</li> <li>2. Взаємні перетворення різнотипних змінних. Перешкалювання. Зведення до двоїчних змінних. Перехід до номінальних змінних.</li> <li>3. Експертне оцінювання. Обробка результатів. Метод аналізу ієрархій Т. Сааті</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. План лекції.</li> <li>2. Презентація лекції</li> </ol>	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси
6.	Самостійна підготовка	3		3	<p>Реферативні доповіді на теми:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ранжування та оцифровка номінальних змінних.</li> <li>2. Організація експертизи.</li> <li>3. Перехід від шкали відношень до рангової шкали.</li> </ol>	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Тема 4. Первинна обробка даних. Описова статистика</b>							
7.	Лекція	2	2		<p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Міри центральної тенденції.</li> <li>2. Середня арифметична. Середньозважена арифметична. Середня геометрична.</li> <li>3. Середньоквадратична величина.</li> <li>4. Середня кубічна.</li> <li>5. Ступенева середня величина.</li> <li>6. Середня гармонічна.</li> <li>7. Медіана (Me). Мода (Mo). Відсотки</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. План лекції.</li> <li>2. Презентація лекції</li> </ol>	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси
8.	Семінарське заняття 1.	1	1		<p>Показники варіативності. Число ступенів свободи.</p> <p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ліміти і розмах. Середнє лінійне відхилення. Дисперсія. Середньоквадратичне відхилення. Коефіцієнти варіації.</li> <li>2. Показник точності оцінки параметрів. Нормоване відхилення. Коефіцієнт Ст'юдента. Незміщені оцінки</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.План семінарського заняття.</li> <li>2.Наочні матеріали</li> </ol>	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси
9.	Самостійна підготовка	3		3	<p>Реферативні доповіді на теми:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Похибка середньої арифметичної.</li> <li>2. Похибка середньої різниці, або суми.</li> <li>3. Похибка середнього відношення</li> </ol>	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література



## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Семестр II</b>							
<b>Тема 5. Формування комплексних показників та інтегральних оцінок</b>							
10.	Лекція	2	2		Навчальні питання: 1. Введення в проблему. Принципи відбору показників та оцінка їх інформативності. 2. Вибір «норми». Розрахунок безрозмірних еквівалентів. 3. Нормування	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси
11.	Семінарське заняття 2.	1	1		Формування комплексних показників. Перехід до інтегральної оцінки. Комплексні показники для рангових та бінарних змінних. Навчальні питання:  1. Верифікація. Вербалізація. 2. Комплексна оцінка бінарних змінних	1.План семінарського заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси
12.	Самостійна підготовка	1		1	Реферативна доповідь за темою:  Розрахунок інформативності експертними методами	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література. Інформаційні ресурси
<b>Тема 6. Розподіл</b>							
13.	Лекція	2	2		Навчальні питання: 1. Емпіричний розподіл. Групування даних. Вибраковка варіант, що вискакують. 2. Моменти. Початкові моменти. Центральні моменти. Асиметрія та ексцес. 3. Розподіл Гауса. Функції розподілу Гауса. 4. Логарифмічно нормальний розподіл	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
14.	Семінарське заняття 3.	2	2		Критерії відповідності. 1. Критерій узгодження Пірсона. 2. Критерій Романовського. 3. Критерій Ястремського. 4. Критерій Колмогорова-Смірнова. 5. Критерії асиметрії та ексцесу.	1.План семінарського заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література: [1]. Інформаційні ресурси
15.	Практичне заняття	2	2		Деякі інші закони розподілу. Графічне представлення розподілів. 1. Розподіл Ст'юдента. 2. Розподіл Фішера або F-розподіл. 3. Розподіл Пірсона $\chi^2$ . Розподіл Вейбулла. 4. Розподіл Пуассона. 5. Рівномірний розподіл.	1.План практичного заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література. Інформаційні ресурси
16.	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді на теми: 1. Значення нормального закону розподілу. 2. Центральна гранична теорема.	Літературні джерела, відеопрезентації	Рекомендована література. Інформаційні ресурси

## II курс

## Тема 1. Порівняння виборок

1.	Лекція	2	2		Навчальні питання: 1. Параметричні критерії для двох виборок. 2. Непараметричні критерії	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1].
2.	Практичне заняття 1.	1	1		Необхідний обсяг вибірки. Навчальні питання: 1. Застосування критерію Ст'юдента. 2. Оцінки, засновані на потужності	1.План практичного заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література. Інформаційні ресурси
3.	Самостійна підготовка	1		1	Реферативна доповідь за темою: Критерії порівняння для декількох виборок	Літературні джерела, відеопрезентації з використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література

## Продовження таблиці

<b>Тема 2. Дисперсійний аналіз</b>							
4.	Лекція	1	1		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні положення дисперсійного аналізу.</li> <li>2. Розподіл варіативності на складові. Девіата.</li> <li>3. Перевірка рівності дисперсій.</li> <li>4. Критерій Брауна-Форсайта.</li> <li>5. Двохфакторний комплекс</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. План лекції.</li> <li>2. Презентація лекції</li> </ol>	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
5.	Практичне заняття 2.	1	1		<p>Оцінка впливу діючих факторів. Однофакторний комплекс.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дисперсії.</li> <li>2. Критерій достовірності впливу факторів.</li> <li>3. Оцінка сили впливу факторів.</li> <li>4. Порівняння групових середніх дисперсійного комплексу.</li> <li>5. Обробка змінних шкали відношень</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.План практичного заняття.</li> <li>2.Наочні матеріали</li> </ol>	Рекомендована література. Інформаційні ресурси
6.	Самостійна підготовка	1	0	1	Рефератива доповідь за темою: Однофакторний комплекс для рангових змінних	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література [1, 2].
<b>Тема 3. Кореляційний аналіз: параметричні методи</b>							
7.	Лекція	1	1		<p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні положення кореляційного аналізу.</li> <li>2. Коваріація.</li> <li>3. Нелінійна кореляція. Оцінка ступеню нелінійності. Коефіцієнти детермінації.</li> <li>4. Чисельна кореляція. Випадок трьох змінних. Часткова або «очищена» кореляція</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. План лекції.</li> <li>2. Презентація лекції</li> </ol>	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
8.	Практичне заняття 3.	1	1		<p>Коефіцієнт парної кореляції Пірсона.</p> <p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Визначення коефіцієнту кореляції.</li> <li>2. Мінімальний обсяг вибірки для оцінки коефіцієнту кореляції.</li> <li>3. Оцінка різниці між коефіцієнтами кореляції</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.План практичного заняття.</li> <li>2.Наочні матеріали</li> </ol>	Рекомендована література Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
9.	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Кореляційне відношення (індекс кореляції). 2. Канонічна кореляція	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси
<b>Тема 4. Кореляційний аналіз: непараметричні показники зв'язку</b>							
10.	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Непараметричний взаємозв'язок між змінними шкали відношень. 2. Коефіцієнт кореляції Фехнера. Таблиці сполученості. 3. Критерій сполученості Пірсона. Поправка Йейтса. 4. Поліхоричний показник зв'язку. Формула Крамера. 5. Формула Чупрова	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
11.	Практичне заняття 4.	1	1		Кореляція для чотирьохпільних таблиць. Навчальні питання: 1. Коефіцієнт контингенції Брайваса-Пірсона. 2. Критерій Пірсона для чотирьохпільних таблиць. 3. Коефіцієнт асоціації Юла. 4. Точний критерій Фішера. 5. Критерій Макнемара	1. План практичного заняття. 2. Наочні матеріали	Рекомендована література. Інформаційні ресурси
12.	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Коефіцієнти рангової кореляції. Коефіцієнт кореляції рангів Спірмена. Коефіцієнт рангової кореляції Кендалла. Коефіцієнт конкордації Кендалла. 2. Взаємозв'язок між бінарними змінними. Коефіцієнт кореляції знаків. Бісеріальний коефіцієнт кореляції. Багатомірний випадок номінальних ознак	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Тема 5. Регресійний аналіз: основні положення. Математичне моделювання</b>							
13.	Лекція	1	1		<p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделювання. Два підходи до математичного аналізу даних. Класифікації математичних моделей.</li> <li>2. Показники коректності регресійної моделі.</li> <li>3. Критерії точності побудови моделі.</li> <li>4. Аналіз залишків.</li> <li>5. Помилки і достовірності коефіцієнтів.</li> <li>6. Адекватність регресійної моделі.</li> <li>7. Перевірка моделі «в екстремальних обставинах».</li> <li>8. Застосування регресійних моделей.</li> <li>9. Інтерполяція. Прогноз. Обернена задача</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. План лекції.</li> <li>2. Презентація лекції</li> </ol>	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
14.	Практичне заняття 5.	1	1		<p>Критерії моделювання. Побудова моделі: основні етапи.</p> <p>Навчальні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Врахування динамічної складової.</li> <li>2. Вибір виду моделі. Операції з вихідним масивом даних.</li> <li>3. Визначення параметрів моделі: метод найменших квадратів</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. План семінарського заняття.</li> <li>2. Наочні матеріали</li> </ol>	Рекомендована література Інформаційні ресурси
15.	Самостійна підготовка	2		2	<p>Реферативні доповіді за темами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вибір типу моделі: лінійні та нелінійні. Вибір класу моделі: однофакторні або багатофакторні.</li> <li>2. Залежність числа параметрів від числа вимірювань</li> </ol>	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Тема 6. Регресійний аналіз: лінійні залежності</b>							
16.	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Лінійна однофакторна регресія. 2. Значення коефіцієнтів. Зв'язок з кореляційним аналізом. Прогноз. Критичні рівні. Вироджена модель. 3. Лінійна багатофакторна регресія. 4. Розрахунок коефіцієнтів. Бета-коефіцієнти. Оцінка «внесків» факторів. Мультиколінеарність. Робота з моделлю	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
17.	Практичне заняття 6.	1	1		Проміжні варіанти. Системи лінійних рівнянь. Навчальні питання: 1. Ефекти сумісної дії. 2. Покрокові процедури. Моделі з обмеженнями. 3. Використання часткових моделей для побудови множинної регресії	1. План практичного заняття. 2. Наочні матеріали	Рекомендована література Інформаційні ресурси
18.	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Оцінки варіативності і достовірності. 2. Оцінка «внеску» фактора у мінливість показника	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси
<b>Тема 7. Регресійний аналіз: нелінійні залежності</b>							
19.	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Поліноміальні моделі. Квазілінійні рівняння. Обернені і дробові функції. Логарифмічна функція. 2. Ступеневі функції. Показові та експотенційні функції. 3. Суперпозиції показових функцій. Похідні функції. 4. Логістична регресія	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
20.	Практичне заняття 7.	1	1		Суттєво нелінійні функції. Навчальні питання: 1. Функції зі зміщенням. 2. Функція Гомперца-Мейкема. 3. Застосування функцій розподілу. 4. Пробіт-аналіз	1.План практичного заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література Інформаційні ресурси
21.	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Однофакторні логісти. 2. Багатофакторні логісти	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси
<b>Тема 8. Математичне моделювання біологічних залежностей</b>							
22.	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. «Біологічні криві» та їх аналітичний опис. 2. Криві необмеженого росту. Криві «з обмеженням». 3. Сигмоїдні криві. 4. Унімодальні криві	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
23.	Практичне заняття 8.	1	1		Графічні методи оцінки параметрів. Конструювання багатофакторних нелінійних регресійних моделей. Навчальні питання: 1. Спадаюча експонента. 2. Експотенціальні логісти. 3. Оцінка параметрів для унімодальної функції. 4. Алгоритм побудови моделей. Приклад побудови моделі	1.План практичного заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література Інформаційні ресурси
24.	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Закон реагування біосистем. 2. Аналітичні методи розрахунку параметрів суттєво нелінійних функцій	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Тема 9. Планування експериментів: методичні та математичні аспекти</b>							
25	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Загальні методичні вимоги до планування медико-біологічних досліджень. 2. Основні положення математичного планування	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
26	Практичне заняття 9.	1	1		Оцінка причинно-наслідкових відносин. Навчальні питання: 1. наявність статистичного зв'язку. Відповідність існуючій науковій парадигмі. Відповідність аналогічним дослідженням. 2. Взаємо-однозначна відповідність. Оберненість. 3. Комплексність і вираженість причин. Специфічність. Відтворюваність. 4. Експериментальне підтвердження.	1. План практичного заняття. 2. Наочні матеріали	Рекомендована література Інформаційні ресурси
27	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Дробний факторний експеримент. Генеруюче згоди. 2. Латинські і греко-латинські квадрати	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси
<b>Тема 10. Дискретне моделювання</b>							
28	Лекція	2	2		Навчальні питання: 1. Вірогіднісний підхід у діагностиці. 2. Послідовний аналіз Вальда	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
29	Практичне заняття 10.	1	1		Інформаційний аналіз. Навчальні питання: 1. Міра інформації Кульбака. 2. Застосування інформаційних оцінок у діагностиці. 3. Обчислення міри інформативності у випадку прийняття гіпотези нормальності розподілу. 4. «Недіагностичне» застосування інформаційних оцінок	1. План практичного заняття. 2. Наочні матеріали	Рекомендована література Інформаційні ресурси



## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
30	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Оцінка направленості спільної дії факторів. 2. Розрахунок спільної дії бінарних змінних	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси
<b>Тема 11. Математичні методи в епідеміологічних дослідженнях</b>							
31	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Основні поняття і характеристики. Когортне дослідження. Дослідження «випадок-контроль». 2. Контрольна група: синтетичний контроль. Частота захворюваності. Чутливість і специфічність. 3. Відношення правдоподібності. Діагностичні критерії. ROC-криві. Стратифікація. Стандартизація. 4. Ризики. Атрибутивний ризик. Відносний ризик. Коефіцієнт відносного ризику. Відношення шансів. Довірчий інтервал для ризиків. Етіологічна частка. Об'єднання ризиків. Ризики при багатофакторній дії. Застосування логлінійних моделей	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
32	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Моделювання і оцінка виживання. Регресія Кокса. Метод Каплана-Мейера. Логранговий критерій. Критерій Гехана. Популяційні оцінки виживання (DALY, QALY). 2. Обробка динамічних рядів.	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси
<b>Тема 12. Багатовимірна статистика</b>							
33	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Відстань у багатовимірному просторі. 2. Поняття відстані і близькості. 3. «Універсальні» метрики. 4. Багатомірне шкалювання	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
34.	Практичне заняття 11.	1	1		Описова статистика багатовимірних об'єктів. Навчальні питання: 1. Аналіз викидів. 2. Порівняння середніх	1.План практичного заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література Інформаційні ресурси
35	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Метрики для кількісних змінних. 2. Метрики для якісних змінних	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література
<b>Тема 13. Класифікація багатовимірних спостережень</b>							
36	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Основні положення кластерного аналізу. 2. Алгоритм об'єднання об'єктів	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
37	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Алгоритм розподілу на кластери. 2. Дискримінантний аналіз	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література Інформаційні ресурси
<b>Тема 14. Виявлення залежностей в багатовимірному просторі</b>							
38	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Метод головних компонент. 2. Факторний аналіз.	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
39	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Взаємозв'язок похідних змінних і головних компонент. 2. Застосування головних компонент в регресійному аналізі	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література
<b>Тема 15. Багатовимірний аналіз нечітких даних. Інтелектуальні методи</b>							
40	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Аналіз багатовимірних таблиць спряженості. 2. Введення в аналіз відповідностей (AB). Двовірний варіант AB. Карти відповідностей. Якість редукції. 3. Багатовимірний аналіз відповідностей. 4. Логлінійний аналіз	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси
41	Практичне заняття 12.	1	1		Інтелектуальні методи обробки багатовимірних даних. Навчальні питання: 1. Розвідувальний аналіз. Поняття про Data mining. Типи закономірностей. Нейромережеве моделювання. 2. Генетичні алгоритми. Дерево рішень (класифікацій)	1.План практичного заняття. 2.Наочні матеріали	Рекомендована література Інформаційні ресурси
42	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Метод багатофакторного зниження розмірності (MDR). 2. Аналіз патентних структур	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література
<b>Тема 16. Практичні питання застосування методів математичної обробки</b>							
43	Лекція	1	1		Навчальні питання: 1. Типові помилки в практичному застосуванні математичних методів. 2. Рекомендації щодо надання результатів математичної обробки даних в наукових роботах	1. План лекції. 2. Презентація лекції	Рекомендована література [1]. Інформаційні ресурси

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
44	Самостійна підготовка	2		2	Реферативні доповіді за темами: 1. Залежність методів від завдання дослідження. 2. Залежність методів від типів даних та інших детермінант <b>Підготовка до заліку</b>	Літературні джерела, відеопрезентації із використанням інтернетресурсу за темою доповіді	Рекомендована література

## IV. План лекцій

### I курс

#### **Лекція 1. Доцільність застосування математики в медико-біологічних дослідженнях.**

##### **Логіка наукового дослідження**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Основні елементи наукового дослідження.
2. Проведення експериментальних досліджень.
3. Вимоги до даних і методик.

Література: [1].

#### **Лекція 2. Основні поняття теорії вірогідності та математичної статистики**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Випадкова величина. Випадкова подія.
2. Дослід (дослідження). Генеральна сукупність.
3. Вибірка. Інтервальні оцінки. Довірчі межі. Похибки репрезентативності.
4. Коефіцієнт Ст'юдента ( $t$ ). Вірогідність.
5. Варіаційний ряд.
6. Закон великих чисел. Гіпотеза.
7. Рівні значимості ( $\alpha$ ).

Література: [1].

#### **Лекція 3. Типи змінних та їх перетворення**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Шкали даних. Номінальна шкала. Бінарні ознаки. Шкала рангів. Шкала відношень. Шкала інтервалів. Нечітка логіка.
2. Взаємні перетворення різнотипних змінних. Перешкалювання. Зведення до двоїчних змінних. Перехід до номінальних змінних.
3. Експертне оцінювання. Обробка результатів. Метод аналізу ієрархій Т. Сааті.

Література: [1].

#### **Лекція 4. Первинна обробка даних. Описова статистика**

Навчальний час: 2 години.

Навчальні питання:

1. Міри центральної тенденції.
2. Середня арифметична. Середньозважена арифметична. Середня геометрична.
3. Середньоквадратична величина.
4. Середня кубічна.
5. Ступенева середня величина.
6. Середня гармонічна.
7. Медіана ( $M_e$ ). Мода ( $M_o$ ). Відсотки.

Література: [1].

#### **Лекція 5. Формування комплексних показників та інтегральних оцінок**

Навчальний час: 2 години.

Навчальні питання:

1. Введення в проблему. Принципи відбору показників та оцінка їх інформативності.
2. Вибір «норми». Розрахунок безрозмірних еквівалентів.
3. Нормування.

Література: [1].

#### **Лекція 6. Розподіл**

Навчальний час: 2 години.

Навчальні питання:

1. Емпіричний розподіл. Групування даних. Вибраковка варіант, що вискакують.
2. Моменти. Початкові моменти. Центральні моменти. Асиметрія та ексцес.
3. Розподіл Гауса. Функції розподілу Гауса.
4. Логарифмічно нормальний розподіл.

Література: [1].

## II курс

### Лекція 1. Порівняння виборок

Навчальний час – 2 години.

Навчальні питання:

1. Параметричні критерії для двох виборок.
2. Непараметричні критерії.

Література: [1].

### Лекція 2. Дисперсійний аналіз

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Основні положення дисперсійного аналізу.
2. Розподіл варіативності на складові. Девіата.
3. Перевірка рівності дисперсій.
4. Критерій Брауна-Форсайта.
5. Двохфакторний комплекс.

Література: [1].

### Лекція 3. Кореляційний аналіз: параметричні методи

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Основні положення кореляційного аналізу.
2. Коваріація.
3. Нелінійна кореляція. Оцінка ступеню нелінійності. Коефіцієнти детермінації.
4. Чисельна кореляція. Випадок трьох змінних. Часткова або «очищена» кореляція.

Література: [1].

### Лекція 4. Кореляційний аналіз: непараметричні показники зв'язку

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Непараметричний взаємозв'язок між змінними шкали відношень.
2. Коефіцієнт кореляції Фехнера. Таблиці сполученості.
3. Критерій сполученості Пірсона. Поправка Йейтса.
4. Поліхоричний показник зв'язку. Формула Крамера.
5. Формула Чупрова.

Література: [1].

### Лекція 5. Регресійний аналіз: основні положення. Математичне моделювання

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Моделювання. Два підходи до математичного аналізу даних. Класифікації математичних моделей.
2. Показники коректності регресійної моделі.
3. Критерії точності побудови моделі.
4. Аналіз залишків.
5. Помилки і достовірності коефіцієнтів.

6. Адекватність регресійної моделі.
7. Перевірка моделі «в екстремальних обставинах».
8. Застосування регресійних моделей.
9. Інтерполяція. Прогноз. Обернена задача.

Література: [1].

### **Лекція 6. Регресійний аналіз: лінійні залежності**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Лінійна однофакторна регресія.
2. Значення коефіцієнтів. Зв'язок з кореляційним аналізом. Прогноз. Критичні рівні. Вироджена модель.
3. Лінійна багатофакторна регресія.
4. Розрахунок коефіцієнтів. Бета-коефіцієнти. Оцінка «внесків» факторів. Мульти-колінеарність. Робота з моделлю.

Література: [1].

### **Лекція 7. Регресійний аналіз: нелінійні залежності**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Поліноміальні моделі. Квазілінійні рівняння. Обернені і дробові функції. Логарифмічна функція.
2. Ступеневі функції. Показові та експотенційні функції.
3. Суперпозиції показових функцій. Похідні функції.
4. Логістична регресія.

Література: [1].

### **Лекція 8. Математичне моделювання біологічних залежностей**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. «Біологічні криві» та їх аналітичний опис.
2. Криві необмеженого росту. Криві «з обмеженням».
3. Сигмоїдні криві.
4. Унімодальні криві.

Література: [1].

### **Лекція 9. Планування експериментів: методичні та математичні аспекти**

Навчальний час: 2 години.

Навчальні питання:

1. Вірогіднісний підхід у діагностиці.
2. Послідовний аналіз Вальда.

Література: [1].

### **Лекція 10. Дискретне моделювання**

Навчальний час – 2 години.

Навчальні питання:



1. Вірогіднісний підхід у діагностиці.
  2. Послідовний аналіз Вальда.
- Література: [1].

### **Лекція 11. Математичні методи в епідеміологічних дослідженнях**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Основні поняття і характеристики. Когортне дослідження. Дослідження «випадок-контроль».
2. Контрольна група: синтетичний контроль. Частота захворюваності. Чутливість і специфічність.
3. Відношення правдоподібності. Діагностичні критерії. ROC-криві. Стратифікація. Стандартизація.
4. Ризики. Атрибутивний ризик. Відносний ризик. Коефіцієнт відносного ризику. Відношення шансів. Довірчий інтервал для ризиків. Етіологічна частка. Об'єднання ризиків. Ризики при багатофакторній дії. Застосування логлінійних моделей.

Література: [1].

### **Лекція 12. Багатовимірна статистика**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Відстань у багатовимірному просторі.
2. Поняття відстані і близькості.
3. «Універсальні» метрики.
4. Багатомірне шкалювання.

Література: [1].

### **Лекція 13. Класифікація багатовимірних спостережень**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Основні положення кластерного аналізу.
2. Алгоритм об'єднання об'єктів.

Література: [1].

### **Лекція 14. Виявлення залежностей в багатовимірному просторі**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Метод головних компонент.
2. Факторний аналіз. Сигмоїдні криві.
3. Унімодальні криві.

Література: [1].

### **Лекція 15. Багатовимірний аналіз некілкісних даних. Інтелектуальні методи**

Навчальний час: 1 година.

Навчальні питання:

1. Аналіз багатовимірних таблиць спряженості.

2. Введення в аналіз відповідностей (AB). Двовірний варіант AB. Карти відповідностей. Якість редукції.
3. Багатовимірний аналіз відповідностей.
4. Логлінійний аналіз.

Література: [1].

## **Лекція 16. Практичні питання застосування методів математичної обробки**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Типові помилки в практичному застосуванні математичних методів.
2. Рекомендації щодо надання результатів математичної обробки даних в наукових роботах.

Література: [1].

## **ПЛАН СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ**

### **I курс**

#### **Семінарське заняття 1. Показники варіативності. Число ступенів свободи.**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Ліміти і розмах. Середнє лінійне відхилення. Дисперсія. Середньоквадратичне відхилення. Коефіцієнти варіації.
2. Показник точності оцінки параметрів. Нормоване відхилення. Коефіцієнт Ст'юдента. Незміщені оцінки.

#### **Семінарське заняття 2. Формування комплексних показників. Перехід до інтегральної оцінки. Комплексні показники для рангових та бінарних змінних**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Верифікація. Вербалізація.
2. Комплексна оцінка бінарних змінних.

#### **Семінарське заняття 3. Критерії відповідності**

Навчальний час – 2 години.

Навчальні питання:

1. Критерій узгодження Пірсона.
2. Критерій Романовського.
3. Критерій Ястремського.
4. Критерій Колмогорова-Смірнова.
5. Критерії асиметрії та ексцесу.

## II курс

### ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

#### Практичне заняття 1. Необхідний обсяг вибірки.

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Застосування критерію Ст'юдента.
2. Оцінки, засновані на потужності.

#### Практичне заняття 2. Оцінка впливу діючих факторів. Однофакторний комплекс.

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Дисперсії.
2. Критерій достовірності впливу факторів.
3. Оцінка сили впливу факторів.
4. Порівняння групових середніх дисперсійного комплексу.
5. Обробка змінних шкали відношень.

#### Практичне заняття 3. Коефіцієнт парної кореляції Пірсона.

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Визначення коефіцієнту кореляції.
2. Мінімальний обсяг вибірки для оцінки коефіцієнту кореляції.
3. Оцінка різниці між коефіцієнтами кореляції.

#### Практичне заняття 4. Кореляція для чотирьохпільних таблиць.

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Коефіцієнт контингенції Брайваса-Пірсона.
2. Критерій Пірсона для чотирьохпільних таблиць.
3. Коефіцієнт асоціації Юла.
4. Точний критерій Фішера.
5. Критерій Макнемара.

#### Практичне заняття 5. Критерії моделювання. Побудова моделі: основні етапи.

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Врахування динамічної складової.
2. Вибір виду моделі. Операції з вихідним масивом даних.
3. Визначення параметрів моделі: метод найменших квадратів.

#### Практичне заняття 6. Проміжні варіанти. Системи лінійних рівнянь.

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Навчальні питання:

2. Ефекти сумісної дії.
3. Покрокові процедури. Моделі з обмеженнями.
4. Використання часткових моделей для побудови множинної регресії.

### **Практичне заняття 7. Суттєво нелінійні функції.**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Функції зі зміщенням.
2. Функція Гомперца-Мейкема.
3. Застосування функцій розподілу.
4. Пробіт-аналіз..

### **Практичне заняття 8. Графічні методи оцінки параметрів. Конструювання багатфакторних нелінійних регресійних моделей.**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Спадаюча експонента.
2. Експотенціальні логісти.
3. Оцінка параметрів для унімодальної функції.
4. Алгоритм побудови моделей. Приклад побудови моделі.

### **Практичне заняття 9. Оцінка причинно-наслідкових відносин.**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Наявність статистичного зв'язку. Відповідність існуючій науковій парадигмі. Відповідність аналогічним дослідженням.
2. Взаємо-однозначна відповідність. Оберненість.
3. Комплексність і вираженість причин. Специфічність. Відтворюваність.
4. Експериментальне підтвердження..

### **Практичне заняття 10. Інформаційний аналіз.**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Міра інформації Кульбака.
2. Застосування інформаційних оцінок у діагностиці.
3. Обчислення міри інформативності у випадку прийняття гіпотези нормальності розподілу.
4. «Недіагностичне» застосування інформаційних оцінок.

### **Практичне заняття 11. Описова статистика багатовимірних об'єктів.**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Аналіз викидів.
2. Порівняння середніх.

### **Практичне заняття 12. Інтелектуальні методи обробки багатовимірних даних.**

Навчальний час – 1 година.

Навчальні питання:

1. Розвідувальний аналіз. Поняття про Data mining. Типи закономірностей. Нейромережеве моделювання.
2. Генетичні алгоритми. Дерево рішень (класифікацій).

## **ПЛАН САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТЬ**

### **I курс**

#### **ТЕМИ РЕФЕРАТИВ, ДОПОВІДЕЙ, ПОВІДОМЛЕНЬ**

**Робочою програмою навчальної дисципліни передбачено такі самостійні завдання:**

1. Комп'ютерні засоби для занесення та обробки даних.
2. Представлення вихідної інформації.
3. Оформлення результатів дослідження.
4. Залежні та незалежні події.
5. Критерії. Односторонні та двосторонні критерії.
6. Помилки статистичних висновків.
7. Ранжування та оцифровка номінальних змінних.
8. Організація експертизи.
9. Перехід від шкали відношень до рангової шкали.
10. Похибка середньої арифметичної.
11. Похибка середньої різниці, або суми.
12. Похибка середнього відношення.
13. Розрахунок інформативності експертними методами.
14. Значення нормального закону розподілу.
15. Центральна гранична теорема.

### **II курс**

#### **ТЕМИ РЕФЕРАТИВ, ДОПОВІДЕЙ, ПОВІДОМЛЕНЬ**

1. Критерії порівняння для декількох виборок.
2. Однофакторний комплекс для рангових змінних.
3. Кореляційне відношення (індекс кореляції).
4. Канонічна кореляція.
5. Коефіцієнти рангової кореляції. Коефіцієнт кореляції рангів Спірмена. Коефіцієнт рангової кореляції Кендалла. Коефіцієнт конкордації Кендалла.
6. Взаємозв'язок між бінарними змінними. Коефіцієнт кореляції знаків. Бісеріальний коефіцієнт кореляції. Багатомірний випадок номінальних ознак.
7. Вибір типу моделі: лінійні та нелінійні. Вибір класу моделі: однофакторні або багатфакторні.
8. Залежність числа параметрів від числа вимірювань.
9. Оцінки варіативності і достовірності.
10. Оцінка «внеску» фактора у мінливість показника.
11. Однофакторні логісти.
12. Багатфакторні логісти.
13. Закон реагування біосистем.
14. Аналітичні методи розрахунку параметрів суттєво нелінійних функцій.

15. Дробний факторний експеримент. Генеруюче згоди.
16. Латинські і греко-латинські квадрати.
17. Оцінка направленості спільної дії факторів.
18. Розрахунок спільної дії бінарних змінних.
19. Моделювання і оцінка виживання. Регресія Кокса. Метод Каплана-Мейєра. Логранговий критерій. Критерій Гехана. Популяційні оцінки виживання (DALY, QALY).
20. Обробка динамічних рядів.
21. Метрики для кількісних змінних.
22. Метрики для якісних змінних.
23. Алгоритм розподілу на кластери.
24. Дискримінантний аналіз.
25. Взаємозв'язок похідних змінних і головних компонент.
26. Застосування головних компонент в регресійному аналізі.
27. Метод багатофакторного зниження розмірності (MDR).
28. Аналіз патентних структур.
29. Залежність методів від завдання дослідження.
30. Залежність методів від типів даних та інших детермінант.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна (базова):

1. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных : монография. – 2-е изд. – К. : МИЦ «Мединформ», 2018. – 579 с.

### Допоміжна:

1. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента: учеб. пособие для вузов. М. : Радио и связь, 1983. 243 с.

### Інформаційні ресурси:

- [esnuir.eenu.edu.ua](http://esnuir.eenu.edu.ua) – електронний репозитарій СНУ імені Лесі Українки;
- <http://eenu.edu.ua/uk/naukovcsyu-innovatoru> - сторінка «Науковцю-інноватору» на сайті СНУ імені Лесі Українки;
- <http://orcid.org/> - цифрова ідентифікація науковця;
- <http://usw.com.ua/> - сайт «Українські науковці у світі».
- <http://wokinfo.com/researcherid/> - Цифровий профіль науковця від Web of Science;
- <http://www.sips.gov.ua/> - Державна служба інтелектуальної власності України
- <http://www.ukrpatent.org/> - ДП “Український інститут інтелектуальної власності”;
- <https://scholar.google.com.ua/> - інформаційно-пошукова платформа Google-академія;
- <https://www.linkedin.com> - професійна соціальна мережа;
- <https://www.researchgate.net> – світова інформаційно-комунікаційна платформа для науковців.