

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА**

---

Кафедра (циклова комісія) радіофізики та комп'ютерних технологій

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету \_\_\_\_\_

доц. Юрій ФУРГАЛА

“

”

2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРИКЛАДНА СТАТИСТИКА ТА ЙМОВІРНІСНІ ПРОЦЕСИ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

факультет електроніки та комп'ютерних технологій

(назва інституту, факультету, відділення)

2022 – 2023 навчальний рік

Робоча програма “Прикладна статистика та ймовірнісні процеси”

для студентів

галузі знань “12 – Інформаційні технології”

за спеціальністю “121 - Інженерія програмного забезпечення”

Розробники: Іван БОЛЕСТА (доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри радіофізики та комп’ютерних технологій)

Богдана КАЛІВОШКА (кандидат фізико-математичних наук, доцентка кафедри радіофізики та комп’ютерних технологій)  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри (циклової комісії) \_\_\_\_\_  
кафедри радіофізики та комп’ютерних технологій

Протокол від “ 30 ” 08 2022 року № 2/22

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ кафедри радіофізики та комп’ютерних технологій  
JK ( Іван КАРБОВНИК )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Ухвалено Вченою радою \_\_\_\_\_ факультету електроніки та комп’ютерних технологій

Протокол від “ 31 ” 08 2022 року № 28/22

© Болеста І., 2022 рік  
© Калівошка Б., 2022 рік  
© ЛНУ ім. І. Франка, 2022 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів <b>4</b>	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
Модулів – <i>немає</i>	Спеціальність:  <u>121 Інженерія програмного забезпечення</u>	Рік підготовки	
Змістових модулів – <b>2</b>		<b>2-й</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>немає</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – <b>120</b>		<b>4-й</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>4</b> самостійної роботи студента – <b>3,5</b>	Освітній ступінь <u>бакалавр</u>	Лекції	
		<b>32 год.</b>	
		Практичні, семінарські	
		<i>немає</i>	
		Лабораторні	
		<b>32 год.</b>	
		Самостійна робота	
		<b>56 год.</b>	
		Індивідуальні завдання:	
<i>немає</i>			
Вид контролю:			
<i>екзамен</i>			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить :

для денної форми навчання – 1,14

для заочної форми навчання – немає

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** надати студентам основні поняття про ймовірність та її використання при розв'язанні практичних задач, елементами статистичного аналізу та з випадковими процесами, серед яких основна увага приділятиметься марківським ланцюгам, процесам та потокам подій, системам масового обслуговування марківського типу.

**Цілі:** забезпечити знайомство студента з загальною теорією ймовірностей, статистичного аналізу випадкових послідовностей, навчити студентів використовувати апарат випадкових процесів для формалізації і математичного моделювання прикладних завдань для їх ефективно програмно-апаратної реалізації, аналізувати отримані результати.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### знати:

- основні поняття, визначення і проблеми курсу;
- закони розподілу та основні характеристики випадкових величин та процесів;
- перетворення випадкових процесів та операції над ними;
- стаціонарні та ергодичні випадкові процеси;
- спектральний опис випадкових процесів;
- потоки подій, їх властивості та класифікація.
- ланцюги Маркова та марківські процеси

### вміти:

- розраховувати основні характеристики випадкових подій та величин;
- проводити статистичний аналіз випадкових послідовностей;
- описувати лінійні перетворення випадкових процесів у моделі чорного ящика;
- аналізувати процеси на стаціонарність та ергодичність;
- описувати процеси у спектральній області;
- застосувати ланцюги Маркова та марківські процеси з дискретними станами і неперервним часом для розв'язання практичних задач;
- застосувати поняття і співвідношення теорії масового обслуговування для аналізу задач.

Після вивчення даного курсу «Прикладна статистика та ймовірнісні процеси» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

K04. Здатність спілкуватися іноземною мовою мовою як усно, так і письмово.

K14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення

ПР05: Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР23: Вміти документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. *Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики.***

Тема 1 Випадкові події та операції над ними. Означення ймовірності. Елементи комбінаторики.

Тема 2. Основні формули додавання і множення ймовірностей. Умовна ймовірність. Формула Байєса. Повторні незалежні випробування.

Тема 3. Дискретні та неперервні випадкові величини, їх числові характеристики. Функції випадкових величин, граничні теореми теорії ймовірностей.

Тема 4. Основні поняття математичної статистики. Задачі та методи математичної статистики. Генеральна сукупність, вибірки.

Тема 5. Статистичні оцінки параметрів розподілу. Найважливіші розподіли, які використовуються у статистиці.

Тема 6. Точкове та інтервальне оцінювання.

Тема 7 Перевірка статистичних гіпотез.

Тема 8. Регресивний аналіз. Метод максимальної подібності та метод найменших квадратів. Побудова лінійної моделі рівняння регресії.

## Змістовий модуль 2. Елементи теорії ймовірнісних процесів

Тема 9. Визначення і класифікація ймовірнісних процесів. Початкові та центральні моменти.

Тема 10. Стаціонарні та ергодичні ймовірнісні процеси.

Тема 11. Часові послідовності.

Тема 12. Кореляційний та спектральний аналіз ймовірнісних процесів.

Тема 13. Перетворення ймовірнісних процесів лінійними системами.

Тема 14. Потіки подій. Пуассонівський потік та його властивості. Потіки з обмеженою післядією.

Тема 15. Марківські процеси. Ланцюги Маркова. Марківські процеси з неперервним часом. Рівняння Колмогорова.

Тема 16. Основи теорії масового обслуговування.

## 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с. р.		л	п	лаб	інд	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1.</b>												
<b><i>Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики.</i></b>												
Тема 1. Випадкові події та операції над ними. Означення ймовірності. Елементи комбінаторики		2		2		3,5						
Тема 2. Основні формули додавання і множення ймовірностей. Умовна ймовірність. Формула Байєса. Повторні незалежні випробування.		2		2		3,5						
Тема 3. Дискретні та неперервні випадкові		2		2		3,5						

величини, їх числові характеристики. Функції випадкових величин, граничні теореми теорії ймовірностей.													
Тема 4. Основні поняття математичної статистики. Задачі та методи математичної статистики. Генеральна сукупність, вибірки		2	2		3,5								
Тема 5. Статистичні оцінки параметрів розподілу. Найважливіші розподіли, які використовуються у статистиці.		2	2		3,5								
Тема 6. Точкове та інтервальне оцінювання.		2	2		3,5								
Тема 7. Перевірка статистичних гіпотез.		2	2		3,5								
Тема 8. Регресивний аналіз. Метод максимальної подібності та метод найменших квадратів. Побудова лінійного рівняння регресії.		2	2		3,5								
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>		<b>16</b>	<b>16</b>		<b>28</b>								
<b>Змістовий модуль 2.</b> <b>Елементи теорії ймовірнісних процесів</b>													
Тема 9. Визначення і класифікація ймовірнісних процесів. Початкові та центральні моменти.		2	2		3,5								
Тема 10. Стационарні та ергодичні ймовірнісні процеси.		2	2		3,5								
Тема 11. Часові послідовності.		2	2		3,5								
Тема 12. Кореляційний та		2	2		3,5								

<i>спектральний аналіз ймовірнісних процесів.</i>											
<i>Тема 13. Перетворення ймовірнісних процесів лінійними системами.</i>		2	2		3,5						
<i>Тема 14. Потіки подій. Пуассонівський потік та його властивості. Потіки з обмеженою післядією</i>		2	2		3,5						
<i>Тема 15. Марківські процеси. Ланцюги Маркова. Марківські процеси з неперервним часом. Рівняння Колмогорова.</i>		2	2		3,5						
<i>Тема 16. Основи теорії масового обслуговування.</i>		2	2		3,5						
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>		<b>16</b>	<b>16</b>		<b>28</b>						
<b>Усього годин</b>		<b>32</b>	<b>32</b>		<b>56</b>						

### 5. Теми семінарських занять

### 6. Теми практичних занять

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Робота в середовищі R. Основні бібліотеки для візуалізації та аналізу даних</i>	2
2	<i>Лаб.1. Відносно частотне визначення ймовірності у моделі «дослід - випадкова подія»</i>	2
3	<i>Лаб.2. Баєсівський аналіз даних</i>	2
4	<i>Лаб.3. Генерування дискретних випадкових величин за заданим розподілом</i>	2
5	<i>Лаб.4. Генерування неперервних випадкових величин за заданим розподілом</i>	2
6	<i>Лаб.5. Статистичне оцінювання одновимірної та двовимірної послідовності випадкових величин.</i>	2
7	<i>Лаб. 6. Метод найменших квадратів</i>	2
8	<i>Підсумкове заняття ЗМ I</i>	2
9	<i>Лаб.7. Реалізація випадкових процесів та розрахунок їхніх параметрів</i>	2



10	<i>Лаб.8. Спектральний аналіз випадкових процесів. Ряди Фур'є.</i>	2
11	<i>Лаб.9. Спектральний аналіз випадкових процесів. Перетворення Фур'є. Вейльвет перетворення.</i>	2
12	<i>Лаб.10. Згортка та кореляція. Неперервний та дискретний випадки.</i>	2
13	<i>Лаб.11. Використання Марківських процесів для моделювання поведінки системи.</i>	2
14	<i>Лаб.12. Моделювання роботи одноканальної системи масового обслуговування.</i>	2
15	<i>Підсумкове заняття ЗМ 2</i>	2
16	<i>Підсумкове заняття</i>	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Робота в середовищі R. Основні бібліотеки для візуалізації та аналізу даних</i>	3,5
2	<i>Відносно частотне визначення ймовірності у моделі «дослід - випадкова подія»</i>	3,5
3	<i>Баєсівський аналіз даних</i>	3,5
4	<i>Генерування дискретних випадкових величин за заданим розподілом</i>	3,5
5	<i>Генерування неперервних випадкових величин за заданим розподілом</i>	3,5
6	<i>Статистичне оцінювання одновимірної та двовимірної послідовності випадкових величин.</i>	3,5
7	<i>Метод найменших квадратів</i>	3,5
8	<i>Реалізація випадкових процесів та розрахунок їхніх параметрів.</i>	3,5
9	<i>Спектральний аналіз випадкових процесів. Ряди Фур'є.</i>	3,5
10	<i>Спектральний аналіз випадкових процесів. Перетворення Фур'є. Вейльвет перетворення.</i>	3,5
11	<i>Згортка та кореляція. Неперервний та дискретний випадки</i>	3,5
12	<i>Потоки подій. Пуассонівський потік та його властивості .</i>	3,5
13	<i>Потоки з обмеженою післядією.</i>	3,5
14	<i>Ланцюги Маркова. Опис стану системи. Графи. Ймовірності переходів.</i>	3,5
15	<i>Використання Марківських процесів для моделювання поведінки системи.</i>	3,5

16	<i>Моделювання роботи одноканальної системи масового обслуговування.</i>	3,5
	Разом	<b>56</b>

## 9. Індивідуальні завдання

### 10. Методи навчання

Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія).

### 11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється шляхом проведення усного опитування та написання письмових звітів по виконаних лабораторних роботах. У кінці курсу проводиться екзамен.

### 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота																Підсум-ковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2								50	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		
2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3		

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
A	90 – 100	відмінно	зараховано
B	81-89	добре	
C	71-80		
D	61-70		
E	51-60	задовільно	не зараховано з можливістю повторного
FX	21-50	незадовільно з можливістю повторного	

		складання	складання
F	0-20	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

\* кількість балів для оцінок «незадовільно» (FX і F) визначається Вченими радами факультетів (педагогічними радами коледжів).

### 13. Методичне забезпечення

1. Шефтель З.Г. Теорія ймовірностей. – Київ: Вища школа, 1994. – 192 с.
2. Сеньо П.С. Випадкові процеси: Підручник. - Львів: Компакт-ЛВ, 2006.-288 с.

### 14. Рекомендована література

#### Основна

1. Копич М.І. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики. – Львів: Коопосвіта ЛКА, 1997. – 200 с.
2. Рудавський Ю.К., Костробій П.П., Лозинський О.Ю., Уханська Д.В. Елементи теорії випадкових процесів. – Львів: Видавництво Національного університету „Львівська Політехніка”, 2004. – 240 с.
3. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування. Навчальний посібник. Харків. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2018.- 142 с.
4. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І., Савіна С. С. Стохастичні процеси та моделі в економіці, соціології, екології: Навч. посібник. — Київ: КНЕУ, 2002. — 226 с.
5. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування. Навчальний посібник. Харків. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2018.- 142 с.

#### Допоміжна

1. Коломієць С.В. Теорія випадкових процесів. Практикум. Суми: ДВНЗ УАБС НБУ. – 2011. 80 с.

2. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І., Савіна С. С. Стохастичні процеси та моделі в економіці, соціології, екології: Навч. посібник. — Київ: КНЕУ, 2002. — 226 с.
3. S. Hartshorn. Bayes Theorem. Examples. A Visual Guide For Beginners.  
Режим доступу: <http://www.fairlynerdy.com/bayes-theorem-cheat-sheets/>  
<http://www.fairlynerdy.com/bayes-theorem-examples/>.
4. Збірник задач з теорії ймовірностей: навчальний посібник / П.І. Калинюк, П.П. Костробій, Ю.К. Рудавський, Л.В. Гошко, І.М. Зашкільняк, В.М. Зеленьк, Р.І. Квіт, В.О. Коломієць, З.І. Крупка, І.Я. Олексів, Н.М. Тимошенко, М.М. Чип, І.В. Андрусак, О.Я. Бродяк / за ред. проф. П.І. Калинюка. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. — 248 с.
5. Дорошенко А.Ю., Погорілий С.Д., Дорогий Я.Ю., Глушко Є.В. Програмування числових методів мовою Python: Навч. посіб. — К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2013. — 463с.

## 15. Інформаційні ресурси

1. Internet – джерела.
2. Наукова бібліотека Львівського національного університету імені Івана Франка (<https://www.lnulibrary.lviv.ua/to-users-2/paid-services/internet/> ).
3. Львівська національна наукова бібліотека України імені Василя Стефаника (<https://www.lsl.lviv.ua/index.php/uk/elektronni-resursy1/> ).