

Державний вищий навчальний заклад  
“Ужгородський національний університет”  
Факультет математики та іфрових технологій  
Кафедра теорії ймовірностей і математичного аналізу

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи

\_\_\_\_\_ проф. Студеняк І.П.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### ***Моделювання випадкових процесів у фізичних системах***

Рівень вищої освіти	<b>третій (освітньо-науковий)</b>
Галузь знань	<b>11 Математика і статистика</b>
Спеціальність	<b>111 Математика</b>
Освітня програма	<b>Математика</b>
Статус дисципліни	<b>Обов’язкова</b>
Мова навчання	<b>українська</b>

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання випадкових процесів у фізичних системах» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 111 «Математика» галузі знань 11 «Математика і статистика».

Розробники: доктор. фіз.-мат. наук, доцент Сливка-Тилищак Г.І.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теорії ймовірностей і математичного аналізу

Протокол № від. “ ” червня 2020 р.

Завідувач кафедрою  
П.В.

канд. фіз.-мат. наук, проф. Слюсарчук

(\_\_\_\_\_)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ р

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>11–математика та статистика</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
Модулів – 2	Спеціальність: <u>111–математика</u>	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1-й	-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		1-й	-й
	Освітньо-науковий ступінь: <u>доктор філософії</u>	Лекції	
		28 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		20 год.	год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		72 год.	год.
		Індивідуальні завдання:	
		год.	
	Вид контролю:		
	залік		

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни «Моделювання випадкових процесів у фізичних системах» – ознайомлення аспірантів з методами комп'ютерного моделювання випадкових процесів та його застосуванням у різних фізичних системах

Завдання дисципліни «Моделювання випадкових процесів у фізичних системах» полягає у формуванні в аспірантів знань, умінь та навичок побудови моделей випадкових процесів та застосуванні побудованих моделей до розв'язків задач математичної фізики.

### Загальні компетентності:

- **ЗК-1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу на основі логічних аргументів та перевірених фактів.
- **ЗК-2.** Компетентність через оригінальне дослідження здійснити науковий внесок, який розширює межі існуючих знань в математиці та заслуговує певної національної або міжнародної публікації в математичних фахових журналах
- **ЗК-3.** Розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження в галузі математики, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику, і розв'язання проблем
- **ЗК-4.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- **ЗК-5.** Здатність ініціювати інноваційні комплексні математичні проекти, лідерство та повна автономність під час їх реалізації, здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, відповідальність за навчання інших
- **ЗК-6.** Здатність визначати, формулювати та розв'язувати проблеми, приймати обґрунтовані рішення.
- **ЗК-8.** Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

### Фахові компетентності:

- **ФК-1.** Володіти найбільш передовими концептуальними та методологічними знаннями в галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей і дослідницькими математичними методами та вміннями
- **ФК-2.** Компетентність через оригінальне дослідження здійснити науковий внесок, який розширює межі існуючих знань в математиці та заслуговує певної національної або міжнародної публікації в математичних фахових журналах
- **ФК-3.** Розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження в галузі математики, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику, і розв'язання проблем.

- **ФК-4.** Здатність інтерпретувати результати досліджень, брати участь у семінарах, наукових конференціях, дискусіях із досвідченими науковцями-математиками стосовно наукового значення та потенційних наслідків отриманих результатів.
- **ФК-6.** Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

### **3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Відповідно до освітньої програми «Математика» (третього освітньо-наукового рівня вищої освіти), вивчення даної навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами ступеня вищої освіти: доктор філософії / Doctor Philosophy (Ph.D) таких програмних результатів навчання (ПРН):

- **ПРН-1.** Здатність об'єднувати (синтезувати) та обговорювати публікації, в межах та поза областю дослідження.
- **ПРН-2.** Здобуття знань і розуміння поглибленого рівня у математиці та споріднених областях, включаючи методики проведення доведень і побудови математичних моделей, рівень цих знань повинен бути достатнім для проведення наукових досліджень на рівні останніх світових досягнень і направленим на їх розширення та поглиблення.
- **ПРН-3.** Здатність ясно та ефективно описувати інтенсивні, глибокі й деталізовані результати наукової роботи.
- **ПРН-4.** Здатність вести спеціалізовані наукові семінари та публікувати наукові статті в основних наукових журналах у даній області.
- **ПРН-5.** Здатність представляти свої результати дослідження іноземною мовою.
- **ПРН-8.** Здатність аналізувати та посилатися на відповідні основні математичні роботи в письмовій формі, через усні виступи та презентації, в дисертації, знання дискусій.
- **ПРН-10.** Досягнення відповідних знань, розуміння та здатностей використання методів аналізу даних і статистики на найсучаснішому рівні.

В результаті вивчення даного курсу здобувач повинен

**знати:** різні методи моделювання випадкових процесів;

**вміти:** на основі отриманих знань, аспірант повинен вміти застосовувати теорію моделювання випадкових процесів у різних фізичних явищах.

## **4. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

### **11. Методи контролю**

1. Поточний контроль – фронтальне опитування, виконання практичних завдань.
2. Модульний контроль – виконання контрольних робіт та самостійних завдань.
3. Підсумковий контроль – виконання контрольних і практичних завдань.

Оцінка успішності аспіранта є рейтинговою і виставляється за стобальною шкалою з урахуванням оцінок засвоєння окремих модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### Критерій оцінювання з дисципліни

“Відмінно” (90 та вище балів) заслуговує здобувач, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії.

“Добре” (82-89 балів) заслуговує здобувач, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності.

“Добре” (74-81 балів) заслуговує здобувач, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності.

“Задовільно” (64-73 балів) заслуговує здобувач, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “задовільно” виставляється здобувачам, що допустили помилки у відповіді

на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

“Задовільно” (60-63 балів) заслуговує здобувач, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “достатньо” виставляється здобувач, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

“Незадовільно з можливістю повторного складання” (35-59 балів) виставляється здобувач, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

“Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни” (1-34 балів) виставляється здобувачу коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи здобувача протягом семестру.

Іспит виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці “достатньо” (E).

Протягом семестру проводиться не менше двох модулів або колоквиумів чи контрольних робіт або інших видів контролю. Максимальна кількість балів, яка встановлюється для цих видів контролю, а також відповідність оцінок FX та F у шкалі ECTS, у балах та національній шкалі визначається Вченими радами факультетів або кафедрами, які забезпечують викладання відповідних дисциплін.

## 5. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1

Тема 1. Випадкові величини з просторів  $Sub_{\varphi}(\Omega)$ .

Тема 2. Властивості випадкових процесів з просторів.

Тема 3. Загальні принципи побудови моделей випадкових процесів та полів.

Тема 4. Побудова моделей  $\phi$ -субгауссових випадкових процесів.

Тема 5. Моделювання гауссових випадкових процесів з урахуванням процесів на виході системи

### Модуль 2

Тема 1. Властивості розв’язків крайових задач математичної фізики для гіперболічного рівняння з випадковими початковими умовами.

Тема 2. Властивості розв’язків крайових задач математичної фізики для гіперболічного рівняння з випадковою правою частиною.

Тема 3. Властивості розв'язків крайових задач математичної фізики для параболічного рівняння з випадковими початковими умовами.

Тема 4. Умови застосування методу Фур'є до неоднорідного рівняння .

Тема 5. Умови застосування методу Фур'є в термінах спектральної функції .

Тема 6. Узагальнені розв'язки неоднорідного гіперболічного рівняння .

Тема 7. Розподіл супремума розв'язку неоднорідного гіперболічного рівняння.

Тема 8. Моделювання розв'язку однорідного гіперболічного рівняння.

Тема 9. Моделювання розв'язку неоднорідного гіперболічного рівняння.

Тема 10. Моделювання розв'язку однорідного параболічного рівняння.

Тема 11. Нові можливості застосування теорії моделювання випадкових процесів.

### Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	У тому числі					Усього	у тому числі				
		лек.	пр.	лаб.	інд. р.	сам. р.		лек.	пр.	лаб.	інд. р.	сам. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Моделювання випадкових процесів.</b>												
Тема 1. Випадкові величини з просторів $Sub_\varphi(\Omega)$ .	7	2	1			4						
Тема 2. Властивості випадкових процесів з просторів	7	2	1			4						
Тема 3. Загальні принципи побудови моделей випадкових процесів та полів.	8	2	2			4						
Тема 4. Побудова моделей $\phi$ - субгауссових випадкових процесів.	8	2	2			4						
Тема 5. Моделювання гауссових випадкових процесів з урахуванням процесів на виході системи	8	2	2			4						
Модульна робота	1		1			-						

**Модуль 2**

**Змістовий модуль 1. Моделювання розв'язків задач математичної фізики**

Тема 1. Властивості розв'язків крайових задач математичної фізики для гіперболічного рівняння з випадковими початковими умовами.	6	1	1			4						
Тема 2. Властивості розв'язків крайових задач математичної фізики для гіперболічного рівняння з випадковою правою частиною.	7	1	1			5						
Тема 3. Властивості розв'язків крайових задач математичної фізики для параболічного рівняння з випадковими початковими умовами.	7	1	1			5						
Тема 4. Умови застосування методу Фур'є до неоднорідного рівняння.	7	2	1			4						
Тема 5. Умови застосування методу Фур'є в термінах спектральної функції.	7	2	2			3						
Тема 6. Узагальнені розв'язки неоднорідного гіперболічного рівняння.	8	2	1			5						
Тема 7. Розподіл супремума розв'язку неоднорідного гіперболічного рівняння.	8	2	1			5						
Тема 8. Моделювання розв'язку неоднорідного гіперболічного рівняння.	8	2	1			5						
Тема 9. Моделювання розв'язку неоднорідного	8	2	1			5						

гіперболічного рівняння.												
Тема 10. Моделювання розв'язку однорідного параболічного рівняння.	8	2	1			5						
Тема 11. Нові можливості застосування теорії моделювання випадкових процесів..	7	1				6						
Модульна робота	1		1			-						
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>28</b>	<b>20</b>			<b>72</b>						

### Список літератури

1. Василик О.І., Козаченко Ю.В., Ямненко Р.Є. ф-субгауссові випадкові процеси: Монографія. — К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. — 232 с.
2. Довгай Б.В., Козаченко Ю.В., Сливка-Тилищак Г.І. Крайові задачі математичної фізики з випадковими факторами. — К.: ВПЦ "Київський університет", 2008, 173 с.
3. Кнут Д.Э. Искусство программирования, т. 1–3. — “Вильямс”, Москва-Киев. — 2000.
4. Козаченко Ю.В. Лекції з вейвлет аналізу. — Київ, ТВіМС. — 2004. — 147 с.
5. Козаченко Ю.В., Пашко А.О., Розора І.В., Моделювання випадкових процесів та полів: Монографія. — К.: ВПЦ “Задруга”, 2007. — 230 с.
6. Козаченко Ю. В., Пашко А. О. Моделювання випадкових процесів. — 223 с. — К.: ВПЦ «Київський університет», — 1999
7. Козаченко Ю. В., Погоріляк О. О., Тегза А. М. Моделювання гауссових випадкових процесів та процесів Кокса. — 194 с. — К.: Ужгород, «Карпати», 2012.
8. Козаченко Ю.В., Кучінка К.Й., Сливка-Тилищак Г.І. Випадкові процеси в задачах математичної фізики. Монографія. Ужгород: Вид-во ТОВ «РІК-У», 2017. 256 с.
9. Кошляков Н. С., Глинер Э. Б., Смирнов М. М. Уравнения в частных производных математической физики. -- М.: Высшая школа, 1970. -- 710 с.
10. Маркович Б. М. Рівняння математичної фізики -- Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2010.~-- 384 с.
11. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. - К.:Либідь, 2014, -363с.
12. Положий Г.Н. Уравнения математической физики. — Москва: Высшая школа, — 1964. — 559 с.
13. Cramer H., Leadbetter M.R. Stationary and related stochastic processes. Sample function properties and their applications. — Wiley, New York–London–Sydney, 1967. — 348 p.

- 14.** Buldygin V.V.; Kozachenko Yu.V. Metric characterization of random variables and random processes. (Transl. from the Russian). — 257 c. — Translations of Mathematical Monographs. 188. Providence, RI: AMS, American Mathematical Society. xii, — 2000
- 15.** Y. Kozachenko, O.Pogorilyak, I.Rozora, A.Tegza Simulation of Stochastic Processes with Given Accuracy and Reliability. — 346 c. — K.: ISTE Press Ltd, and Elsevier Ltd Oxford 2016.
- 16.** Y.Kozachenko, T.V.Hudyvok, V.B.Troshki, N.N.Troshki Estimation of Covariance Functions of Gaussian Stochastic Fields and their Simulation. — 232 c. — K.: Uzhhorod «Shark», 2017