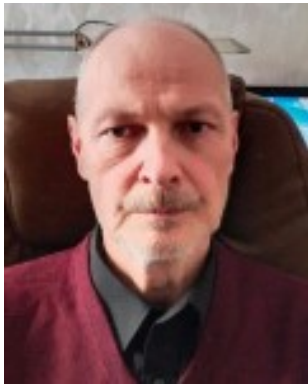


**СИЛАБУС
навчальної дисципліни
“Випадкові процеси”**

Галузь знань	10 Природничі науки
Шифр та назва спеціальності	104 Фізика та астрономія
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	Вибіркова

Викладач (розробник)



Денисов Станіслав Іванович
Професор, доктор фізико-математичних наук,
denisov@sumdu.edu.ua
Інститут прикладної фізики НАН України,
вул. Петропавлівська, 58, м. Суми

Загальна інформація про дисципліну

Анотація	При моделюванні динамічних систем з випадковими збуреннями виникають дифузійні та марковські процеси, а в теорії сигналів – стаціонарні процеси. Дослідження цих нових об’єктів опирається на вже розроблений математичний апарат теорії ймовірностей, функціонального аналізу та теорії функцій комплексної змінної. Впродовж вивчення курсу аспіранти опановують методи роботи з математичними моделями випадкових явищ зі змінними ймовірнісними характеристиками; засвоюють основні математичні закони та поняття, що описують такі явища.
Мета	Метою вивчення теорії випадкових процесів є засвоєння студентами поняття випадкового процесу, основних методів аналізу випадкових процесів, основних принципів побудови математичних моделей фізичних процесів.
Результати навчання	Внаслідок вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен бути здатним продемонструвати такі компетентності пов’язані зі здатністю розуміти та застосовувати апарат спеціальних розділів математики для розв’язання проблем прикладної фізики, моделювати фізичні процеси і системи з використанням статистичних та стохастичних методи. Результати навчання:

	<ul style="list-style-type: none"> Знання методів аналізу випадкових процесів, теорії ймовірності і математичної статистики, прикладних програм і методів обчислень, методів розв'язання рівнянь математичної фізики, теорії функції комплексної змінної, тензорного аналізу для розуміння сучасних фізичних теорій і розв'язання проблем прикладної фізики та моделювання процесів, що відбуваються в фізичних системах. 	
Обсяг дисципліни	Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин — 120 год.: <ul style="list-style-type: none"> Лекції — 32 год; Практичні — 14 год; Семінарські – 4 год.; Самостійна робота — 70 год. 	
Форма підсумкового контролю	Залік	
Опис навчальної дисципліни		
Лекційні заняття		
№ з/п	Назви тем	К-сть годин
Розділ 1. Основні поняття та означення. Типи випадкових процесів.		
1	Лекція 1. Випадковий процес. Характеристики випадкового процесу. Основні поняття та означення. Означення випадкового процесу. Випадкові процеси в фізиці, приклади. Характеристики випадкових процесів: скінченновимірні розподіли, функція середнього, коваріаційна функція, автокореляційний час процесу, характеристичний функціонал. Теорема Колмогорова про скінченновимірні розподіли та приклади її застосування.	2
2	Лекція 2. Деякі типи випадкових процесів. Деякі типи випадкових процесів. Стаціонарні випадкові процеси, гаусові процеси, процеси з незалежними приростами, марковські процеси. Процес Пуассона. Еквівалентні означення. Скінченновимірні розподіли. Траєкторії процесу Пуассона. Властивості процесу. Приклади застосування.	2
3	Лекція 3. Вінерів процес. Щільність скінченновимірних розподілів вінерового процесу; коваріаційна функція вінерового процесу. Опис дифузії частинок речовини рівнянням теплопровідності.	2
Розділ 2 Елементи стохастичного аналізу		
4	Лекція 4. Поняття неперервності та збіжності випадкового процесу. Види збіжності та неперервності випадкових процесів. Диференціювання та інтегрування випадкових процесів. Необхідні й достатні умови неперервності, диференційовності, інтегровності випадкового процесу.	2
5	Лекція 5. Лінійні перетворення випадкових процесів.	

	Лінійні перетворення випадкових процесів. Дія лінійного оператора на випадковий процес. Ергодичні відносно математичного сподівання випадкові процеси. Критерій ергодичності відносно математичного сподівання. Достатня умова ергодичності відносно математичного сподівання.	2
Розділ 3 Спектральна теорія стаціонарних випадкових процесів		
6	Лекція 6. Стаціонарні в широкому сенсі випадкові процеси. Спектральне зображення коваріаційної функції. Спектральна теорія стаціонарних процесів. Стаціонарні в широкому сенсі випадкові процеси, приклади. Теореми Бохнера та Герглотца про спектральне зображення коваріаційної функції стаціонарного в широкому сенсі процесу. Спектральна функція та спектральна щільність стаціонарного в широкому сенсі процесу.	2
7	Лекція 7. Спектральне зображення стаціонарного в широкому сенсі процесу. Стохастичний інтеграл. Означення процесу з ортогональними приростами. Структурна функція процесу з ортогональними приростами. Означення стохастичного інтегралу за процесом з ортогональними приростами. Приклади. Властивості. Завдання на СРС: Опрацювання матеріалу лекції. Розв'язування задач. Спектральне зображення стаціонарного в широкому сенсі процесу. Теорема про спектральне зображення стаціонарного в широкому сенсі процесу. Лінійні перетворення стаціонарних в широкому сенсі процесів.	4
Розділ 4 Ланцюги Маркова		
8	Лекція 8. Означення та властивості ланцюга Маркова. Класифікація станів. Ланцюги Маркова: означення, приклади. Матриця перехідних ймовірностей. Рівняння Чепмена-Колмогорова. Класифікація станів на суттєві та несуттєві. Ланцюги Маркова: розбиття на циклічні підкласи, поняття рекурентності, критерій рекурентності.	4
9	Лекція 9. Ергодичність. Існування стаціонарного розподілу. Ергодичні ланцюги Маркова. Критерій ергодичності скінченного однорідного ланцюга Маркова. Поняття інваріантного розподілу ланцюга Маркова. Індивідуальна ергодична теорема та її наслідки.	2
10	Лекція 10. Ланцюги Маркова з неперервним часом. Ланцюги Маркова з неперервним часом. Означення ланцюга Маркова з неперервним часом, приклади. Пряма та обернена система диференціальних рівнянь Колмогорова. Процес народження і загибелі.	4
Розділ 5 Марковські процеси з неперервним часом. Дифузійні процеси.		
11	Лекція 11. Марковські процеси з неперервним часом. Марковські процеси. Марковські процеси: означення та приклади. Перехідна функція марковського процесу. Рівняння Чепмена-Колмогорова. Означення та властивості напівгрупи операторів, пов'язаної з однорідним марківським процесом.	4

12	Лекція 12 Дифузійні процеси Дифузійні процеси. Означення дифузійного процесу, приклади: вінерів процес, процес Орнштейна-Уленбека. Інфінітезимальний оператор дифузійного процесу. Пряме (рівняння Фоккера-Планка) та обернене рівняння Колмогорова.	2
		32
Теми практичних занять		
1.	Випадкові процеси	2
2.	Характеристики випадкових функцій	2
3.	Перетворення випадкових функцій	2
4.	Однорідні ланцюги маркова з дискретним часом	2
5.	Однорідні ланцюги маркова з неперервним часом	2
6.	Стаціонарні випадкові функції	2
7.	Дифузійні процеси	2
Разом (год.)		14
Теми семінарських занять		
1	Усереднення рівнянь еволюції за випадковими початковими умовами або за зовнішніми випадковими впливами на систему.	2
2	Теорія броунівського руху.	2
Разом (год.)		4
Самостійна робота Опрацювання тем, які не входять до плану аудиторних занять		
1	Закони розподілу випадкових процесів	6
2	Нормована взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів	6
3	Диференціювання стохастичного процесу	6
4	Інтегрування стохастичного процесу	6
5	Гіллясті процеси. Означення гіллястого процесу, приклади. Твірна функція гіллястого процесу, диференціальні рівняння для твірної функції. Середня кількість нащадків у n-му поколінні. Ймовірність виродження гіллястого процесу.	10
6	Ергодична теорема для аперіодичного рекурентного ланцюга Маркова.	6
7	Елементи теорії масового обслуговування. Процеси масового обслуговування (основні поняття). Основні принципи побудови марковських моделей систем масового обслуговування. Найпростіший потік. Час очікування і обслуговування. Стаціонарний режим функціонування систем масового обслуговування.	20
8	Інфінітезимальний оператор напівгрупи, приклади. Зв'язок інфінітезимального оператора з перехідною функцією марковського процесу.	10
Разом (год.)		70

ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

Сумативне оцінювання

1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1.	Практичні заняття	48 балів / 48 %	Згідно графіка навчального процесу
2.	Семінарські заняття	12 балів / 12 %	
3.	Атестація (тест множинного вибору)	20 балів / 20%	
4.	Виконання індивідуальних завдань	20 балів / 20%	

1.2. Критерії оцінювання

№ з/п	Вид діяльності	Оцінювання
1	Практичні заняття (6 занять)	Нарахування балів відбувається по шкалі: - відмінні відповіді 8-6 бали; - добрі відповіді 6-3 балів; -задовільні, достатні відповіді 3-1 бал. Максимум: 48 балів.
2	Семінарські заняття (2 заняття)	Нарахування балів відбувається по шкалі: - відмінні відповіді 6-5 бали; - добрі відповіді 4-3 балів; -задовільні, достатні відповіді 2-1 бал. Максимум: 12 балів
3	Атестація (тест множинного вибору) (2 тести)	Залежить від кількості вірних відповідей на тест: - 90% правильних відповідей 10-9 балів; - 80% правильних відповідей 8-7 бали; -70% правильних відповідей 6-5 бали; -60% правильних відповідей 5-4 бали; -50% правильних відповідей 3-1 бал; <50% правильних відповідей 0 балів; Максимум: 20 балів.
4	Індивідуальні завдання (4 завдання)	- Завдання виконано, аспірант добре орієнтується в матеріалі 5 балів. - Завдання виконані з незначними помилками, аспірант не достатньо орієнтується в теоретичному матеріалі 3-4 бали. - Завдання виконане не в повній мірі, аспірант не достатньо орієнтується в матеріалі 1-2 балів. - Завдання не виконане або виконане не вірно 0 балів. Максимум: 20 балів.

Методичне забезпечення

1. Тексти та конспекти лекцій
2. Методичні розробки для аспірантів з практичних занять
3. Доступ та опрацювання он-лайн ресурсів

Рекомендована література

Базова

1. Скороход А.В. Лекції з теорії випадкових процесів // Навч.посібник. - К.: Либідь, 1990. -

168 с. (pdf додається)

2. Випадкові процеси [Електронний ресурс] : збірник задач до проведення практичних занять / НТУУ «КПІ» ; уклад. А. А. Дороговцев, І. І. Ніщенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 579 Кбайт). – Київ

Допоміжна

1. William Feller. An Introduction to Probability Theory and Its Applications.— Wiley, 1991.

Вентцель Н.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. Москва: «Высшая школа», 2000. (pdf додається)

2. Дороговцев А.Я., Сильвестров Д.С., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория ймовірностей. - Київ: Вища школа, 1980.

Академічна доброчесність

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Етичного кодексу ученого України. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і сум права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

У випадку порушення академічної доброчесності – реагування відповідно до «Положення про академічну доброчесність в ІПФ НАН України».