

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра астрономії та космічної інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-
педагогічної роботи

“ _____ ” _____ 2021 р.

Програма навчальної дисципліни
Теорія ймовірностей і математична статистика
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалаврський _____
галузь знань _____ 04. Природничі науки _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 104. Фізика та астрономія _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ астрономія _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____ астрономія _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)
факультет _____ фізичний _____

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 31 ” _____ серпня _____ 2021_ року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
Слюсарев І. Г., кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри астрономії та космічної інформатики

Програму схвалено на засіданні кафедри астрономії та космічної інформатики

Протокол від “ 5 ” _____ липня _____ 2021 року № 12

Завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики

_____ Шкуратов Ю. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
_____ фізичного факультету _____
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 31 ” _____ серпня _____ 2021_ року № 1

Голова методичної комісії _____ фізичного факультету _____

_____ Макаровський М. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Теорія ймовірностей і математична статистика” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавра

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) 104 фізика та астрономія

освітня програма астрономія

спеціалізації: астрономія

1. Опис навчальної дисципліни

Мета: роз'яснити студентам сутність методів систематизації, обробки та використання числових даних у природничих науках та отримання із них практичних висновків.

Завдання: ознайомити студентів з основними поняттями та методами теорії ймовірностей та математичної статистики і їх застосуванням при обробці результатів астрономічних спостережень.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: - аксіоми теорії ймовірностей, поняття випадкової події, величини (у тому числі її багатовимірне узагальнення), густини ймовірностей, основні функції розподілу, властивості нормального розподілу та його зв'язок із законом великих чисел та центральної граничної теореми теорії ймовірностей;

- принципи знаходження та класифікація статистичних оцінок, поняття довірчих інтервалів, розподіли Пірсона, Стюдента, Фішера, спосіб найменших квадратів, кореляційний та регресійний аналіз;

- основи теорії випадкових функцій;

вміти: - використовувати основні поняття теорії ймовірностей та математичної статистики для коректного формулювання та вирішення задач, що виникають у різних розділах астрономії та фізики;

1.3. Кількість кредитів: 4

1.4. Загальна кількість годин: 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-3-й	-й
Семестр	
4-5-й	-й

Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
40 год.	год.
Індивідуальні завдання	
16 год.	

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи теорії ймовірностей

Тема 1. Поняття про ймовірність події

Історична довідка. Випадкові події. Класичне визначення ймовірності події. Частота та статистична ймовірність події. Основні поняття теорії множин. Простір елементарних подій. Несумісність подій, повна група подій. Аксиоми теорії ймовірностей за Колмогоровим. Обчислення ймовірностей. Схема випадків. Алгебра подій. Ймовірності складних подій. Теореми складання та множення. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Задача про повторення дослідів. Біноміальний розподіл.

Тема 2. Випадкові події

Функція розподілу, густина ймовірності та їх властивості. Ймовірність попадання ВП в заданий інтервал. Числові характеристики ВП. Характеристики положення (математичне очікування, мода, медіана). Моменти ВП (дисперсія, асиметрія, ексцес). Окремі закони розподілу. Закон рівномірної густини. Нормальний розподіл. Функція Лапласа та функція похибок. Логарифмічно-нормальний розподіл. Закон Пуассона, потоки подій. Геометричний та гіпергеометричний розподіли. Імпульсні та узагальнені функції. Фільтруюча властивість δ -функції. Перетворення Фур'є від δ -функції. Характеристична функція та її зв'язок з моментами ВП.

Тема 3. Випадковий вектор

Функція розподілу та густина ймовірності. Залежні та незалежні ВВ. Умовні функції розподілу та умовні густини ймовірності. Маргінальні ймовірності. Закон розподілу функції ВВ. Згортка законів розподілу. Моменти випадкового вектора. Характеристична функція суми незалежних ВВ. Теорема про згортку. Комплексні ВВ. Властивості математичного очікування, дисперсії та кореляційних моментів. Коефіцієнт кореляції. Двовимірний нормальний закон. Лінії регресії. Ймовірність попадання в еліпс та прямокутник. Розподіл Релея. Тривимірний нормальний закон. Розподіли Максвелла та Шварцшильда.

Тема 4. Граничні теореми теорії ймовірностей

Сенс закону великих чисел та центральної граничної теореми. Нерівність та теорема Чебишева. Узагальнена теорема Чебишева. Теорема Маркова. Теореми Бернуллі та Пуассона. Теорема Ляпунова. Теорема Муавра-Лапласа. Ентропія ВП. Ентропія нормально розподіленої ВП

Модуль 2. Основні поняття та задачі математичної статистики

Тема 5. Теорія оцінювання

Принципи знаходження та класифікація статистичних оцінок. Оцінки математичного очікування та дисперсії. Мала виборка. Довірчі інтервали та довірчі імовірності. Розподіли χ^2 Пірсона та t Стьюдента. Розподіл Фішера.

Тема 6. Представлення експериментальних даних функціональними залежностями

Вибіркові функції розподілу. Вирівнювання статистичних рядів. Критерії згоди. Критерії χ^2 та Колмогорова. Принцип максимуму правдоподібності. Спосіб найменших квадратів. Кореляційний та регресійний аналіз. Довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії та кореляції. Z-перетворення Фішера та F-критерій. Дисперсійний аналіз.

Тема 7. Генерація законів розподілу на ЕОМ

Метод статистичних випробувань (Монте-Карло), поняття квазі-випадкових чисел.

Модуль 3. Основи теорії випадкових функцій

Тема 8. Випадкові функції

Випадкові процеси, поля та послідовності. Густина імовірності ВФ. Математичне очікування та дисперсія ВФ. Кореляційна функція та її властивості. Взаємна кореляційна функція. Складання, диференціювання та інтегрування ВФ.

Тема 9. Стаціонарні випадкові функції

Стаціонарність у вузькому та широкому сенсах. Структура та спектр стаціонарної ВФ. Спектр та спектральна густина дисперсії. Теорема Вінера-Хінчина. Спектральний розклад ВФ в комплексній формі. Білий шум. Інтервал кореляції. Апроксимація білого шуму. Ергодичні стаціонарні ВФ. Фізична інтерпретація спектральної густини. Спектр потужності.

Тема 10. Прикладні методи теорії випадкових функцій

Згладжування реалізації нестационарної функції. Одержання оцінок математичного очікування та дисперсії ВФ за однією реалізацією. Оцінка кореляційної функції. Оцінка спектральної густини. Вікно даних. Спектральне вікно. Властивості оцінок.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	о		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Тема 1.	10	6	4	-	-	9						
Тема 2.	14	6	4	-	-	9						
Тема 3.	14	4	4	-	-	9						
Разом за модулем 1	38	22	-	-	-	27						
Модуль 2												
Тема 4.	12	4	2	-	-	9						
Тема 5.	14	6	2	-	-	9						
Тема 6.	12	4	2	-	-	9						
Разом за модулем 2	38	24	-	-	-	27						
Модуль 3												
Тема 7.	14	4	4	-	-	10						

Тема 8.	16	4	4	-	-	18						
Тема 9.	14	4	4	-	-	10						
Разом за модулем 3	44	26	-	-	-	18						
Усього годин	120	72	-	-	-	48						
Індивідуальне науково-дослідне завдання	-	-	-	-	-	-						
Усього годин	180	70	18	-	-	92						

5. Теми семінарських занять - немає

6. Теми практичних занять - немає

7. Теми лабораторних занять - немає

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Обчислення імовірностей. Схема випадків. Алгебра подій. Постулат Байєса.	9
2	Геометричний та гіпергеометричний розподіли. Імпульсні та узагальнені функції. Характеристична функція та її зв'язок з моментами ВП	9
3	Характеристична функція суми незалежних ВВ. Теорема про згортку. Комплексні ВВ.	9
4	Теореми Бернуллі та Пуассона. Теорема Муавра-Лапласа.	9
5	Розподіл Фішера	9
6	Z-перетворення Фішера та F-критерій.	9
7	Генерація законів розподілу	6
8	Взаємна кореляційна функція. Складання, диференціювання та інтегрування ВФ	6
9	Спектр та спектральна густина дисперсії. Фізична інтерпретація спектральної густини. Спектр потужності	6
10	Оцінка спектральної густини. Вікно даних. Спектральне вікно. Властивості оцінок	
	Разом	48

9. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

10. Методи навчання

Лекції, індивідуальні завдання та самостійна робота.

11. Методи контролю

Поточний контроль на лекціях, перевірка індивідуальних завдань, модульні контрольні роботи, кінцевий залік.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Модуль 1			Модуль 2			Модуль 3			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
11	11	11	11	11	11	11	12	11	100

T1, T2 ... T9 – теми модулів

Для кожної теми модуля вказати форми контролю навчальних здобутків студентів та критерії оцінювання.

Тема 1. – Поточне опитування, перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання за кожним опитуванням, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 2. – Перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання за кожним опитуванням, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 3. – Виступ з тематичним завданням, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 4. – Тестове опитування, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 5. – Поточне опитування, перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання за кожним опитуванням, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 6. – Виступ з тематичним завданням, перевірка завдань, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 7. – Поточне опитування, перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання за кожним опитуванням, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 8. – Тестове опитування, перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота при закінченні модуля. Дванадцятибальна шкала оцінювання за кожним опитуванням, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Тема 9 – Перевірка завдань самостійної роботи, контрольна робота при закінченні модуля. Одинадцятибальна шкала оцінювання за кожним опитуванням, визначення середнього балу за результатами перевірки знань по темі.

Для кожного модуля вказати мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування модуля.

Модуль 1. – Мінімальна кількість балів – 17.

Модуль 2. – Мінімальна кількість балів – 17.

Модуль 3. – Мінімальна кількість балів – 17.

Вказати умови допуску студента до підсумкового семестрового контролю.

Студент допускається до підсумкового семестрового контролю у разі набрання не менше 17 балів за кожний модуль.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D		
50-59	E	задовільно	не зараховано
1-49	FX	незадовільно	

13. Методичне забезпечення

1. Грецкий А.М., Евсюков Н.Н. Астрофизические приложения методов теории случайных функций. Методические указания. Харьков, 1988.

14. Рекомендована література

Базова

1. Агекян Т.А. Теория вероятностей для астрономов и физиков. М., 1974.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные применения. М., 1988.
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. М., 1998.
4. Математическая статистика; Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.
5. Кибзун А. И., Горя и нов а Е. Р., Наумов А. В. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами. М., 2005.
6. Пугачев В.С. Введение в теорию вероятностей. М., 1968.
7. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. М., 1968

Допоміжна

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. М., 1974.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Применения корреляционного и спектрального анализа. М., 1983.
3. Ван дер Варден Б.Л. Математическая статистика. М., 1960.
4. Джонсон И., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Т.1 Методы обработки данных М., 1980. Т.2 Методы планирования эксперимента. М., 1981.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М., 2006.
6. Крамер Г. Математические методы статистики. М., 1975.
7. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. М., 2002.
8. Статистические методы в экспериментальной физике. М., 1976.
9. Starck J.-L., Murtagh F. Handbook of astronomical data analysis. 2002

15. Інформаційні ресурси