

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра вищої математики та системного аналізу (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

О.Г.Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

«01» _____ 09 _____ 2020 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИПАДКОВІ ПРОЦЕСИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **12 «Інформаційні технології»**
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **124 «Системний аналіз»**
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: **«Системний аналіз і управління»**
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

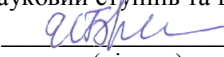
Харків 2020 рік

Силабус «Випадкові процеси» для студентів за спеціальністю
(назва дисципліни)

124 «Системний аналіз» освітньою програмою «Системний аналіз і управління»

« 09червня 2020» р. – 9 с.

Розробник: Брисіна І.В., доцент кафедри вищої математики та
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)
системного аналізу, к.фіз.-мат.н., доцент


(підпис)

Силабус розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та системного аналізу
(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 26 червня 2020» р.

Завідувач кафедри: д.фіз.-мат.н, професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.Г.Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

Опис навчальної дисципліни

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 124 «Системний аналіз»

Освітня програма: «Системний аналіз і управління»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Форма навчання: денна

Семестр, в якому викладається дисципліна: 5-й

Дисципліна: обов'язкова

Загальна кількість годин/ кредитів за навчальним планом: 135 годин/ 4.5 кредити ЄКТС

Види занять: лекції, практичні заняття

Вид контролю: іспит.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: оволодіти методами, які дозволяють аналітично досліджувати математичні моделі випадкових процесів та їх застосування у різних галузях знань.

Завдання: вивчення методів теорії випадкових процесів, які дають можливість досліджувати найбільш загальні властивості, абстрагуючись від тих, які не мають суттєвого значення.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК -1).
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях(ЗК -2).
3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК -4).
4. Здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово (ЗК5).
5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК -7).
6. Здатність будувати математично-коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів. (ФК -3).
7. Здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, відокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формулювати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежності між ними (ФК -4).
8. Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані,отримані в них (ФК -10).

Програмні результати навчання:

1. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, векторну та лінійну алгебру, аналітичну геометрію та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу (ПРН - 1).

2. Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів, використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів (ПРН - 3).

3. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів (ПРН - 6).

Міждисциплінарні зв'язки: алгебра та геометрія, математичний аналіз, функціональний аналіз, теорія ймовірностей, актуарна та фінансова математика.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1

Тема 1. Вступ до дисципліни «Випадкові процеси».

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Випадкові процеси». Основні історичні етапи розвитку і становлення. Досягнення вітчизняної школи. Сучасний стан розвитку теорії та застосувань.

Кількість годин на тему – 9, з них лекції – 1, практичні заняття – 0, самостійна робота – 8.

Тема 2. Основні поняття теорії випадкових процесів

Означення та приклади випадкових процесів. Класифікація випадкових процесів. Скінченновимірні розподіли. Теорема Колмогорова. Реалізації. Моменти. Кореляційна функція. Властивості числових характеристик. Означення стаціонарних у вузькому та широкому змісті процесів. Приклади. Дійсна та комплексна випадкові гармоніки. Гаусовський процес. Універсальний характер нормального розподілу. Властивості гаусівських систем. Система скінченновимірних розподілів гаусівського процесу. Нормальні процеси із дискретним та неперервним часом.

Кількість годин на тему – 17, з них лекції – 3, практичні заняття – 4, самостійна робота – 6.

Змістовий модуль 2. Процеси Маркова.

Тема 3. Ланцюг Маркова.

Випадкове блукання. Матриця ймовірностей переходу ланцюга Маркова за один та за декілька кроків. Властивості. Існування стаціонарного розподілу-ергодична теорема. Інтерпретації стаціонарного розподілу.

Кількість годин на тему – 14, з них лекції – 4, практичні заняття – 4, самостійна робота – 6.

Тема 4. Марковські однорідні процеси зі счисленною множиною станів. Марківська властивість. Однорідний процес із дискретною множиною станів. Системи прямих та обернених рівнянь Колмогорова-Чепмена для перехідних ймовірностей та ймовірностей перебування у стані. Існування граничного розподілу. Простіший потік випадкових подій, його властивості та застосування. Процеси Маркова в теорії масового обслуговування. Система Ерланга. Ймовірність втрати. Системи із очікуванням. Розподіл часу чекання моменту початку обслуговування. Поняття про оптимальність для систем масового обслуговування.

Кількість годин на тему – 24, з них лекції – 8, практичні заняття – 6, самостійна робота – 10.

Модульний контроль – 2 години.

Модуль 2.

Змістовий модуль 3.

Тема 5. Процеси із незалежними приростами.

Процес Пуассона. Випадковий телеграфний сигнал. Узагальнений телеграфний сигнал. Зв'язок між різними означеннями процесу Пуассона. Суперпозиція процесів Пуассона. Просіяний процес. Процес Крамера - Лундберга. Броунівський рух. Різні означення, властивості та застосування. Загальні процеси із незалежними приростами та їх застосування.

Кількість годин на тему – 28, з них лекції – 6, практичні заняття – 4, самостійна робота – 18.

Змістовий модуль 4

Тема 6. Лінійні перетворення випадкових процесів.

Канонічний розклад випадкових процесів та лінійні перетворення процесів, поданих у вигляді канонічного розподілу. Зв'язок із канонічним розкладом кореляційної функції. Неперервність, похідна та інтегрування випадкових процесів відповідно до виду збіжності випадкових величин. Критерії середньоквадратичної збіжності. Змінення числових характеристик випадкових процесів при лінійних перетвореннях. Приклади застосування - РС-ланцюжок. Випадки зберігання стаціонарності при лінійних перетвореннях. Спектр стаціонарного процесу. Спектральна щільність.

Кількість годин на тему – 25, з них лекції – 6, практичні заняття – 4, самостійна робота – 15.

Змістовий модуль 5

Тема 7. Мартингали.

Означення мартингалів із дискретним часом. Симетричне випадкове блукання як приклад мартингала. Приклади. Класична задача про розорення гравця, середня тривалість гри, ймовірність розорення. Задача про розорення інвестора із застосуванням мартингалів. Момент зупинки. Тотожності Вальда. Мартингали із неперервним часом. Застосування мартингалів для дослідження моменту виходу вінерівського процесу за рівень.

Кількість годин на тему – 18, з них лекції – 4, практичні заняття – 2, самостійна робота – 12

Модульний контроль – 2 години.

4. Індивідуальні завдання

Процеси Маркова. Розрахунок основних характеристик СМО.

5. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

6. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

7.1.

(*)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовні модулі 1-2			
Робота на лекціях	0...0,5	8	4
Робота на практичних заняттях	0...2	7	0...14
Самостійна робота	0...1	7	0...7
Модульний контроль	0...24	1	0...25
Змістовні модулі 3-5			
Робота на лекціях	0...0,5	8	4
Робота на практичних заняттях	0...2	7	0...14
Самостійна робота	0...1	7	0...7
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
Всього за семестр (*)			0...120

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та трьох практичних завдань. За кожне теоретичне питання та практичне завдання студент може отримати до 20 балів. Максимальна сума всіх балів – 100.

7.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

знати:

- Основні означення та теореми теорії випадкових процесів
- Числові характеристики (скінченновимірні розподіли, математичне сподівання, кореляційна функція).
- Поняття стаціонарності.
- Означення процесів Маркова
- Приклади застосування процесів Маркова.
- Властивості ланцюгів Маркова.
- Означення процесів Вінера та Пуассона.

7.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання.

Знати основні означення (Числові характеристики.

Поняття стаціонарності. Означення процесів Маркова. Властивості ланцюгів Маркова. Означення процесів Вінера та Пуассона). Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

Добре (75-89). Твердо знати матеріал, захистити всі індивідуальні завдання. Знати основні класи випадкових процесів. Приклади їх застосування. Скінченновимірні розподіли, математичне сподівання, кореляційна функція. Процеси Маркова, класифікація Кендалла. Ергодична теорема для ланцюгів. Процеси із незалежними приростами. Означення мартингалів. Означення лінійних перетворень та спектрального розкладу. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки непринципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань. Завдання в цілому виконуються без помилок, але в обґрунтуванні розв'язання є певні недоліки.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Зокрема не лише знати зміст теорем, але й вміти доводити їх. Курсову роботу не передбачено навчальним планом.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 7.1. Дано деякі пояснення до таблиці.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,5 бала ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бала.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 2 бали за самостійно розв'язану задачу або за обґрунтовану відповідь на теоретичне питання з доведенням основних положень; 1 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача.

Самостійна робота – 1 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи за темами, зазначеними в назві роботи.

Модульний контроль проводиться на 8 і 16 тижнях на практичних заняттях.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/>

Комплекс включає в себе такі обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

8. Методичне забезпечення

Робочі зошити та підручники:

1. Брисіна І.В., Макарічев В.О. Випадкові процеси. Харків, ХАІ, 2009.
2. Брисіна І.В., Рвачова Т.В., Томілова Є.П., Макарічев В.О. Методи системного аналізу у фінансовій і актуарній математиці. Харків, ХАІ, 2017. Російською мовою. Електронний ресурс.
3. Брисіна І.В., Рвачова Т.В., Томілова Є.П., Макарічев В.О. Фінансова і актуарна математика: навчальний посібник по практичним заняттям. ХАІ, 2017. Російською мовою. Електронний ресурс.
4. Ніколаєв О.Г. Аналітична геометрія та лінійна алгебра. - Харків, "Основа", 2000.
5. І. В. Брисіна, О. В. Головченко, Г. І. Кошовий, О. Г. Ніколаєв та ін. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах: Навч. посібник для ВУЗів. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
6. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Випадкові процеси" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т"; І.В.Брисіна. - Харків, 2019. - 51 с. - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc>

9. Рекомендована література

1. Горбань І.Т. Теорія ймовірностей і математична статистика для наукових працівників та інженерів. НАНУ, Інститут проблем математичних машин і систем, К., 2003 – с. 244.
2. Коломієць С.В. Теорія випадкових процесів: практикум. – Суми: ДВНЗ «УБС НБУ», 2011. – 80 с.
3. Скороход А.В. Лекції з теорії випадкових процесів, К. Либідь, 1990, с. 167.

Допоміжна

4. Анисимов В.В., Закусило О.К., Донченко В.С. Элементы теории массового обслуживания и асимптотического анализа систем- К. : Вища школа, 1987.-248 с

5. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения.-М.-Высшая школа , 2007, 480с.
6. Волков И.К., Зуев С.М.,Цветкова Г.М.,- Случайные процессы. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999, -448 с.
7. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей .-М. Ленанд ,2015.-448 с.
8. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания, –М. URSS, 2013 Б –400 с.
9. Печинкин А.В., Тескин О.И., Цветкова Г.М.,- Теория вероятностей. Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004, -456с.
10. Пугачев В.С. –Теория вероятностей и математическая статистика , -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002, 496 с.
11. Розанов Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и метематическая статистика.-М.-Наука ,1985, 320 с.
12. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций. Под ред. Свешникова А.А.,- М.: Наука 1970.-656с.
13. Сборник задач по математике для ВТУЗов. Под ред. Ефимова А.В.-М.- Наука 1990, 432 с.
14. Миллер Б.М., Панков Т. П.,- Теория случайных процессов в примерах и задачах. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002-320 с.
15. Steve Lally, Stochastic processes lecture notes, Galton. Uchicago.edu., 2016.

Інформаційні ресурси (додатково)

<https://nptel.ac.in/courses/110104024/pdf/lecture5.pdf>

https://web.ma.utexas.edu/users/gordanz/notes/introduction_to_stochastic_processes.pdf
<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-262-discrete-stochastic-processes-spring-2011/video-lectures/lecture-20-markov-processes-and-random-walks/>

10. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
<https://library.khai.edu>