

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра вищої та прикладної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІ ЕА і Е

 / Каплун В.В./
_____ 2023 р.




«СХВАЛЕНО»

на засіданні

кафедри вищої та
прикладної математики

Протокол № 14 від 01 травня 2023 р.

Завідувач кафедри

 / Панталієнко Л.А./

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП 163 «Біомедична
інженерія»

Гарант ОП

 /Никифорова Л.Є./

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вища математика

спеціальність 163 «Біомедична інженерія»

освітня програма «Біомедична інженерія»

Факультет (ННІ) Енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник:

Панталієнко Людмила Анатоліївна, доц., канд. фіз.-мат. наук, доц.

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Вища математика

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	16 Хімічна інженерія та біоінженерія (шифр і назва)	
Напрямок підготовки	(шифр і назва)	
Спеціальність	163 «Біомедична інженерія» (шифр і назва)	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна	
Загальна кількість годин	360	
Кількість кредитів ECTS	12	
Кількість змістових модулів	9	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	(назва)	
Форма контролю	Іспит 1, 2, 3 сем.	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1, 2	
Семестр	1-3	
Лекційні заняття	90 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	90 год.	год.
Лабораторні заняття	год.	год.
Самостійна робота	180 год.	год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	1 сем. – 4 год. 2 сем. – 4 год. 3 сем. – 4 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: сприяти формуванню особистості студента, майбутнього спеціаліста, розвитку його інтелекту та здібностей до логічного й алгоритмічного мислення; навчити студента основним математичним методам, що необхідні для аналізу та моделювання процесів, явищ, при відшуканні оптимальних розв'язків конкретних прикладних задач; для обробки та аналізу чисельних і натурних експериментів.

Завдання: на прикладах математичних понять і методів продемонструвати студентам дію законів природи, суть наукового підходу, специфіку предмету та його роль у здійсненні науково-технічного прогресу; навчити студентів прийомам дослідження та розв'язання математично формалізованих задач, виробити у студентів навички застосування основних ідей та методів дисципліни, зосередити увагу на поглибленому вивченні основних понять і методів предмету з метою їх застосування до прикладних проблем фаху, виробити у студентів вміння аналізувати отримані результати, прищепити їм навички самостійного вивчення та реферування літератури з дисципліни «Вища математика» та її прикладань за певною проблематикою.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні поняття та методи з метою їх застосування до прикладних задач фаху; прийоми дослідження та розв'язання математично формалізованих задач.

вміти: розв'язувати системи алгебраїчних рівнянь; володіти апаратом матриць, методами векторної алгебри та аналітичної геометрії; застосовувати похідну та інтеграл для розв'язання прикладних задач; складати диференціальне рівняння за описом динамічного процесу та розв'язувати його точними або наближеними методами; будувати найпростіші моделі реальних об'єктів і процесів та проводити їх якісний аналіз; здійснювати опис та обробку експериментальних даних методами математичної статистики, оцінювати визначальні параметри розподілу; вибирати методи аналізу складних моделей та здійснювати розв'язання математично формалізованих задач.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК 4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК 5. Здатність

проведення досліджень на відповідному рівні. ЗК 6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК 7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК 8. Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності). ЗК 10. Навики здійснення безпечної діяльності. ЗК 11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. ЗК 12. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина України. ЗК 13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

СК1. Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем. СК 2. Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання. СК 3. Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем. СК 4. Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації). СК 5. Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем. СК 6. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг. СК 7. Здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах. СК 8. Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.). СК 9. Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами. СК 10. Здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 1. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів,

властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії. ПРН 2. Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів. ПРН 3. Управляти комплексними діями або проектами, нести відповідальність за прийняття інженерних рішень у непередбачуваних умовах. ПРН 4. Застосовувати положення нормативно-технічних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва. ПРН 5. Вміти використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем. ПРН 6. Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг. ПРН 7. Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторноаналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів. ПРН 8. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою. ПРН 9. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення. ПРН 10. Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси. ПРН 11. Здійснювати контроль якості та умов експлуатації медичної техніки та матеріалів медичного призначення, штучних органів та протезів. ПРН 12. Надавати рекомендації щодо вибору обладнання для забезпечення проведення діагностики та лікування. ПРН 13. Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації. ПРН 14. Вміти аналізувати рівень відповідності сучасним світовим стандартам, а також оцінювати рішення і складати завдання на розробку автоматизованих систем управління з урахуванням можливостей сучасних технічних і програмних засобів автоматизації медичного обладнання. ПРН 15. Вміти складати завдання на розробку автоматизованих систем управління з урахуванням можливостей сучасних технічних і програмних засобів автоматизації медичного обладнання. ПРН 16. Вміти вибирати та рекомендувати відповідне медичне обладнання і біоматеріали для оснащення медичних закладів та забезпечення основних стадій технологічного процесу діагностики, профілактики та лікування. ПРН 17. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратної схеми медичних приладів та систем. ПРН 18. Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання.

1 семестр. – 120 год. (4 кредити)

Змістовий модуль 1. Лінійна алгебра. – 6 год.

Тема лекційного заняття 1. Визначники, їх обчислення та властивості. – 2 год.

Визначники 2-го та 3-го порядків, їх обчислення. Визначники n -го порядку. Основні властивості визначників. Мінори та алгебраїчні доповнення.

Тема лекційного заняття 2. Системи лінійних неоднорідних рівнянь.

Правило Крамера. – 2 год.

Лінійні системи алгебраїчних рівнянь. Квадратні системи лінійних рівнянь. Основні поняття. Правило Крамера. Розв'язання однорідної системи. Загальний розв'язок лінійної квадратної неоднорідної системи.

Тема лекційного заняття 3. Матриці, дії над ними. Матричний метод. – 2 год.

Алгебра матриць. Матриці. Основні поняття. Дії над матрицями. Обернена матриця, алгоритм її знаходження. Матричний метод розв'язання систем лінійних рівнянь.

Змістовий модуль 2. Векторна алгебра та аналітична геометрія. – 15 год.

Тема лекційного заняття 4. Вектори. Лінійні операції над векторами. – 2 год.

Поняття геометричного та аналітичного вектора. Вектори, основні поняття. Лінійні операції над векторами (додавання, віднімання, множення на число), їх властивості. Умова колінеарності векторів.

Тема лекційного заняття 5. Декартова прямокутна система координат. Проекції векторів. Напрямні косинуси. – 2 год.

Числова вісь. Координати на прямій. Проекції вектора на вісь, властивості. Декартова прямокутна система координат у просторі та на площині. Декартові координати точки, вектора. Координатна форма задання вектора. “Аналітичне “означення вектора, його зв'язок з “геометричним”. Напрямні косинуси.

Тема лекційного заняття 6. Скалярний та векторний добуток векторів. – 3 год.

Скалярний добуток векторів, його властивості, зміст та застосування. Векторний добуток векторів, властивості. Геометричний та фізичний зміст. Обчислення векторного добутку за відомими координатами векторів-множників.

Тема лекційного заняття 7. Мішаний добуток векторів. Базис. – 1 год.

Мішаний добуток векторів, його властивості та геометричний зміст. Необхідна та достатня умова компланарності векторів. Обчислення мішаного добутку. n -вимірний векторний простір.

Тема лекційного заняття 8. Площина та її рівняння – 2 год.

Поняття поверхні та лінії у просторі. Площина, як поверхня першого порядку. Різні рівняння площин: загальне, неповні рівняння площин, у відрізках, рівняння площини, що проходить через три задані точки, нормальне рівняння площини.

Відстань від точки до площини. Зведення загального рівняння площини до нормального вигляду. Взаємне розташування площин.

Тема лекційного заняття 9. Рівняння прямої у просторі. – 2 год.

Різні рівняння прямої у просторі (загальне рівняння, канонічні, та параметричні рівняння) , їх зв'язок. Механічний зміст параметричних рівнянь. Рівняння прямої, що проходить через дві задані точки. Взаємне розташування двох прямих у просторі. Кут між прямими. Умови паралельності та перпендикулярності прямих. Пряма та площина у просторі.

Тема лекційного заняття 10. Рівняння прямої на площині. – 1 год.

Лінія на площині. Пряма на площині. Різні рівняння прямої: загальне, у відрізках, з кутовим коефіцієнтом. Рівняння прямої, що проходить через дві задані точки та через точку із заданим кутовим коефіцієнтом. Кут між прямими. Умови перпендикулярності та паралельності прямих. Полярна система координат, її зв'язок з декартовою системою.

Тема лекційного заняття 11. Канонічні рівняння кривих другого порядку. – 2 год.

Канонічні рівняння кривих другого порядку (еліпс, коло, гіпербола, парабола), їх властивості. Паралельне перенесення системи координат. Зведення загального рівняння кривої другого порядку до канонічного вигляду.

Змістовий модуль 3. Границя та неперервність. – 9 год.

Тема лекційного заняття 12. Границя числової послідовності. – 2 год.

Упорядкована змінна величина. Границя числової послідовності. Нескінченно малі та нескінченно великі величини, їх властивості. Основні властивості нескінченно малих величин (НМВ). Монотонні послідовності. Число e . Основні властивості збіжних послідовностей. Невизначеності в теорії границь.

Тема лекційного заняття 13. Властивості збіжних послідовностей. – 2 год.

Монотонні послідовності. Число e . Основні властивості збіжних послідовностей. Невизначеності в теорії границь.

Тема лекційного заняття 14. Границя функції. – 2 год.

Границя функції в точці та її геометричний зміст. Ліва та права границі функції. Границя функції на нескінченності. Нескінченно велика функція в точці. Нескінченно малі функції та їх властивості. Основні властивості границі функції.

Тема лекційного заняття 15. Перша та друга чудові границі. Неперервність функції – 3 год.

Розкриття невизначеностей в теорії границь. Перша чудова границя. Друга чудова границя, наслідки. Неперервність функції в точці, різні означення. Точки розриву та їх класифікація. Основні теореми про неперервні функції. Застосування неперервності до розкриття невизначеностей.

2 семестр. – 120 год. (4 кредити).

Змістовий модуль 1. Диференціальне числення та ряди. – 13 год.

Тема лекційного заняття 1. Похідна функції однієї змінної та її зміст. – 2 год.

Задача про миттєву швидкість. Означення похідної та її зміст. Диференційовність функції в точці. Таблиця похідних. II означення диференційовності, зв'язок між неперервністю та диференційовністю.

Тема лекційного заняття 2. Обчислення похідної. Диференціал функції, його зміст. – 2 год.

Правила диференціювання алгебраїчної суми, добутку та частки функцій. Похідна складеної та степенево-показникової функцій. Гіперболічні функції та їх диференціювання. Похідні вищих порядків. Похідна неявної функції. Диференціал функції, його зміст. Застосування диференціала до наближених обчислень. Диференціали вищих порядків. Параметрично задані функції, їх диференціювання.

Тема лекційного заняття 3. Основні теореми диференціального числення. Правило Лопіталя. – 1 год.

Основні теореми диференціального числення (теореми Ферма, Ролля, Лагранжа, Коші). Правило Лопіталя.

Тема лекційного заняття 4. Дослідження функції за допомогою похідної. – 2 год.

Дослідження функції на монотонність, екстремум (необхідна та достатня умови). Найбільше та найменше значення функції на замкненому проміжку. Опуклість, гнутість та точки перегину кривої (необхідна та достатня умови). Асимптоти. Схема повного дослідження функції. Формули Тейлора, Маклорена. Розклад деяких елементарних функцій за формулою Маклорена.

Тема лекційного заняття 5. Диференціювання функції багатьох змінних. – 3 год.

Функції двох та більше змінних. Область визначення, геометричне зображення. Границя та неперервність. Частинні похідні I-го порядку, їх зміст. Повний приріст та повний диференціал. Застосування диференціалу до наближених обчислень. Складені функції та їх диференціювання. Дотична площина та нормаль до поверхні. Частинні похідні та диференціали вищих порядків. Поняття екстремуму функції двох змінних (ФДЗ). Необхідна та достатня умови існування екстремуму функції двох змінних (ФДЗ).

Тема лекційного заняття 6. Числові та функціональні ряди. – 3 год.

Числові ряди. Сума та збіжність ряду. Основні властивості збіжних рядів. Додатні числові ряди. Достатні умови збіжності (ознака порівняння, Даламбера, Коші). Знакопочережні числові ряди. Ознака Лейбніца. Знакозмінні числові ряди. Абсолютна та умовна збіжність. Функціональні ряди. Область збіжності. Степеневі ряди. Теорема Абеля. Радіус та інтервал збіжності. Застосування степеневих рядів до наближених обчислень.

Змістовий модуль 2. Інтегральне числення функції однієї змінної. – 8 год.

Тема лекційного заняття 7. Невизначений інтеграл. – 2 год.

Первісна та невизначений інтеграл. Основні властивості. Таблиця інтегралів. Основні методи інтегрування: безпосереднє, заміна змінної, частинами.

Тема лекційного заняття 8. Класи інтегровних функцій. – 4 год.

Інтегралі від деяких функцій, що містять квадратний тричлен. Інтегрування дробово-раціональних функцій. Інтегрування тригонометричних функцій та деяких ірраціональностей.

Тема лекційного заняття 9. Визначений інтеграл, його застосування – 2 год.

Задачі, що приводять до поняття визначеного інтеграла. Означення та зміст визначеного інтеграла. Основні властивості. Формула Ньютона-Лейбніца. Заміна змінної та інтегрування частинами у визначеному інтегралі. Обчислення площ плоских фігур.

Змістовий модуль 3. Диференціальні рівняння та їх системи. – 9 год.

Тема лекційного заняття 10. Диференціальні рівняння I-го порядку, основні поняття та означення. – 1 год.

Класифікація звичайних диференціальних рівнянь I-го порядку. Поняття розв'язку. Геометрична інтерпретація диференціальних рівнянь I-го порядку. Поле напрямків. Задача Коші. Поняття загального, частинного та особливого розв'язків.

Тема лекційного заняття 11. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними та однорідні. – 2 год.

Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. Диференціальні рівняння, що зводяться до рівнянь з відокремлюваними змінними. Однорідні диференціальні рівняння.

Тема лекційного заняття 12. Лінійні рівняння I-го порядку, рівняння Я.Бернуллі та рівняння Рікатті. – 2 год.

Властивості розв'язків. Знаходження загального розв'язку, зв'язок цих рівнянь. Частинні випадки розв'язання рівняння Рікатті.

Тема лекційного заняття 13. Диференціальні рівняння вищих порядків. – 1 год.

Загальні поняття й означення. Задача Коші. Загальний, частинний та особливий розв'язки. Диференціальні рівняння вищих порядків, що допускають зниження порядку.

Тема лекційного заняття 14. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку. – 2 год.

Лінійні диференціальні рівняння другого порядку зі змінними коефіцієнтами. Основні поняття. Лінійні однорідні рівняння другого порядку зі змінними коефіцієнтами. Властивості розв'язків. Знаходження загального розв'язку лінійного однорідного рівняння другого порядку зі змінними коефіцієнтами. Лінійне неоднорідне рівняння другого порядку зі змінними коефіцієнтами. Структура загального розв'язку. Метод Лагранжа (метод варіації довільних сталих). Лінійні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими

коефіцієнтами. Метод Ейлера. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами.

Тема лекційного заняття 15. Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку та їх системи. – 1 год.

Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку зі змінними коефіцієнтами. Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами. Системи звичайних диференціальних рівнянь. Класифікація систем. Основні поняття й означення. Метод виключення.

3 семестр. – 120 год. (4 кредити).

Змістовий модуль 1. Випадкові події. – 10 год.

Тема лекційного заняття 1. Випадкові події та їх ймовірності. – 2 год.

Означення випадкової події, їх класифікація (сумісні, несумісні, рівноможливі та єдиноможливі події; повна група подій). Класичне означення ймовірності. Основні формули комбінаторики. Переставлення, сполучення, розміщення. Правило суми й добутку.

Тема лекційного заняття 2. Статистичні та геометричні ймовірності. Алгебра подій. – 2 год.

Відносна частота події. Статистичне означення ймовірності. Поняття про геометричні ймовірності. Алгебра подій: сума й добуток подій.

Тема лекційного заняття 3. Теореми про ймовірності подій. – 2 год.

Алгебра подій: сума й добуток подій. Теореми додавання ймовірностей для сумісних та несумісних подій. Умовна ймовірність. Теореми множення ймовірностей для залежних та незалежних подій.

Тема лекційного заняття 4. Формула повної ймовірності. – 2 год.

Ймовірність появи хоча б однієї з кількох незалежних подій. Формула повної ймовірності. Формули Байєса. Розрахунок надійності технічних систем.

Тема лекційного заняття 5. Послідовність незалежних випробувань. – 2 год.

Послідовність незалежних випробувань. Постановка задачі. Формула Я. Бернуллі. Локальна та інтегральна теореми Лапласа. Формула Пуассона. Довірча ймовірність. Найбільш ймовірне число успіхів.

Змістовий модуль 2. Випадкові величини. – 12 год.

Тема лекційного заняття 6. Дискретні випадкові величини. – 2 год.

Дискретні та неперервні випадкові величини. Закон розподілу ймовірностей дискретної випадкової величини. Незалежність випадкових величин. Дії над незалежними дискретними випадковими величинами. Числові характеристики дискретних випадкових величин: математичне сподівання, дисперсія та середнє квадратичне відхилення дискретної випадкової величини.

Тема лекційного заняття 7. Основні закони розподілу дискретних випадкових величини. – 2 год.

Основні закони розподілу дискретної випадкової величини (рівномірний, біноміальний, розподіл Пуассона, геометричний, гіпергеометричний), їх числові характеристики. Потік випадкових подій.

Тема лекційного заняття 8. Неперервні випадкові величини. – 2 год.

Інтегральна функція розподілу ймовірностей випадкової величини та її властивості. Диференціальна функція розподілу ймовірностей неперервної випадкової величини. Властивості. Числові характеристики неперервних випадкових величин: математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення.

Тема лекційного заняття 9. Основні закони розподілу неперервних випадкових величин. – 2 год.

Основні закони розподілу неперервних випадкових величин: рівномірний розподіл. нормальний та показниковий закони розподілу. Властивості та застосування. Функції випадкових величин.

Тема лекційного заняття 10. Система двох випадкових величин. – 2 год.

Поняття про багатовимірні розподіли. Дискретні та неперервні двовимірні розподіли. Закон розподілу ймовірностей дискретної двовимірної випадкової величини. Інтегральна функція розподілу ймовірностей двовимірної випадкової величини та її властивості. Диференціальна функція розподілу ймовірностей двовимірної випадкової величини. Властивості. Числові характеристики системи двох випадкових величин. Кореляційний момент та коефіцієнт кореляції.

Тема лекційного заняття 11. Граничні теореми теорії ймовірностей. – 2 год.

Закон великих чисел (теореми Чебишева, Я. Бернуллі). Центральна гранична теорема (теорема Ляпунова). Приклади застосувань.

Змістовий модуль 3. Основи математичної статистики та теорії кореляції. – 8 год.

Тема лекційного заняття 12. Основи статистичного опису. – 2 год.

Основні задачі математичної статистики. Генеральна сукупність і вибірка. Вибірковий метод. Статистичний розподіл вибірки. Варіаційний ряд. Полігон і гістограма. Емпірична функція розподілу.

Тема лекційного заняття 13. Статистичні оцінки параметрів розподілу. – 2 год.

Статистичні оцінки параметрів розподілу. Властивості оцінок. Точкові оцінки параметрів. Вибіркова середня. Вибіркова та виправлена дисперсія (середнє квадратичне відхилення). Інтервальні оцінки параметрів розподілу. Точність оцінки. Довірча ймовірність (надійність). Довірчий інтервал. Побудова довірчого інтервалу для математичного сподівання при відомому та невідомому σ .

Тема лекційного заняття 14. Статистична перевірка гіпотез. – 2 год.

Постановка задачі. Статистичний критерій. Критична область. Перевірка гіпотез про закон розподілу (критерій згоди χ^2 та критерій згоди λ Колмогорова). Статистична перевірка деяких параметричних гіпотез (про математичне сподівання, дисперсію нормально розподіленої величини, виключення грубих помилок при проведенні спостережень).

Тема лекційного заняття 15. Кореляційний та регресійний аналіз. – 2 год.

Статистична (кореляційна) залежність випадкових величин. Основні задачі кореляційного аналізу. Обчислення вибіркового коефіцієнта кореляції. Знаходження параметрів вибіркового лінійного рівняння регресії. Метод найменших квадратів.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	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
1 семестр.												
Змістовий модуль 1. Лінійна алгебра.												
Тема 1. Визначники, їх обчислення і властивості.	9	2	3			4						
Тема 2. Системи лінійних неоднорідних рівнянь.	9	2	2			5						
Тема 3. Матриці, дії над ними. Матричний метод.	11	2	3			6						
Разом за змістовим модулем 1	29	6	8			15						
Змістовий модуль 2. Векторна алгебра та аналітична геометрія.												
Тема 4. Вектори. Лінійні операції над векторами.	6	2	1			3						
Тема 5. Декартова прямокутна система координат. Проекції векторів. Напрявні косинуси.	6	2	1			3						
Тема 6. Скалярний та векторний добуток векторів.	9	3	2			4						
Тема 7. Мішаний добуток векторів. Базис.	4	1	1			3						
Тема 8. Площина та її рівняння.	7	2	2			3						
Тема 9. Рівняння прямої у просторі.	7	2	2			3						
Тема 10. Рівняння прямої на площині.	5	1	2			2						
Тема 11. Канонічні рівняння кривих другого порядку.	8	2	2			4						
Разом за змістовим модулем 2	52	15	12			25						
Змістовий модуль 3. Границя та неперервність.												
Тема 12. <u>Границя числової послідовності.</u>	9	2	2			5						
Тема 13. <u>Властивості збіжних послідовностей.</u>	9	2	2			5						
Тема 14. Границя функції.	9	2	2			5						
Тема 15. Перша та друга чудові границі. Неперервність функції.	12	3	4			5						
Разом за змістовим модулем 3	39	9	10			20						
Усього годин	120	30	30			60						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	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	
2 семестр.													
Змістовий модуль 1. Диференціальне числення та ряди.													
Тема 1. Похідна функції однієї змінної та її зміст.	6	2	2			2							
Тема 2. Обчислення похідної. Диференціал функції, його зміст.	6	2	2			2							
Тема 3. Основні теореми диференціального числення. Правило Лопіталя.	7	1	2			4							
Тема 4. Дослідження функції за допомогою похідної.	11	2	2			7							
Тема 5. Диференціювання функції багатьох змінних.	13	3	2			8							
Тема 6. Числові та функціональні ряди.	7	3	2			2							
Разом за змістовим модулем 1	50	13	12			25							
Змістовий модуль 2. Інтегральне числення функції однієї змінної.													
Тема 7. Невизначений інтеграл.	9	2	3			4							
Тема 8. Класи інтегровних функцій.	13	4	4			5							
Тема 9. Визначений інтеграл, його застосування.	10	2	2			6							
Разом за змістовим модулем 2	32	8	9			15							
Змістовий модуль 3. Диференціальні рівняння та їх системи.													
Тема 10. Диференціальні рівняння I-го порядку, основні поняття та означення.	3	1				2							
Тема 11. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними та однорідні.	7	2	2			3							
Тема 12. Лінійні рівняння I-го порядку, рівняння Я.Бернуллі.	8	2	2			4							
Тема 13. Диференціальні рівняння вищих порядків.	4	1	1			2							
Тема 14. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку.	9	2	2			5							
Тема 15. Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку та їх системи.	7	1	2			4							
Разом за змістовим модулем 3	38	9	9			20							
Усього годин	120	30	30			60							

3 семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	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
Змістовий модуль 1. Випадкові події.												
Тема 1. Випадкові події та їх ймовірності.	8	2	2			4						
Тема 2. Статистичні та геометричні ймовірності. Алгебра подій.	8	2	2			4						
Тема 3. Теореми про ймовірності подій.	8	2	2			4						
Тема 4. Формула повної ймовірності.	8	2	2			4						
Тема 5. Послідовність незалежних випробувань.	8	2	2			4						
Разом за змістовим модулем 1	40	10	10			20						
Змістовий модуль 2. Випадкові величини.												
Тема 6. Дискретні випадкові величини.	7	2	2			3						
Тема 7. Основні закони розподілу дискретних випадкових величин.	8	2	2			4						
Тема 8 Неперервні випадкові величини.	8	2	2			4						
Тема 9. Основні закони розподілу неперервних випадкових величин.	8	2	2			4						
Тема 10. Система двох випадкових величин.	8	2	3			3						
Тема 11. Граничні теореми теорії ймовірностей	5	2	1			2						
Разом за змістовим модулем 2	44	12	12			20						
Змістовий модуль 3. Основи математичної статистики та теорії кореляції.												
Тема 12. Основи статистичного опису.	9	2	2			5						
Тема 13. Статистичні оцінки параметрів розподілу.	9	2	2			5						
Тема 14. Статистична перевірка гіпотез.	9	2	2			5						
Тема 15. Кореляційний та регресійний аналіз	9	2	2			5						
Разом за змістовим модулем 3	36	8	8			20						
Усього годин	120	30	30			60						

5. Теми практичних занять

1 семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначники другого та третього порядків, їх обчислення та властивості.	2
2.	Системи лінійних неоднорідних рівнянь. Правило Крамера. Однорідні системи лінійних рівнянь.	2
3.	Матриці, дії над ними. Матричний метод розв'язання системи лінійних неоднорідних рівнянь.	2
4.	Вектори. Лінійні операції над векторами. Умова колінеарності векторів.	2
5.	Декартова прямокутна система координат у просторі та на площині. Проекції (координати) векторів. Напрямні косинуси.	2
6.	Скалярний та векторний добутки векторів.	3
7.	Мішаний добуток векторів. Базис.	1
8.	Площина та її рівняння.	2
9.	Рівняння прямої у просторі.	2
10.	Пряма на площині та її рівняння Кут між прямими. Умови паралельності та перпендикулярності двох прямих.	1
11.	Еліпс, коло, гіпербола, парабола; їх канонічні рівняння.	2
12.	Границя послідовності.	2
13.	Нескінченно малі та нескінченно великі величини. Розкриття невизначеностей.	2
14.	Границя функції. Основні типи невизначеностей.	2
15.	Чудові границі.	2
16.	Дослідження функції на неперервність.	1
Разом		30

2 семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Похідна, її зміст та обчислення. Таблиця похідних. Основні правила диференціювання.	2
2.	Диференціал функції. Похідна неявної та параметрично заданої функції. Похідні та диференціали вищих порядків.	2
3.	Правило Лопіталя.	2

4.	Дослідження функції на монотонність, екстремум, перегин. Асимптоти кривої.	2
5.	Функції двох змінних. Область визначення. Частинні похідні першого порядку. Диференціал. Екстремум.	2
6.	Числові ряди. Ознаки збіжності додатних числових рядів. Степеневі ряди.	2
7.	Невизначений інтеграл: Основні методи інтегрування.	2
8.	Інтегрування дробово-раціональних функцій.	2
9.	Інтегрування ірраціональних та тригонометричних функцій.	2
10.	Визначений інтеграл. Основні методи інтегрування.	2
11.	Диференціальні рівняння I-го порядку, основні поняття.	1
12.	Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними та однорідні.	2
13.	Лінійні диференціальні рівняння та рівняння Я.Бернуллі.	2
14.	Диференціальні рівняння другого порядку, що припускають зниження порядку.	1
15.	Лінійні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною. Метод невизначених коефіцієнтів.	2
16.	Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку та системи.	2
Разом		30

3 семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Безпосередній підрахунок ймовірності. Основні формули комбінаторики.	2
2.	Відносна частота події. Геометричні ймовірності.	2
3.	Теореми про ймовірності подій.	2
4.	Формула повної ймовірності. Формули Байеса.	2
5.	Послідовність незалежних випробувань.	2
6.	Дискретні випадкові величини. Закон розподілу ймовірностей. Числові характеристики.	2
7.	Основні закони розподілу дискретної випадкової величини.	2
8.	Інтегральна та диференціальна функції розподілу ймовірностей. Числові характеристики неперервних випадкових величин.	2

9.	Основні закони розподілу неперервних випадкових величин.	2
10.	Система двох випадкових величин. Закон розподілу. Інтегральна та диференціальна функції розподілу . Числові характеристики.	3
11.	Граничні теореми теорії ймовірностей.	1
12.	Статистичний розподіл вибірки. Варіаційний ряд. Полігон і гістограма. Емпірична функція розподілу.	2
13.	Точкові та інтервальні оцінки параметрів розподілу. Побудова довірчого інтервалу для математичного сподівання при відомому і невідомому σ .	2
14.	Статистична перевірка параметричних гіпотез.	2
15.	Обчислення вибіркового коефіцієнта кореляції. Знаходження параметрів вибіркового лінійного рівняння регресії.	2
Разом		30

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Обчислення визначників 4- го порядку.	2
2	Визначник Вандермонда.	2
3	Загальний розв'язок лінійної квадратної неоднорідної системи.	2
4	Елементарні перетворення матриці. Метод Гауса.	3
5	Розв'язання матричних рівнянь.	3
6	Ранг матриці. Теорема Кронекера-Капеллі.	3
7.	Застосування скалярного та векторного добутків в геометрії.	3
8.	Застосування скалярного та векторного добутків в фізиці.	2
9.	Застосування мішаного добутку в геометрії.	2
10	Лінійно залежні та лінійно незалежні вектори. Базис.	2
11	Найпростіші задачі аналітичної геометрії	2
12	Площина та її рівняння (загальне та неповні рівняння площин).	3
13	Нормальне рівняння площини. Рівняння площини, що проходить через три задані точки. Взаємне розташування площин.	3
14	Рівняння прямої у просторі: канонічні, параметричні рівняння; рівняння прямої, що проходить через дві задані точки та їх зв'язок.	3
15.	Загальне рівняння прямої. Взаємне розташування прямих у просторі.	3
16.	Пряма та площина у просторі. Відстань від точки до площини, від точки до прямої.	3
17.	Пряма на площині та її рівняння Кут між прямими. Умови паралельності та перпендикулярності двох прямих. Ділення відрізка в даному відношенні.	2
18	Задачі на пряму і площину.	2
19.	Поверхні другого порядку	2
20.	Паралельне перенесення системи координат. Зведення загального рівняння кривої II порядку до канонічного вигляду.	3
21	Функції. Основні характеристики функцій.	2
22	Порівняння нескінченно малих (великих) величин.	2
23	Наслідки з чудових границь.	2
24	Застосування неперервності до розкриття невизначеностей.	2

25	Розкриття степенєво-показникових невизначеностей.	2
Разом за 1 семестр		60
1	Найбільше та найменше значення функції. Текстові задачі.	4
2	Побудова графіків функції за допомогою похідної	4
3	Функції двох змінних. Область визначення. Частинні похідні першого порядку. Диференціал.	3
4	Диференціювання складених та неявно заданих функцій. Рівняння дотичної площини та нормалі до поверхні.	3
5	Частинні похідні та диференціали вищих порядків. Екстремум функції двох змінних	3
6	Границя та неперервність функції двох змінних	2
7.	Найбільше та найменше значення функції двох змінних в замкненій області.	2
8.	Умовний екстремум функції двох змінних.	4
9.	Числові ряди. Необхідна умова збіжності. Ознаки збіжності додатних числових рядів (I ознака порівняння, Коші, Даламбера).	2
10	Знакопочережні числові ряди. Ознака Лейбніца. Знакозмінні числові ряди. Абсолютна та умовна збіжність.	1
11	Степеневі ряди. Область та інтервал збіжності. Радіус збіжності.	3
12	Застосування рядів до наближених обчислень.	2
13	Інтегрування біноміальних диференціалів.	2
14	Застосування парності (непарності) підінтегральної функції до інтегрування тригонометричних функцій.	2
15.	Застосування визначеного інтеграла до розв'язання геометричних задач.	3
16.	Застосування визначеного інтеграла до розв'язання фізичних задач.	3
17.	Геометрична інтерпретація диференціальних рівнянь I-го порядку. Поле напрямків.	2
18	Знаходження особливих розв'язків диференціальних рівнянь I-го порядку.	2
19.	Диференціальні рівняння, що зводяться до рівнянь з відокремлюваними змінними та однорідних.	2
20.	Лінійні рівняння I-го порядку. Метод Лагранжа.	1
21	Рівняння Рікатті. Побудова загальног розв'язку за відомими частинними.	2

22	Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Інтегрувальний множник.	2
23	Диференціальні рівняння n -го порядку, що допускають зниження порядку	2
24	Лінійні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Принцип накладання розв'язків.	2
25	Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку. Метод Лагранжа.	2
Разом за 2 семестр		60

1	Основні поняття теорії ймовірності. Класичне означення ймовірності.	3
2	Безпосередній підрахунок ймовірності. Основні формули комбінаторики.	3
3	Статистичне та геометричне означення ймовірності.	3
4	Алгебра подій. Теорема додавання ймовірностей для сумісних та несумісних подій. Умовна ймовірність.	3
5	Теорема множення ймовірностей для залежних та незалежних подій. Ймовірність появи хоча б однієї події.	3
6	Формула повної ймовірності. Формули Байеса.	3
7	Розрахунок надійності технічних систем.	3
8	Послідовність незалежних випробувань. Формула Я. Бернуллі.	3
9	Локальна та інтегральна теорема Лапласа.	3
10	Формула Пуасона.	3
11	Дискретні та неперервні випадкові величини. Закон розподілу ймовірностей дискретної випадкової величини.	3
12.	Основні закони розподілу дискретних випадкових величин	3
13	Дії над незалежними дискретними випадковими величинами. Числові характеристики дискретних випадкових величин.	3
14.	Інтегральна функція розподілу ймовірностей випадкової величини та її властивості.	3
15.	Диференціальна функція розподілу ймовірностей неперервної випадкової величини.	3
16.	Числові характеристики неперервних випадкових величин.	3
17.	Основні закони розподілу неперервних випадкових	3

	величин. Рівномірний розподіл.	
18	Нормальний закон розподілу.	3
19	Показниковий розподіл. Функція надійності	3
20	Статистичний розподіл вибірки. Варіаційний ряд. Полігон і гістограма. Емпірична функція розподілу.	3
21	Точкові оцінки параметрів. Вибіркова середня. Вибіркова та виправлена дисперсія (середнє квадратичне відхилення).	3
22	Інтервальні оцінки параметрів розподілу. Точність оцінки. Довірча ймовірність (надійність). Довірчий інтервал. Побудова довірчого інтервалу для математичного сподівання при відомому і невідомому σ .	3
23	Критерій згоди χ^2 Пірсона.	3
24	Основні задачі кореляційного аналізу. Обчислення вибіркового коефіцієнта кореляції.	3
25	Знаходження параметрів вибіркового лінійного рівняння регресії.	3
Разом за 3 семестр		60

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

за матеріалом курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика»

Модуль 1.

1. Що називають випадковою, елементарною подією? Навести приклади.
2. Які події називаються достовірними і неможливими? Які події називають несумісними, єдино можливими, рівно можливими? Навести приклади.
3. Яка множина подій називається повною групою подій? Простором елементарних подій? Навести приклади.
4. Які події називаються протилежними? Навести приклади.
5. У чому полягає класичне означення ймовірності і коли воно застосовується?
6. Які основні властивості ймовірності?
7. Дати означення таких комбінацій: переставлення, сполучення, розміщення. Навести необхідні формули. Як розрізнити сполучення і розміщення?
8. Сформулювати основні правила комбінаторики – правило добутку і суми.
9. Як означається відносна частота події? У чому полягає її зв'язок із класичним означенням ймовірності? Сформулювати властивість стійкості.
10. Як означається геометрична ймовірність? Сформулювати постановку задачі та навести необхідні формули.

1. Які операції можна виконувати над подіями?
2. Як означається сума двох (скінченної кількості) подій? Проілюструвати діаграмою.
3. Як означається добуток двох (скінченної кількості) подій? Проілюструвати діаграмою.
4. Сформулювати основні властивості операцій над подіями.
5. У чому полягає теорема додавання ймовірностей? Сформулювати для випадку несумісних та сумісних подій.
6. Чому дорівнює сума ймовірностей подій, що утворюють повну групу? Протилежних подій?
7. Які події називають незалежними, залежними?
8. Як означається умовна ймовірність?
9. У чому полягає теорема множення ймовірностей? Сформулювати для випадку незалежних, залежних подій.
10. Чому дорівнює ймовірність появи хоча б однієї з подій, незалежних в сукупності?
11. Сформулювати постановку задачі формули повної ймовірності, формул Байєса.
12. Які події називають гіпотезами? У якому варіанті постановки задачі.
13. Записати формулу повної ймовірності.
14. За допомогою теорем про ймовірності подій довести формули Байєса.

15. Як здійснюється розрахунок надійності технічної системи для випадку послідовно (паралельно) з'єднаних елементів?

1. Сформулювати постановку задачі схеми Бернуллі.
2. Які основні задачі пов'язані зі схемою Бернуллі?
3. Записати формулу Бернуллі.
4. Як знайти найбільш ймовірне число появ події A в n незалежних випробуваннях? Сформулювати окремі випадки.
5. Сформулювати локальну теорему Лапласа та вказати умови її застосування.
6. Сформулювати інтегральну теорему Лапласа та вказати умови її застосування.
7. Сформулювати граничну теорему Пуассона і вказати умови її застосування.
8. Як обчислюється параметр Пуассона? розглянути два окремі випадки.
9. Як означається потік подій? Яка з формул схеми Бернуллі застосовується для розрахунку ймовірності?
10. Як обчислюється ймовірність відхилення відносної частоти від ймовірності? Довести розрахункову формулу на підставі інтегральної теореми Лапласа.

Модуль 2.

1. Дати означення випадкової величини.
2. Яка випадкова величина називається дискретною?
3. Яка випадкова величина називається неперервною?
4. Як задають розподіл дискретної випадкової величини?
5. Що слугує графічним зображенням розподілу дискретної випадкової величини?
6. Які дискретні випадкові величини називають незалежними?
7. Як означається добуток сталої на дискретну випадкову величину? Запишіть закон розподілу для SX .
8. Як означаються сума, добуток двох дискретних випадкових величин?
9. Які основні числові характеристики дискретної випадкової величини? Дати їх означення.
10. Навести два способи обчислення дисперсії.
11. У чому полягає ймовірнісний зміст математичного сподівання?
12. Які основні властивості математичного сподівання?
13. Які основні властивості дисперсії?
14. Навести основні закони розподілу дискретної випадкової величини.
15. За якими формулами визначаються числові характеристики біномного закону? Закону розподілу Пуассона?

1. Як означається інтегральна функція розподілу? Для завдання яких величин вона застосовується?
2. Навести основні властивості інтегральної функції розподілу. Які з них притаманні лише неперервній випадковій величині?

3. Дати означення диференціальної функції розподілу неперервної випадкової величини. Чому її називають ще щільністю ймовірності (розподілу)?
4. Чим відрізняється дискретна випадкова величина від неперервної випадкової величини?
5. Навести основні властивості диференціальної функції та їх геометричне тлумачення.
6. Який зв'язок між інтегральною функцією розподілу та щільністю розподілу?
7. Як визначити ймовірність того, що випадкова величина прийме значення із заданого інтервалу? Навести два способи обчислення.
8. Які основні числові характеристики неперервної випадкової величини? Як вони обчислюються?
9. Навести основні розподіли неперервної випадкової величини. За якою характеристикою означається кожний з розподілів?
10. Якими є визначальні параметри нормального та показникового розподілу?
11. Як знайти ймовірність того, що нормально розподілена випадкова величина X прийме значення з інтервалу $(\alpha; \beta)$? Ймовірність $P(|X - a| < \varepsilon)$?
12. Як зв'язані математичне сподівання та середнє квадратичне відхилення показникового розподілу? Як означається функція надійності?
13. Як знайти розподіл функції за відомим законом розподілу аргумента? Окремо розглянути випадок дискретної та неперервної випадкової величини.
14. У чому полягає закон великих чисел? Навести теорему Чебишева, її практичне значення.
15. Сформулювати теорему Ляпунова (центральну граничну теорему).

Модуль 3.

1. Як означається генеральна сукупність? вибірка?
2. У чому полягає суть вибіркового методу?
3. Що називають варіантами? варіаційним рядом? розмахом вибірки?
4. Що називають частотою, відносною частотою варіант?
5. Як означається статистичний розподіл вибірки? Як побудувати дискретний варіаційний ряд? інтервальний варіаційний ряд?
6. Що являють собою полігон (відносних) частот, гістограма (відносних) частот вибірки?
7. Як означається емпірична функція розподілу? Навести основні властивості.
8. Що розуміють під статистичною оцінкою параметра розподілу?
9. Яка статистична оцінка називається незміщеною? ефективною? спроможною?
10. Яка статистична оцінка називається точковою? Інтервальною?
11. Навести формули для обчислення точкових оцінок математичного сподівання, дисперсії, середнього квадратичного відхилення
12. Як «підправити» вибіркoву дисперсію, щоб оцінка стала незміщеною?
13. При яких об'ємах вибірки в якості оцінки генеральної дисперсії приймають "виправлену" дисперсію? Вибіркову дисперсію?
14. Як означається довірча ймовірність (надійність) статистичної оцінки?

15. Як знайти довірчий інтервал для математичного сподівання нормального розподілу при відомому середньому квадратичному відхиленні σ ? При невідомому середньому квадратичному відхиленні σ ?

16. Як можна підвищити точність статистичної оцінки?

17. За якою формулою знаходиться мінімальний об'єм вибірки для оцінки математичного сподівання з наперед заданою точністю δ і надійністю γ ?

1. Яку залежність між випадковими величинами називають функціональною? статистичною? кореляційною?

2. Як означається рівняння регресії Y на X (X на Y)?

3. Що називають умовною середньою?

4. Як записують вибіркове рівняння регресії?

5. Як називається графік вибіркового рівняння регресії?

6. Опишіть структуру кореляційної таблиці. Чи можливо скласти кореляційну таблицю для неперервних випадкових величин?

7. Які дві основні задачі розглядають у кореляційному аналізі?

8. Як знайти наближений вигляд згладжувальної функції? Що таке поле розсіювання?

9. У чому полягає суть методу найменших квадратів?

10. Який вигляд має нормальна система методу найменших квадратів для випадку лінійної згладжувальної функції?

11. Що розуміють під прямолінійною та криволінійною кореляціями?

12. Як означається вибірковий коефіцієнт кореляції? Оцінкою чого слугує вибірковий коефіцієнт кореляції?

13. Сформулювати властивості вибіркового коефіцієнта кореляції.

14. Як означається кореляційне відношення випадкової величини Y до випадкової величини X (випадкової величини X до випадкової величини Y)?

15. . Сформулювати основні властивості кореляційних відношень.

Комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Питання 1.

75	У групі 12 студентів, серед яких 8 відмінників. За списком навмання відбирають 9 студентів. Якою буде ймовірність того, що серед відібраних студентів 5 відмінників?
100	14/55
	1/3
	-2
	0

Питання 2.

100	В круг радіуса R навмання кинута точка. Чому дорівнює ймовірність того, що точка потрапить усередину вписаного в круг правильного трикутника?
	$2\sqrt{2}/(4\pi)$
	$3\sqrt{3}/(5\pi)$
	$3\sqrt{2}/(8\pi)$
100	$3\sqrt{3}/(4\pi)$

Питання 3.

50	У партії з 100 приладів 5 виявилися спрацьованими. Відносна частота появи спрацьованих приладів дорівнює
	0,01
	0,2
100	0,05
	0,02

Питання 4.

50	Всередині квадрата зі стороною 2 розміщено менший квадрат зі стороною 1. Ймовірність того, що точка, кинута навмання у великий квадрат, влучить також і в малий квадрат дорівнює
100	0,25
	0,5
	0,1
	0,2

Питання 5.

50	Наближенням до ймовірності появи події слугує
100	відносна частота події
	диференціальна функція
	математичне сподівання
	виправлена дисперсія

Питання 6.

50	Яке з чисел може слугувати оцінкою можливості настання випадкової події?
	-0,2
100	1
	1,3
100	0,7

Питання 7.

100	В лотереї n білетів, на m з яких припадає виграш. Чому дорівнює ймовірність того, що з k придбаних білетів виграє хоч один?
	C_{n-m}^k / C_n^k
	$1 - C_m^k / C_n^k$
100	$1 - C_{n-m}^k / C_n^k$
	C_m^k / C_n^k

Питання 8.

75	Скількома способами можна вибрати з 15 осіб делегацію в складі 3 осіб?
	3
100	455
	45
	300

Питання 9.

100	У шаховому турнірі було зіграно 45 партій. Якою є кількість учасників турніру, якщо відомо, що кожний учасник зіграв з кожним по одній партії?
	22
	14
100	10
	17

Питання 10.

50	Добутком $A \cdot B$ двох подій A і B називають подію, що полягає або в появі події A або події B
	в появі хоча б однієї з цих подій
100	в сумісній появі цих подій
	в появі тільки однієї з цих подій

Питання 11.

50	Сумою $A + B$ двох подій A і B називають подію, що полягає або в появі події A або події B
100	в появі хоча б однієї з цих подій
	в сумісній появі цих подій
	в появі тільки однієї з цих подій

Питання 12.

75	ВТК перевіряє деталі на стандартність. Ймовірність того, що деталь стандартна дорівнює 0,9. Чому дорівнює ймовірність того, що з двох перевірених деталей тільки одна стандартна?
100	0,18
	0
	0,36
	0,23

Питання 13.

100	В цеху працює 20 станків, серед яких 10 марки A , 6 марки B і 4 марки C . Ймовірність того, що якість деталі буде високою, для цих станків відповідно дорівнює 0,9; 0,8 і 0,7. Який відсоток високоякісних деталей випускає цех?
	0,1%
	12%
100	83%
	25%

Питання 14.

50	Сума ймовірностей кількох подій, що утворюють повну групу, дорівнює
	0
	-1
100	1
	0,5

Питання 15.

50	Сума ймовірностей протилежних подій дорівнює
	0
	-1
100	1
	0,5

Питання 16.

100	Два з трьох незалежно працюючих вузлів приладу відмовили. Чому дорівнює ймовірність того, що відмовили I-й та II-й вузли, якщо ймовірності відмов I-го, II-го і III-го вузлів відповідно такі: 0,2; 0,4, 0,3?
	0,7
	0,2
	0,9
100	0,3

Питання 17.

50	Ймовірність суми двох несумісних подій дорівнює
	сумі їх ймовірностей без ймовірності добутку цих подій
100	сумі їх ймовірностей
	добутку їх ймовірностей
	ймовірності появи однієї з цих подій

Питання 18.

50	Якою буде надійність безвідмовної роботи протягом часу T ділянки технічної системи з двох послідовно з'єднаних елементів, що працюють з надійністю p_1 та p_2 відповідно?
	$p_1 + p_2$
	$1 - p_1 p_2$
100	$p_1 p_2$
	$p_1 + p_2 - p_1 p_2$

Питання 19.

50	Якою буде надійність безвідмовної роботи протягом часу T ділянки технічної системи з двох паралельно з'єднаних елементів, що працюють з надійністю p_1 та p_2 відповідно?
	$p_1 + p_2$
	$1 - p_1 p_2$
100	$1 - q_1 q_2, p_1 + q_1 = 1, p_2 + q_2 = 1$
100	$p_1 + p_2 - p_1 p_2$

Питання 20.

75	Ймовірності влучення в ціль при стрільбі з I-ої, II-ої та III-ої гармати відповідно такі: 0,8; 0,7, 0,9. Чому дорівнює ймовірність хоч одного влучення в ціль при одному залпі з усіх 3-х гармат?
	1
	0,745
	0,112
100	0,994

Питання 21.

50	Схема незалежних випробувань визначається параметрами $p = 0,3$; $n = 700$. Яку з формул слід застосувати для обчислення ймовірності $P_n(m)$?
	Формулу Бернуллі
	Інтегральну формулу Лапласа
	Формулу Пуассона
100	Локальну формулу Лапласа

Питання 22.

50	Схема незалежних випробувань визначається параметрами $p = 0,3$; $n = 7$. Яку з формул слід застосувати для обчислення ймовірності $P_n(m)$?
100	Формулу Бернуллі
	Інтегральну формулу Лапласа
	Формулу Пуассона
	Локальну формулу Лапласа

Питання 23.

50	Схема незалежних випробувань визначається параметрами $p = 0,003$; $n = 700$. Яку з формул слід застосувати для обчислення ймовірності $P_n(m)$?
	Формулу Бернуллі
	Інтегральну формулу Лапласа
100	Формулу Пуассона
	Локальну формулу Лапласа

Питання 24.

50	Схема незалежних випробувань визначається параметрами $p = 0,3$; $n = 700$. Яку з формул слід застосувати для обчислення ймовірності $P_n(m_1; m_2)$?
	Формулу Бернуллі
100	Інтегральну формулу Лапласа
	Формулу Пуассона
	Локальну формулу Лапласа

Питання 25.

100	Ймовірність влучення в мішень при одному пострілі дорівнює 0,8. Скільки пострілів потрібно зробити, щоб з ймовірністю, меншою від 0,4, можна було сподіватись, що не буде жодного промаху?
	≤ 12
	> 7
100	≥ 5
	< 14

Питання 26.

75	Якщо ймовірність появи події A в одному випробуванні дорівнює $0,4$, то ймовірність того, що подія A з'явиться не менше 3 разів в 4 -х незалежних випробуваннях буде такою:
100	0,1792
	0,9156
	0,0235
	0,3428

Питання 27.

75	За локальною теоремою Лапласа ймовірність того, що серед 625 виготовлених деталей 415 буде деталей I-го сорту за умовою $p = 0,64$ (ймовірність, що певна деталь I-го сорту $= 0,64$) наближено дорівнює
	0,0917
100	0,0152
	0,123
	0,0516

Питання 28.

75	Продукція деякого виробництва містить 5% браку. Чому дорівнює ймовірність того, що серед п'яти взятих навмання виробів буде два бракованих?
100	0,02
	0,075
	0,034
	0,58

Питання 29

75	Продукція деякого виробництва містить 5% браку. Чому дорівнює ймовірність того, що серед п'яти взятих навмання виробів не буде жодного бракованого?
100	0,774
	0,075
	0,034
	0,58

Питання 30.

100	Чому дорівнює ймовірність того, що номер першого зустрічного автомобіля не містить цифри «5»? (Всі номери чотиризначні; не повторюються, можливий 0000)
100	0,656
	0,075
	0,034
	0,58

9. Методи навчання. Під терміном «метод навчання» розуміють спосіб повідомлення знань студентам і спосіб організації пізнавальної і практичної діяльності студентів, направлений на засвоєння ними знань, умінь і навичок, на оволодіння ними методами пізнання, на формування особистості.

Існують різні класифікації методів навчання.

За методами викладання використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота, практична робота, вправи.

До методів вивчення належать також і наукові методи вивчення: спостереження і дослід, аналіз і синтез, індуктивний та дедуктивний методи.

Навчальні методи вивчення, що пов'язані з діяльністю студентів: самостійна робота, евристичний метод, метод програмованого навчання, проблемний метод, навчання на моделях

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

10. Форми контролю.

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

11. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

11. Навчально-методичне забезпечення.

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань та розрахункових робіт.

3. Таблиці.
4. Інтернет-ресурси.
5. ЕНК:
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2504>
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2119>
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=357>

12. Рекомендовані джерела інформації

Основна.

1. Шкіль М.І., Колесник Т.В., Котлова В.М. Вища математика (підручник у 2-х частинах). Частина 1. – К: «Либідь», 2010. – 592 с.
2. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика (підручник у 2-х частинах). Частина 2. – К: «Либідь», 2010. – 496 с.
3. Батечко Н.Г., Панталієнко Л.А., Шостак С.В., Цюпій Т.І., Ружилю М.Я. Вища математика. Збірник задач. – К.: Вид-во НУБіП України, 2021 – 304 с.
4. Вища математика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.П. Дубовик., П. Юрик. - 4-те вид. - К. : Ігнатекс-Україна., 2013. – 648 с:
5. Овчинников П.П., Яремчук Ф.Я., Михайленко В.М. Вища математика: Підручник у 2-х частинах. Ч. 1: Лінійна і векторна алгебра. Аналітична геометрія. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне і інтегральне числення. – К.: «Техніка», 2003. – 600 с.
6. Вища математика. Частина перша. Лінійна та векторна алгебра. Аналітична геометрія. Навчальний посібник. НАУ, 2002. /Автори: Сулима І.М., Ковтун І.І. та інші/.
7. Вища математика. Частина друга. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне та інтегральне числення Навчальний посібник. НАУ, 2003. /Автори: Сулима І.М., Ковтун І.І., Яковенко В.М. – 297 с.
8. Легеза В.П., Мартиненко М.А., Іванова Ю.І. Вища математика. Підручник для студентів ВНЗ, I-а частина. К.: «Четверта хвиля», 2012. – 368 с.
9. Легеза В.П., Мартиненко М.А., Іванова Ю.І. Вища математика. Підручник для студентів ВНЗ, II-а частина. К.: «Четверта хвиля», 2014. – 368 с.
10. Дундученко Л.О., Ясінський В.В. Вища математика (у 2 томах). Т.1. – Сан-Франциско – Київ: НТУУ «КПІ» «Політехніка». – 2006, - 884 с.
11. Дундученко Л.О., Ясінський В.В. Вища математика (у 2 томах). Т.2. – Сан-Франциско – Київ: НТУУ «КПІ» «Політехніка». – 2007, - 648 с.
12. Клепко В.Ю., Голець В.Л. Вища математика в прикладах і задачах: Навч. посібник. 2-ге видання. К.: Центр навч. літератури, 2019. – 594 с.
13. Вища математика. Частина третя. Диференціальне та інтегральне числення функцій багатьох змінних. Теорія поля: Навч. посібник / І.М. Сулима, І.І. Ковтун, В.М. Яковенко. – К.: НАУ, 2004. – 232 с.

14. Сулима І.М., Яковенко В.М. Вища математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. Навчальний посібник. К.: Вид. Центр НАУ, 2004. – 238 с.
15. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навч. посіб. – К.: ЦНЛ, 2019. – 424 с.
16. Свєрдан П.Л. Вища математика. Математичний аналіз і теорія ймовірностей. Підручник. –К.: Знання, 2008. – 450 с.
17. Сулима І.М., Яковенко В.М. Вища математика. Функції комплексної змінної. Інтегральні перетворення. Операційне числення. Навчальний посібник. К.: Вид. Центр НАУ, 2003. – 176 с.
18. Індивідуальні завдання для студентів інженерних факультетів. НАУ, 2001, 2003 /Автори: Сулима І.М., Ковтун І.І. та інші./.
19. Інтегрування окремих типів диференціальних рівнянь першого порядку. Для студентів інженерних спеціальностей. НАУ, 2001 / Автор: Панталієнко Л.А./.
20. Методичні вказівки та контрольні завдання з вищої математики для студентів Навчально-наукового технічного інституту НАУ (заочна форма навчання). – К., 2005 (Укладачі: Сулима І.М. та інші).
21. Панталієнко Л.А. Розрахункові завдання для рейтингового контролю знань з дисципліни «Диференціальні рівняння». Для студентів інженерних спеціальностей. – Видавничий центр НУБіП, 2009. – 77 с.
22. Панталієнко Л.А. Методичні вказівки до виконання тестових завдань з дисципліни «Лінійна алгебра і аналітична геометрія». Для студентів інженерних спеціальностей – Видавничий центр НУБіП, 2009. – 75с.
23. Сулима І.М., Яковенко В.М. Вища математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. Навчальний посібник. К.: Вид. Центр НАУ, 2004. – 238 с.
24. Сулима І.М., Ковтун І.І., Нікітіна І.А., Скороход Т.А., Яковенко В.М. Прикладна математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. Навчально-методичний посібник. К.: Вид. Центр НАУ, 2005. – 148 с.
25. Сулима І.М., Панталієнко Л.А., Яковенко В.М. Методичні рекомендації та індивідуальні завдання з дисципліни „Прикладна математика” для студентів інженерних факультетів. – К.: Вид. центр НАУ, 2001. – 67 с.
26. Сулима І.М., Панталієнко Л.А., Якимів Р.Я. Методичні рекомендації та контрольні завдання з дисципліни „Прикладна математика” для студентів факультету електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва заочної форми навчання. – К.: Вид. центр НАУ, 2003. – 62 с.
27. Сулима І.М., Панталієнко Л.А., Яковенко В.М., Гнучій Ю.Б., Шостак С.В. Методичні рекомендації та індивідуальні завдання з дисципліни „Прикладна математика” для студентів інженерних факультетів. – К.: Вид. центр НАУ, 2007. – 67 с.
28. Панталієнко Л.А., Шостак С.В. Методичні вказівки для розв’язання типових задач з дисципліни „Прикладна математика” для студентів інженерних факультетів. К.: Вид. центр НАУ, 2007. – 54 с.

29. Панталієнко Л.А. Методичні вказівки до виконання тестових завдань з дисципліни "Вища математика" за модулем «Невизначений інтеграл». Для студентів інженерних спеціальностей. – Видавничий центр НУБІП, 2010. – 70 с.
30. Панталієнко Л.А. Розрахункові завдання для рейтингового контролю знань з дисципліни «Диференціальні рівняння». Для студентів інженерних спеціальностей. – Видавничий центр НУБІП, 2009. – 77 с.
31. Панталієнко Л.А. Методичні вказівки до виконання тестових завдань з дисципліни «Теорія ймовірностей та випадкові процеси». – Видавничий центр НУБІП, 2009. – 64 с.
32. Панталієнко Л.А. Методичні вказівки до виконання тестових завдань з дисципліни «Вища математика» за модулем «Теорія ймовірностей, математична статистика та основи кореляційного аналізу». – Видавничий центр НУБІП, 2011. – 71 с.
33. Панталієнко Л.А. Методичні вказівки до виконання індивідуальних і тестових завдань за модулем «Аналітична геометрія у просторі та на площині». Для студентів інженерних спеціальностей. – Видавничий центр НУБІП, 2013. – 87 с.

Допоміжна

1. Вища математика: Збірник задач: Навч. посібник / В.П. Дубовик, І.І. Юрик [та ін.] – К.: А.С.К., 2005. – 480 с.
2. Вища математика: Основні означення, приклади і задачі: Навч. посібник. У двох частинах. Частина 2 / І.П.Васильченко, В.Я. Данилов, А.І.Лобанов, Є.Ю.Таран. – К.: Либідь, 1992. – 256 с.
3. Вища математика: У двох частинах. Підручник. У 2 ч. Ч. 1: Лінійна і векторна алгебра. Аналітична геометрія. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне і інтегральне числення / Овчинников П.П. [та ін.] – К. Техніка, 2003. – 600 с.
4. Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 2: Диференціальні рівняння. Операційне числення. Ряди та їх застосування. Стійкість за Ляпуновим. Рівняння математичної фізики. Оптимізація і керування. Теорія ймовірностей. Числові методи / Овчинников П.П. [та ін.] – К.: Техніка, 2004. – 792 с.
5. Батечко Н.Г., Панталієнко Л.А., Хайдуров В.В., Цюпій Т.І., Шостак С.В. Посібник з математики для слухачів підготовчих курсів. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2022. – 310 с.
6. Донченко В.С., М.В.-С.Сидоров, Шарапов М.М. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навч. посібник. – К.: Вид. центр «Академія», 2009. – 286 с.
7. Валеев К. Г., Джалладова І. А. Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2008. — 352 с.
8. Кармелюк Г.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач: Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 576 с.

9. Малярець Л. М. Практикум з теорії ймовірностей та математичної статистики в Excel : навчально-практичний посібник / Л.М. Малярець, І.Л. Лебедева, Е.Ю. Железнякова. – Харків : Вид. ХНЕУ.– 2007. – 160 с.
10. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Практикум. (І курс І семестр) / Уклад.: І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова. — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 252 с.
11. Диференціальне та інтегральне числення функцій кількох змінних. Диференціальні рівняння. Конспект лекцій. (І курс ІІ семестр) / Гайдей В.О., Федорова Л.Б., Алексєєва І.В., Диховичний О.О., — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 144 с.
12. Панталієнко Л.А., Шостак С.В. Методичні вказівки з дисципліни «Диференціальні рівняння» за розділом «Диференціальні рівняння з частинними похідними першого порядку». Для студентів інженерних спеціальностей /Автори: Панталієнко Л.А., Шостак С.В. – Вид-во НАУ. К., 2008 . – 34 с.
13. Сулима І.М., Ковтун І.І., Нікітіна І.А., Скороход Т.А., Яковенко В.М. Прикладна математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. Навчально-методичний посібник. К.: Вид. Центр НАУ, 2005. – 148 с.
14. L. Pantalienko. Indefinite integral. Working technology integration. For students of engineering specialties. – Видавничий центр НУБІП, 2014. – 49 с.
15. L. Pantalienko. Metodological instructions for calculation of standart under section "Indefinite integral" For students of engineering specialties. – Видавничий центр НУБІП, 2013. – 31 с.
16. Панталієнко Л.А., Шостак С.В. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни "Прикладна математика» за розділом «Диференціальні рівняння з частинними похідними першого порядку». Для студентів інженерних спеціальностей. – Видавн. «Центр інформаційних технологій», 2012. – 80 с.
17. L. Pantalienko. Differentiation and integration functions of complex variable. – Видавничий центр НУБіП, 2012. – 33 с.

13. Інформаційні ресурси.

1. Валєєв К. Г., Джалладова І. А. Вища математика: Навч. посібник: У 2-х ч. — Ч. 2. — К.: КНЕУ, 2002. — 451 с. http://posibnyky.vntu.edu.ua/m_a/page28.htm.
2. Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 1: Лінійна і векторна алгебра. Аналітична геометрія. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне і інтегральне числення / Овчинников П.П. [та ін.] – К. Техніка, 2003. – 600 с.
<http://toloka.hurtom.com/viewtopic.php?t=32545>
3. Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 2: Диференціальні рівняння. Операційне числення. Ряди та їх застосування. Стійкість за Ляпуновим. Рівняння математичної фізики. Оптимізація і керування. Теорія ймовірностей. Числові методи / Овчинников П.П. [та ін.] – К.: Техніка, 2004. – 792 с.

<http://toloka.hurtom.com/viewtopic.php?t=32545>

4. Вища математика: Збірник задач: Навч. посібник / В.П. Дубовик, І.І. Юрик [та ін.] – К.: А.С.К., 2005. – 480 с.

<http://youalib.com/content/Вища-математика-збірник-задач-під-ред-дубовика-вп-юрика-іі>

5. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: Навч. – метод. посібник. У 2 ч. Ч. 1: Теорія ймовірностей. – К.: КНЕУ, 2000. – 304с.

<http://kneu.in.ua/view-details/2-uchebniki-kneu/3-1-kurs/8-zhluktenko-v.-i.-nakonechniy-s.-i.-teoriya-ymovirnostey-i-matematichna-statistika.html>

6. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: Навч. – метод. посібник. У 2 ч. Ч. 2: Математична статистика. – К.: КНЕУ, 2001. – 336 с.

<http://kneu.in.ua/view-details/2-uchebniki-kneu/3-1-kurs/8-zhluktenko-v.-i.-nakonechniy-s.-i.-teoriya-ymovirnostey-i-matematichna-statistika.html>

7. Медведєв М.Г., Пащенко І.О. Теорія ймовірностей і математична статистика: К.: Ліра-К, 2008. – 536 с.

<http://toloka.hurtom.com/viewtopic.php?t=61406>

8. Клепко В.Ю., Голець В.Л. Вища математика в прикладах і задачах: Навчальний посібник. 2-ге видання. - К.: Центр учбової літератури, 2009. - 594 с.

<http://www.ukrcenter.com/Література/Клепко-Голець/80758/Вища-математика>

9. Лавренчук В.П., Настасієв П.П., Мартинюк О.В., Кондур О.С. Вища математика. Загальний курс. Частина 2. Математичний аналіз і диференціальні рівняння: Навчальний посібник. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2010. – 556 с.

<http://arr.chnu.edu.ua/handle/123456789/167>