

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Заступник керівника
(проректор з науково-педагогічної роботи)
М. В. Афанасьєв *М. В. Афанасьєв*



ВИЩА ТА ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань	24 Сфера обслуговування
Спеціальність	242 Туризм
Освітній рівень	перший (бакалаврський)
Освітня програма	Туризм
Вид дисципліни	базова
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська

Завідувач кафедри
вищої математики та
економіко-математичних методів

Л. М.

Л. М. Малярець

Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри кафедри вищої математики
та економіко-математичних методів
Протокол № 1 від 27.08.2018 р.

Розробник:
Сілічова Т.В., к.п.н., доц. кафедри вищої математики та економіко-
математичних методів

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

1. Вступ

Анотація навчальної дисципліни: Фундаментальну основу в математичній підготовці менеджерів складає дисципліна „Вища та прикладна математика”, яка є базовою дисципліною загального циклу та являється складовою структурно-логічної схеми, що передбачена освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів з спеціальності „Туризм”.

Основними завданнями вивчення даної дисципліни є надання студентам знань з основних розділів математичного аналізу та лінійної алгебри, підвищення рівня фундаментальної математичної підготовки студентів з посиленням її прикладної спрямованості, засвоєння основних положень теорії ймовірностей та застосування їх в економічних дослідженнях до розв’язання задач математичної статистики, формування навичок застосування елементів математичного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики, елементів математичного програмування в дослідженнях, де математика використовується як інструмент, а також отримання необхідної математичної підготовки для вивчення інших дисциплін таких, як „Статистика” «Бухгалтерський облік у туристичному бізнесі», "Страховання у туристичному бізнесі", та інших спеціалізованих курсів з економіки.

Завдяки вивченню дисципліни студент повинен отримати базові знання з лінійної алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики та навички їх застосування при побудові економіко-математичних моделей. Це дозволить йому застосовувати набуті знання та навички до розв’язання багатьох практичних задач економіки та бізнесу.

Мета навчальної дисципліни: формування цілісної системи теоретичних знань математичного апарату, необхідного для розв’язання теоретичних та практичних задач у професійній діяльності компетентного фахівця в сфері економіки та менеджменту, вміння аналітичного мислення та навичок застосування математичного апарату до формалізації реальних процесів та явищ, а також до розв’язання економічних задач.

Курс	1	
Семестр	1,2	
Кількість кредитів ECTS	9	
Аудиторні навчальні заняття	лекції	62 (28+34)
	практичні	32 (16+16)
	лабораторні	34 (16+18)
Самостійна робота		142
Форма підсумкового контролю	іспит	

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Попередні дисципліни	Наступні дисципліни
Шкільний курс математики (геометрія, алгебра та початки аналізу)	Всі наступні дисципліни згідно навчального плану

2. Компетентності та результати навчання за дисципліною:

Компетентності	Результати навчання
Використання методів лінійної алгебри під час обробки результатів спостереження, моделювання та розв'язання економічних задач	Використовувати числові матриці для формування й аналізу таблиць даних в економіці. Використовувати системи лінійних рівнянь для розробки лінійних економіко-математичних моделей
Інтерпретація розв'язків економічних задач за допомогою векторної алгебри та аналітичної геометрії	Здійснювати основні операції з векторами. Розрізняти типи рівнянь ліній на площині. Використовувати інструментарій аналітичної геометрії при розв'язанні економічних задач
Застосування інструментів граничного аналізу та диференціального числення до розв'язання економічних задач	Розуміти зміст границі та похідної в економіці та застосовувати їх під час дослідження функції. Обчислювати похідну за напрямом, градієнт функції кількох змінних. Досліджувати функцію двох змінних на умовний екстремум
Ідентифікація типів задач в економіці, для розв'язання яких доцільно застосовувати інтегралы, та застосування інструментів інтегрального числення для визначення вихідних величин за відомими функціями	Ідентифікувати основні методи інтегрування різних функцій і застосовувати їх для обчислення невизначених інтегралів. Застосовувати визначені інтегралы до економічних розрахунків
Застосування диференціальних рівнянь у процесі дослідження динаміки економічних процесів та опрацювання різних моделей в економіці	. Розрізняти типи диференціальних та різницевих рівнянь. Володіти методами побудови загального та частинного розв'язку диференціальних рівнянь. Визначати класичні моделі в економіці, що представлені у формі диференціальних рівнянь
Розуміння змісту прикладних задач, що пов'язані з рядами	Розрізняти типи рядів. Володіти методами дослідження числових та степеневих рядів на збіжність.
Застосування основних знань за темою "Теорія ймовірностей" до розв'язання різноманітних прикладних задач	Вміти розв'язувати основні типи задач за темою, та застосовувати отримані знання до розв'язання економічних завдань.
Застосування основних методів статистичної обробки даних для проведення економічних досліджень	Вііти проводити статистичні спостереження, обробляти отримані дані, становлювати висновки та припусати можливі гіпотези, користуючись
Знання основних методів щодо побудови оптимізаційних моделей та задач.	Розробляти задачі максимізації прибутку підприємства, мінімізації витрат. Визначати оптимальний план виробництва, обчислювати прибуток та залишки сировини, оптимальний розподіл матеріальних ресурсів на підприємстві. Знаходити оптимальні стратегії в умовах невизначеності та конфлікту.

3. Програма навчальної дисципліни

3.1. Перелік тем лекційних занять

Змістовий модуль 1.

Вища математика: лінійна алгебра, аналітична геометрія, елементи математичного аналізу

Тема 1. Елементи теорії матриць і визначників

Означення матриці, її типи. Дії над матрицями: додавання, множення матриці на число, на матрицю. Транспонування матриці. Еквівалентні перетворення матриць. Поняття оберненої матриці, властивості операції обернення матриці. Економічні приклади використання матриць.

Означення визначника, правила обчислення визначників: молодших порядків (схематичні), вищих порядків (розкладанням за формулами Лапласа). Властивості визначників. Обчислення деяких особливих визначників.

Обчислення оберненої матриці за означенням (як транспонованої матриці алгебраїчних доповнень) та шляхом еквівалентних перетворень приєднаної одиничної матриці. Означення рангу матриці.

Тема 2. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Означення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, розгорнута та матрична форми її запису. Поняття про сумісність чи несумісність системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою оберненої матриці та за формулами Крамера. Теорема Кронекера – Капеллі.

Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом послідовного вилучення невідомих (метод Гаусса). Застосування методу повного вилучення невідомих (метод Жордана – Гаусса) для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь, його реалізація за допомогою таблиць.

Означення однорідної системи лінійних рівнянь. Фундаментальна система розв'язків однорідної системи лінійних рівнянь. Економічні приклади.

Тема 3. Елементи векторної алгебри та аналітичної геометрії

Типи векторів, порівняння векторів. Дії над векторами. Прямокутна декартова система координат на площині. Арифметичні точки та арифметичні вектори простору. Лінійні дії з векторами в геометричній та координатній формах, властивості цих операцій та їх геометрична ілюстрація. Довжина вектора, її властивості. Скалярний добуток векторів. Кут між векторами. Відстань між двома точками. Колінеарні вектори. Умова колінеарності векторів. Векторний та мішаний добуток векторів та їх геометрична інтерпретація. Властивості векторного та мішаного добутоків векторів. Умова компланарності векторів.

Рівняння прямої, що проходить через дві точки. Рівняння прямої у відрізках на осях. Нормальне рівняння прямої. Відстань від точки до заданої прямої. Взаємне розташування двох прямих: перетин прямих, умови паралельності та перпендикулярності, кут між двома прямими. Означення лінії другого порядку, її загальне рівняння. Канонічні рівняння еліпса, гіперболи, параболи. Дослідження їх властивостей. Зведення загального рівняння лінії другого порядку до канонічного вигляду. Знаходження центру та радіуса кола за загальним рівнянням. Ексцентриситет та директриса. Еліпс; гіпербола та її асимптоти; парабола. Загальне рівняння площини в тривимірному просторі та його дослідження, нормальне рівняння. Рівняння площини у відрізках на осях та за координатами трьох точок. Відстань від точки до площини. Загальне та канонічне рівняння прямої в просторі. Умови перетину прямих. Поняття про поверхні 2-ого порядку

Тема 4. Елементи теорії границь

Поняття числової послідовності. Границя числової послідовності, її геометричний зміст. Нескінченно малі та нескінченно великі послідовності, їх властивості. Осно-

вні теореми про границі послідовностей.

Означення границі функції в точці, її геометричний зміст.

Нескінченні границі та границі на нескінченності. Односторонні границі функції в точці. Основні теореми про границі функцій. Поняття невизначеностей, їх типи. Методи розкриття невизначеностей. Перша та друга визначні границі, їх наслідки. Еквівалентні нескінченно малі функції. Обчислення границь за допомогою порівняння нескінченно малих. Застосування границь до розв'язання економічних задач.

Означення неперервності функції в точці та на проміжку. Одностороння неперервність. Неперервність елементарних функцій. Точки розриву функцій та їх класифікація. Основні властивості неперервних функцій.

Тема 5. Диференціальне числення функцій однієї змінної

Означення похідної, її економічний та геометричний зміст. Поняття диференційовності функції в точці. Таблиця похідних основних елементарних функцій. Основні правила диференціювання. Теорема про похідну складеної функції. Похідна оберненої функції. Логарифмічне диференціювання, особливості його застосування. Обчислення похідної функції, заданої параметрично. Диференціювання неявних функцій. Поняття диференціала функції, його геометричний зміст та властивості. Похідні та диференціали вищих порядків.

Теореми Ферма, Ролля, Коші та Лагранжа. Правило Лопіталя обчислення границь функцій. Формула Тейлора та її використання. Застосування диференціала в наближених обчисленнях. Рівняння дотичної та нормалі до графіка функції в точці.

Тема 6. Дослідження функцій та побудова їх графіків.

Умови монотонності функції однієї змінної. Необхідна та достатня умови екстремуму функції однієї змінної. Умови опуклості, угнутості, перегину функції. Асимптоти функції: вертикальні, похилі, горизонтальні. Схема повного дослідження функції однієї змінної за допомогою методів диференціального числення і побудова її графіка

Тема 7. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретування у економічній теорії .

Означення функції багатьох змінних. Область визначення та її графічне зображення. Внутрішні та межові точки множин. Відкриті та замкнені множини. Неперервність та границя функції багатьох змінних. Графічне зображення функцій багатьох змінних. Лінії та поверхні рівня. Застосування функцій багатьох змінних в економічній теорії. Економічні функції багатьох змінних: функція Кобба–Дугласа, функція витрат, функція попиту.

Тема 8. Диференційовність функцій багатьох змінних

Частинні та повні прирости функції багатьох змінних. Частинні похідні функції. Економічне тлумачення частинних похідних. Повний диференціал. Застосування повного диференціала в наближених обчисленнях. Частинні похідні вищих порядків. Градієнт функції багатьох змінних, його властивості, геометрична ілюстрація. Похідна за напрямом функції багатьох змінних та її обчислення. Зв'язок між похідною за напрямом та градієнтом

Тема 9. Екстремум та умовний екстремум функції багатьох змінних

Основні означення. Необхідна й достатня умови екстремуму. Найбільше та найменше значення функції в замкненій області. Необхідна умова глобального екстремуму функції на множині, яка задається системою нерівностей. Градієнтний метод знаходження екстремумів. Поняття умовного екстремуму функції багатьох змінних. Зведення задачі про умовний екстремум функції двох змінних до задачі про локальний екстремум функції однієї змінної. Метод множників Лагранжа для розв'язання задач на умовний екстремум.

Тема 10. Інтегральне числення

Означення первісної функції та невизначеного інтеграла. Властивості неви-

значеного інтеграла. Таблиця основних невизначених інтегралів. Поняття про інтеграли, що «не беруться». Метод безпосереднього інтегрування. Метод заміни змінної (підстановки) в невизначеному інтегралі. Формула інтегрування частинами, основні випадки її використання. Інтегрування раціональних алгебраїчних дробів. Інтегрування деяких тригонометричних та ірраціональних функцій.

Означення визначеного інтеграла, його геометричний зміст. Умови інтегровності функції. Властивості визначеного інтеграла та їх застосування при обчисленні. Теорема про середнє. Теорема Ньютона – Лейбніца. Заміна змінної (підстановка) у визначеному інтегралі. Формула інтегрування частинами для визначеного інтеграла. Поняття про невластні інтеграли. Обчислення площі плоскої фігури, об'єму тіла обертання, довжини дуги кривої, площі поверхні за допомогою визначеного інтеграла. Наближене обчислення визначеного інтеграла: формули прямокутників, трапецій та Сімпсона. Застосування визначених інтегралів до економічних розрахунків: знаходження об'єму продукції, виробничих витрат, використання теореми про середнє, обчислення коефіцієнта Джині. Закон попиту і пропозиції, крива Лоренца, задача дисконтування..

Тема 11. Економічна динаміка та її моделювання. Диференціальні та різниці рівняння

Загальні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння 1-го порядку: основні означення, поняття про загальний та частинний розв'язки, їх геометрична інтерпретація. Задача Коші, теорема існування та єдиності її розв'язку. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними, однорідні диференціальні рівняння 1-го порядку, лінійні диференціальні рівняння 1-го порядку, рівняння Бернуллі. Методи інтегрування диференціальних рівнянь 1-го порядку.

Основні поняття та означення, загальний та частинний розв'язок, задача Коші. Диференціальні рівняння 2-го порядку. Рівняння, що допускають зниження порядку, методи їх інтегрування. Лінійні диференціальні рівняння 2-го порядку, структура загального розв'язку. Однорідні лінійні диференціальні рівняння 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами. Розв'язання неоднорідних лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, що мають праву частину спеціального вигляду. Поняття про різниці рівняння. Поняття про системи диференціальних рівнянь. Поняття про стійкість розв'язку.

Використання диференціальних рівнянь для побудови виробничих функцій. Моделі економічної динаміки. Модель Солоу. Модель природного зростання випуска. Модель зростання в умовах конкуренції. Динаміка ринкових цін. Використання різницевого рівняння в економіці.

Тема 12. Ряди та їх застосування

Означення числового ряду, його суми. Числовий ряд та його збіжність. Властивості збіжних рядів. Необхідна умова збіжності. Гармонійний ряд, його розбіжність. Узагальнений гармонійний ряд. Ряд геометричної прогресії, умови його збіжності. Властивості збіжних рядів. Достатні ознаки збіжності додатних числових рядів: ознака порівняння, ознака Даламбера, радикальна ознака Коші та інтегральна ознака Коші – Маклорена. Знакозмінні числові ряди. Достатня ознака збіжності. Абсолютна та умовна збіжності.

Означення знакопереміжного ряду. Ознака Лейбніца. Застосування теореми Лейбніца до визначення похибки обчислення суми ряду.

Поняття про функціональні ряди. Розкладання елементарних функцій у степеневий ряд. Ряди Тейлора та Маклорена. Необхідна та достатня умови збіжності ряду Тейлора. Остатній член ряду у формі Лагранжа. Розкладання в ряд Маклорена основних елементарних функцій. Радіус та область збіжності степеневих рядів, формули їх обчислення. Змістовий модуль 2. Теорія ймовірностей та математична статистика

Змістовий модуль 2.

Теорія ймовірностей та математична статистика

Тема 13. Основні поняття теорії ймовірностей Класичне означення ймовірності та елементи комбінаторного аналізу.

Стохастичний експеримент, його роль та місце при моделюванні соціально-економічних і природничих процесів, математична модель стохастичних експериментів.

Алгебра випадкових подій. Теореми суми для несумісних і сумісних подій. Класичне означення ймовірності. Основні поняття комбінаторного аналізу: основне правило комбінаторики, перестановки, розміщення, сполучення. Геометричне означення ймовірності. Статистичне означення ймовірності та її властивості. Практичне застосування різних підходів до побудови ймовірнісного простору.

Тема 14. Умовна ймовірність та поняття про незалежність подій. Формули повної ймовірності та Баєса

Умовна ймовірність та теорема добутку для залежних подій. Поняття попарної незалежності випадкових подій. Незалежність у сукупності. Повна група подій. Формула повної ймовірності та формули Баєса. Приклади використання при послідовній процедурі прийняття рішень (Баєсівський підхід).

Тема 15. Модель повторних випробувань схеми Бернуллі. Теореми Муавра-Лапласа та Пуассона як дослідження асимптотичної поведінки біноміального розподілу

Повторні незалежні випробування. Схема Бернуллі. Розподіл числа успіхів у серіях незалежних стохастичних експериментів. Біноміальний розподіл. Найвірогідніше число успіхів та його ймовірність. Наближені методи обчислення біноміальних ймовірностей та їх точність. Локальна теорема Муавра-Лапласа. Інтегральна теорема Муавра-Лапласа. Теорема Бернуллі для оцінки дійсної ймовірності через статистичну частоту. Теорема Пуассона.

Тема 16. Дискретні випадкові величини, їх закони розподілу та числові характеристики

Означення випадкових величин та їх класифікація. Закон розподілу дискретної випадкової величини. Числові характеристики розподілу: математичне очікування, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, початкові та центральні моменти. Числові характеристики середнього арифметичного, сукупності випадкових величин. Властивості числових характеристик. Основні закони дискретних розподілів та їх числові характеристики: розподіл Бернуллі та його перетворення, розподіл Пуассона, геометричний розподіл, гіпергеометричний розподіл. Приклади застосування стандартних розподілів у типових задачах на практиці.

Тема 17. Неперервні та абсолютно неперервні випадкові величини. Функція та щільність розподілу ймовірностей. Числові характеристики

Означення неперервних випадкових величин. Функція розподілу ймовірностей випадкової величини та її властивості. Абсолютно неперервні випадкові величини. Щільність розподілу та її властивості. Щільність розподілу функцій від абсолютно неперервних випадкових величин. Теорема згортки. Числові характеристики абсолютно неперервних випадкових величин та їх властивості.

Тема 18. Рівномірний, показниковий (експоненціальний) та нормальний закони розподілів ймовірностей. Перетворення послідовностей нормально розподілених випадкових величин

Рівномірний закон розподілу ймовірностей та його числові характеристики. Показниковий закон розподілу. Властивість відсутності післядії. Перетворення послідовностей незалежних випадкових величин. Гамма-розподіл. Нормальний закон

розподілу ймовірностей та його стандартне представлення. Розподіли (Хі-квадрат) Стьюдента та Фішера, їх зв'язок зі стандартним нормальним розподілом.

Тема 19. Випадкові вектори та закони їх розподілів. Системи незалежних випадкових величин. Умовні та маргінальні числові характеристики

Випадкові вектори та сумісний закон розподілу ймовірностей, його компонент. Властивості функції сумісного розподілу, компонент двовимірного вектора. Маргінальні функції розподілу компонент випадкового вектора. Дискретні випадкові вектори. Маргінальні розподіли ймовірностей компонент випадкового вектора. Абсолютно неперервні розподіли. Щільність сумісного розподілу та її властивості. Маргінальні щільності розподілу компонент випадкового вектора. Умовні закони розподілу ймовірностей випадкового вектора. Характеристика сукупності незалежних випадкових величин. Числові характеристики сумісних розподілів систем випадкових величин: маргінальні та умовні. Коваріація та коефіцієнт кореляції двовимірного випадкового вектора.

Тема 20. Закони великих чисел та центральна гранична теорема

Збіжність послідовностей випадкових величин за ймовірністю та майже напевно. Нерівності Маркова та Чебишева. Закони великих чисел та умови їх виконання. Оцінювання відхилень статистичних частот за законом великих чисел Бернуллі. Слабка збіжність чи збіжність за розподілом. Центральна гранична теорема. Теорема Ляпунова для послідовностей незалежних однаково розподілених випадкових величин. Поняття про метод Монте-Карло. Застосування граничних теорем при формуванні теоретичної бази математичної статистики.

Тема 21. Основні поняття математичної статистики: вибіркові спостереження та вибіркові оцінки

Основні положення вибіркового методу. Вибірковий розподіл. Емпірична функція розподілу та гістограма. Вибіркові моменти. Статистичні оцінки та їх властивості. Збіжність статистичних оцінок – емпіричних характеристик за даними спостережень до теоретичних аналогів. Властивості емпіричної функції розподілу. Властивості гістограми. Властивості вибірових моментів. Груповані дані вибірових спостережень.

Тема 22. Методи параметричного та непараметричного оцінювання параметрів

Точкові оцінки параметричної сукупності розподілів. Методи знаходження оцінок: метод моментів і максимальної вірогідності. Порівняння точкових оцінок. Інтервальні оцінки. Загальний алгоритм побудови довірчих границь (інтервальних оцінок) певного рівня значущості для точкових оцінок. Інтервальні оцінки для нормальної статистичної моделі.

Тема 23. Методи перевірки статистичних гіпотез

Загальний алгоритм перевірки статистичних гіпотез. Типи помилок при перевірці гіпотез і потужність критерію. Критерії узгодженості: критерій Колмогорова – Смірнова та Пірсона. Перевірка гіпотез про однорідність та незалежність. Критерії Стьюдента щодо перевірки гіпотез про значення середніх для нормальної статистичної моделі у випадку рівних (нерівних) дисперсій. Критерій χ^2 (Хі – квадрат) про єдину дисперсію для нормальної статистичної моделі. Критерій Фішера про рівність (нерівність) двох дисперсій для нормальної статистичної моделі. Перетворення Фішера для перевірки гіпотез про взаємну незалежність.

Змістовий модуль 3.

Математичне програмування. Дослідження операцій.

Тема 24. Предмет математичного програмування

Загальна постановка оптимізаційної задачі, та її структура. Означення розв'язку цільової функції, точка екстремуму; проблема його пошуку. Геометрична ілюстрація простих оптимізаційних задач з однією та двома змінними.

Тема 25. Лінійне програмування

Загальна постановка задач. Економічні приклади моделей лінійного програмування (задача про призначення, задача оптимального використання сировини, задача оптимізації виробничої програми, матричне планування). Геометричний метод розв'язування задач лінійного програмування з двома змінними; ілюстрація можливих випадків, які трапляються під час розв'язування задачі. Дослідження задачі лінійного програмування: поняття опорного плану, теореми про існування опорного плану, оптимального опорного плану, про геометричні властивості опорного та неопорного планів.

Теоретичні основи симплекс-методу розв'язування задачі лінійного програмування: поняття базису, допустимого базису; взаємозв'язок між базисами та опорними планами; ознаки оптимальності або необмеженості цільової функції на множині допустимих планів; правило покращення неоптимального допустимого базису. Алгоритм симплекс-методу та його реалізація за допомогою симплекс-таблиць. Поняття про вродженість у лінійному програмуванні. Запобігання зациклюванню у випадку вродженості. Поняття про модифікований алгоритм симплекс-методу. Розв'язування задач лінійного програмування на ПЕОМ.

Тема 26. Двоїстість у лінійному програмуванні

Теорія двоїстості для випадку симетричної пари взаємодвоїстих задач: означення прямої задачі та двоїстої до неї у симетричному випадку, взаємозв'язок між ними; співвідношення між допустимими значеннями цільових функцій прямої та двоїстої задач. Перша та друга теореми двоїстості. Знаходження розв'язку однієї з пар симетричних взаємно двоїстих задач за відомим розв'язком іншої задачі. Економічна інтерпретація теорем двоїстості (оптимальні значення двоїстих змінних як оптимальні оцінки ресурсів у задачах оптимізації плану виробництва).

Тема 27. Методика розв'язування транспортної задачі

Постановка транспортної задачі, умова існування її розв'язку. Пошук оптимального плану перевезень за методом потенціалів. Розв'язування транспортної задачі на ПЕОМ.

Тема 28. Цілочислове програмування

Сутність та класифікація задач цілочислового програмування (кадрова задача, задачі про інвестиції, розподіл обладнання), математична постановка задач цілочислового (дискретного) програмування. Метод відтинань, метод Гоморі, поняття про метод гілок та меж розв'язування задач цілочислового програмування та меж розв'язування задач цілочислового лінійного програмування.

Тема 29. Предмет та задачі дослідження операцій

Значення використання сучасних математичних методів та моделей в управлінні. Етапи розв'язання задач з використанням математичних методів. Операції та їх ефективність. Зміст предмета "Дослідження операцій".

Тема 30. Оптимізаційні задачі управління запасами

Задача про розподіл інвестиційних ресурсів між об'єктами, її подання моделлю динамічного програмування; алгоритм знаходження оптимального плану. Сутність проблеми оптимального управління запасами. Класифікація витрат, пов'язаних зі створенням та зберіганням запасів. Основні теорії управління запасами. Методи визначення оптимальних страхових запасів на основі дослідження коливань: термінів поставок, одночасно обсягів й термінів поставок дефіцитів матеріалів. Використання методу статистичного моделювання для визначення множини варіантів поставок. Методи регулювання запасів. Комплексна задача планування та зберігання продукції в умовах неоднакового попиту в різні періоди.

Тема 31. Задачі масового обслуговування

Сукупність задач масового обслуговування. Характеристика елементів системи масового обслуговування. Аналіз витрат, які виникають у системі масового обслуговування. Характеристика найпростішого потоку вимог (пуассонівського). Показниковий закон розподілу часу обслуговування вимог. Класифікація систем масового обслуговування: системи з відмовленнями, з очікуваннями.

Розрахунок параметрів системи масового обслуговування: коефіцієнтів простою вимог у черзі та в системі, простою каналів обслуговування середнього часу очікування вимог у черзі. Аналіз кількісних оцінок системи масового обслуговування з обмеженою та необмеженою чергою. Методика визначення оптимальної кількості каналів обслуговування.

Тема 32. Задачі упорядкування та координації. Сітьове планування

Характеристика задач упорядкування та координації. Постановка задачі оптимізації послідовності обробки виробів (надання послуг). Використання методів цілочислового програмування та комбінаторних для розв'язування задач упорядкування.

Зміст і сфери використання сітьових методів планування та управління. Класифікація систем сітьового планування та управління. Характеристика комплексу робіт. Елементи сітьового графіка, методика його побудови. Розрахунки основних параметрів сітьового графіка (аналітичний метод). Характеристика основних типів сітьових моделей (детерміновані, з урахуванням часу, вартості, ресурсів, не детерміновані). Методи оптимізації сітьового графіка за критерієм часу: без урахування та з урахуванням ресурсів. Управління комплексом робіт за допомогою сітьового графіка.

Тема 33. Задачі та моделі заміни. Задачі з умовами невизначеності та конфлікту Сутність та класифікація задач заміни. Постановка задачі заміни обладнання тривалого використання. Оптимізація терміну заміни обладнання при заміні його однотипним або більш продуктивним. Динамічна модель заміни обладнання. Оптимізація термінів заміни з метою попередження відмовлень. Характеристика задач стохастичного програмування. Характеристика задач теорії ігор, приклади (задача оптимізації пропозицій випуску продукції за умов залежності прибутку від попиту; задача про зберігання продукції, яка швидко псується).

Тема 34. Багатокритеріальні задачі в менеджменті

Характеристика, приклади багатокритеріальних оптимізаційних задач. Основні властивості багатокритеріальної задачі, проблема визначення її розв'язку. Методи багатокритеріальної оптимізації управлінських рішень.

3.2. Перелік тем практичних занять

Змістовий модуль 1. Вища математика: лінійна алгебра, аналітична геометрія, елементи математичного аналізу

Практичне заняття 1. Елементи теорії матриць та визначників. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Виконання дій над матрицями. Обчислення визначників. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою оберненої матриці, за формулами Крамера, методами Гаусса та Жордана – Гаусса.

Практичне заняття 2. Елементи теорії границь

Обчислення границь. Використання методів розкриття різних типів невизначеностей. Вивчення умов першої визначної границі. Застосування таблиці еквівалентних нескінченно малих. Класифікація точок розриву. Дослідження функції на неперервність. лабораторного заняття та самостійної роботи

Практичне заняття 3. Диференціальне числення функції однієї змінної

Вивчення техніки диференціювання: основні правила, похідна складеної функції, логарифмічне диференціювання, похідні функцій, що задані в

параметричній та неявній формах. Знаходження диференціала функції однієї змінної та його застосування. Визначення похідних та диференціалів вищих порядків.

Практичне заняття 4. Дослідження функцій та побудова їх графіків.

Застосування диференційного числення до повного дослідження функції однієї змінної та побудова її графіку.

Практичне заняття 5 Диференційованність функцій багатьох змінних

Обчислення частинних похідних функцій кількох змінних. Знаходження диференціала функції кількох змінних та його застосування. Визначення похідної за напрямом та градієнта функції кількох змінних. Дослідження функцій двох змінних на екстремум.

Практичне заняття 6 Інтегральне числення

Безпосереднє інтегрування. Застосування методу заміни змінної під час обчислення невизначених інтегралів. Формула інтегрування частинами. Обчислення визначених інтегралів за формулою Ньютона – Лейбніца, методами заміни змінної та інтегрування частинами. Обчислення невластних інтегралів. Застосування визначеного інтеграла.

Практичне заняття 7 Економічна динаміка та її моделювання Диференційні та різницеві

Інтегрування диференціальних рівнянь із відокремлюваними змінними. Розв'язання лінійних диференціальних рівнянь 1-го порядку. Розв'язання лінійного диференціального рівняння 2-го порядку із сталими коефіцієнтами.

Практичне заняття 8 Ряди та їх застосування

Дослідження збіжності знакосталих рядів. Дослідження на збіжність знакопереміжних рядів. Знаходження області збіжності степеневого ряду.

Змістовий модуль 2. Теорія ймовірностей та математична статистика

Практичне заняття 9. Основні поняття теорії ймовірностей Класичне означення, елементи комбінаторного аналізу

Розв'язання задач за темами: теореми суми для несумісних і сумісних подій. Класичне означення ймовірності. Основні поняття комбінаторного аналізу: основні правило комбінаторики, перестановки, розміщення, сполучення.

Практичне заняття 10 Формули повної ймовірності та Баєса

Розв'язання задач за темами: Умовна ймовірність. Повна група подій. Формула повної ймовірності та формули Баєса.

Практичне заняття 11 Дискретні випадкові величини, закони розподілу. Неперервні та абсолютно неперервні випадкові величини.

Розв'язання задач за темою лекції, побудова законів розподілу дискретних випадкових величин та обчислення їх числових характеристик. Розв'язання найпростіших задач за темою "неперервні випадкові величини".

Практичне заняття 12 Рівномірний, показниковий (експоненціальний) та нормальний закони розподілу

Розв'язання задач за темою лекції, застосування основних законів розподілу (рівномірний, показниковий, нормальний) для розв'язання типових задач

Практичне заняття 13 Методи параметричного та непараметричного оцінювання параметрів

Основи статистичних досліджень. Обчислення довірчих інтервалів.

Змістовий модуль 3. Математичне програмування. Дослідження операцій.

Практичне заняття 14. Лінійне програмування

Розв'язання задач за темою. Побудова графічних моделей, вивчення різно-

манітних випадків рішень. Перехід від системи рівнянь у вигляді нерівностей до канонічної форми запису. Симплекс- метод. Найпростіші випадки симплекс-методу

Практичне заняття 15. Методика розв'язування транспортної задачі

Розв'язання найпростіших типів транспортної задачі. Закрита та відкрита задача, вироджений та неvirоджений план.

Практичне заняття 16. Задачі та моделі заміни. Задачі з умовами невідзначеності та конфлікту

Розв'язання задач за темою : теорія ігор. Задачі оптимізації пропозицій випуску продукції за умов залежності прибутку від попиту. Елементи теорії ігор.

3.3. Перелік тем лабораторних занять

Змістовий модуль 1. Вища математика: лінійна алгебра, аналітична геометрія, елементи математичного аналізу

Лабораторне заняття 1. Елементи теорії матриць та визначників. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Знайомство с середовищем MatLab. Обчислення матриць та визначників, розв'язання систем лінійних рівнянь методами Крамера, Жордано-Гаусса

Лабораторне заняття 2. Елементи векторної алгебри

Вектори у MatLab, Обчислення розв'язання прикладів. Геометрична побудова

Лабораторне заняття 3. Диференціальне числення функції однієї змінної

Похідна, основні засоби обчислення похідної у MatLab

Лабораторне заняття 4. Дослідження та побудова графіків функцій

Аналіз поведінки функції, її повне дослідження та побудова із використанням MatLab

Лабораторне заняття 5. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпритація в економічній теорії

Функція двох змінних, область значень та область визначення, побудова поверхонь двох змінних у MatLab

Лабораторне заняття 6. Екстремум та умовний екстремум функції багатьох змінних

Обчислення екстремуму функцій багатьох змінних. Знаходження частинних похідних

Лабораторне заняття 7. Інтегральне числення

Обчислення визначених та невизначених інтегралів, візуалізація отриманих результатів

Лабораторне заняття 8 Ряди та їх застосування

Розв'язання завдань по визначенню збіжності рядів із застосуванням MatLab

Змістовий модуль 2. Теорія ймовірностей та математична статистика

Лабораторне заняття 9 Основні поняття теорії ймовірностей Класичне означення, елементи комбінаторного аналізу

Введення до EXCEL, обчислення елементів комбінаторики, вбудовані функції EXCEL

Лабораторне заняття 10. Повторні випробування (Бернуллі, Лаплас, Пуассон).

Побудова законів розподілу: Бернуллі, Пуассона, обчислення функцій Лапласа за допомогою EXCEL

Лабораторне заняття 11. Дискретні випадкові величини, закони розподілу, числові характеристики

Побудова дискретних законів розподілу: Бернуллі, Пуассона, обчислення чи-

слових характеристик, побудова графіків за допомогою EXCEL

Лабораторне заняття 12. Рівномірний, показниковий (експоненціальний) та нормальний закони розподілів ймовірностей.

Побудова неперервних законів розподілу (показниковий та нормальний) за допомогою EXCEL. Обчислення числових характеристик законів, розв'язання задач.

Лабораторне заняття 13. Основні поняття математичної статистики: вибіркові спостереження та вибіркові оцінки

Обробка статистичних даних за допомогою EXCEL.

Лабораторне заняття 14. Методи перевірки статистичних гіпотез

Обробка статистичних даних за допомогою EXCEL та перевірка статистичних гіпотез

Змістовий модуль 3. Математичне програмування та дослідження операцій

Лабораторне заняття 15. Лінійне програмування. Двоїстість у лінійному програмуванні

Розв'язання задач лінійного програмування із використанням EXCEL. Безпосереднє використання EXCEL та використання для обчислень надбудови «Пошук рішень»

Лабораторне заняття 16 Цілочислове програмування.

Розв'язання задач лінійного програмування із використанням EXCEL. Використання для обчислень надбудови "Пошук рішень".

Лабораторне заняття 17

Задачі та моделі заміни. Задачі з умовами невизначеності та конфлікту

Розв'язання задач за темою "Теорія ігор" за допомогою засобів EXCEL.

4. Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів під час вивчення навчальної дисципліни враховує види занять, що згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, практичні заняття, лабораторні роботи, а також виконання студентами самостійної роботи. Оцінювання сформованих у студентів компетентностей здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця, контрольні заходи містять:

поточний контроль, що здійснюють протягом семестру під час проведення лекційних, практичних занять та лабораторних робіт і оцінюють сумою набраних балів (максимальна сума дорівнює 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит, становить 35 балів);

модульний контроль, що здійснюють у формі колоквиуму з урахуванням поточного контролю за відповідним змістовим модулем, має на меті інтегральне оцінювання результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля;

підсумковий/семестровий контроль, що здійснюють у формі:

- заліку (для першого семестру), що відбувається завдяки процесу накопичення балів кожним студентом протягом навчання;
- семестрового екзамену (для другого семестру), відповідно до графіка навчального процесу.

Оцінювання знань студента під час практичних і лабораторних занять та виконання індивідуальних завдань проводиться за такими критеріями:

розуміння, ступінь засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни; виконання індивідуальних завдань та завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії; арифметична правильність виконання індивідуальних завдань
самостійність виконання роботи; грамотність подачі матеріалу; використання методів порівняння, узагальнення понять та явищ; оформлення роботи.

Загальними критеріями, за якими здійснюється оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів, є: глибина і міцність знань, рівень мислення, вміння систематизувати знання за окремими темами, вміння робити обґрунтовані висновки, володіння категорійним апаратом, навички і прийоми виконання практичних завдань, вміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та обробку, самореалізація на практичних та лабораторних заняттях.

Підсумковий контроль знань та компетентностей студентів з навчальної дисципліни здійснюється на підставі проведення заліку (перший семестр), та семестрового екзамену (другий семестр), завданням якого є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, вміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо.

Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей.

Кожен екзаменаційний білет складається із 5 практичних ситуацій (два стереотипних, два діагностичних та одне евристичне завдання), які передбачають вирішення типових професійних завдань фахівця на робочому місці та дозволяють діагностувати рівень теоретичної підготовки студента і рівень його компетентності з навчальної дисципліни.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності".

Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімумально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімумально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час екзамену, та балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано" та заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни

Розподіл балів за тижнями

Змістовий модуль 1. Вища математика: лінійна алгебра, аналітична геометрія, елементи математичного аналізу (перший семестр)

Теми змістового модуля		Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Домашнє завдання	Компетентнісно-орієнтоване завдання	Самостійна контрольна робота	Письмова контрольна робота	Самостійна творча робота	Колоквіум	Усього
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 1	3 тиждень	1	1	–	1–	–	–	–	–	–	3
Тема 2	4 тиждень	1	–	1	–	–	–	–	–	–	2
Тема 3	5 тиждень	1	1	–	1,5	–	–	–	–	–	3,5
Тема 4	6 тиждень	1	–	1	–	–	–	–	–	–	2
Тема 5	7 тиждень	1	1	–	1,5	–	4	–	–	–	7,5
Тема 5	8 тиждень	1	–	1	–	–	–	–	–	10	12
Тема 6	9 тиждень	1	1	–	1,5	5,5	–	6	–	–	15
Тема 7	10 тиждень	1	–	1	–	–	–	–	–	–	2
Тема 8	11 тиждень	1	1	–	1,5	–	–	–	–	5	3,5
Тема 9	12 тиждень	1	–	1	–	–	–	–	–	–	2
Тема 10	13 тиждень	1	1	–	1,5	–	–	–	–	–	3,5
Тема 10	14 тиждень	1	–	1	–	–	–	–	–	–	2
Тема 11	15 тиждень	1	1	–	1,5	–	4	–	–	–	3,5
Тема 12	16 тиждень	1	–	1	–	–	–	–	–	10	12
	17 тиждень		1	–	1	5,5	–	6	8	–	19
Усього		14	8	8	11	11	8	12	8	20	100

Розподіл балів за тижнями

**Змістовий модуль 2. Теорія ймовірностей та математична статистика.
Змістовий модуль 3. Математичне програмування. Дослідження операцій.**

Теми змістового модуля			Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Домашнє завдання	Компетентнісно-орієнтоване завд.	Самостійна контрольна робота	Письмова контрольна робота	Самостійна творча робота	Колоквіум	Усього
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 2.	Тема 13	1 тиждень	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,4
	Тема 14	2 тиждень	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,6
	Тема 15	3 тиждень	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	0,6
	Тема 16	4 тиждень	0,3	0,3	-	0,2	-	-	6	-	-	6,8
	Тема 17	5 тиждень	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	0,6
	Тема 18,19	6 тиждень	0,3	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	0,8
	Тема 20	7 тиждень	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	9,6
	Тема 21	8 тиждень	0,3	0,3	-	0,2	-	-	-	-	6	6,8
	Тема 22	9 тиждень	0,3	-	0,3	-	5	4	-	-	-	0,6
	Тема 23	10 тиж- день	0,3	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	0,8
Змістовий модуль 3	Тема 24	11 тиж- день	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	0,6
	Тема 25	12 тиж- день	0,3	0,3	-	0,2	-	-	6	-	-	6,8
	Тема 26	13 тиж- день	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	0,6
	Тема 27	14 тиж- день	0,3	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	0,8
	Тема 28	15 тиж- день	0,3	-	0,3	-	-	4	6	-	-	4,5

	Тема 29, 30	16 тиж день	0,2	0,3	–	0,2	–	–	–	–	6	6,7
	Тема 30, 31	17 тиж- день	0,2		0,2		5					5,4
	Тема 32, 33, 34			-						7		7
Іспит												40
Усього			4,8	2,4	2,4	1,4	10	8	12	7	12	100

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D		
60 – 63	E	задовільно	не зараховано
35 – 59	FX	незадовільно	
1 – 34	F		

5. Рекомендована література

Основна

1. Вища математика: математичний аналіз, лінійна алгебра, аналітична геометрія : підручник / [авт. кол. : Пономаренко В. С., Малярець Л. М., Афанасьєва Л. М. та ін. ; за ред. В. С. Пономаренка]. – Мультимедійне інтерактивне електрон. вид. комбінованого використ. (412 Мб). – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. http://library.hneu.edu.ua/jornal_aut1.php

2. Вища математика : базовий підручник для вузів / під ред. В. С. Пономаренка. – Харків : Фоліо, 2014. – 669 с.

3. Вища математика : підручник / Л. М. Малярець, Л. М. Афанасьєва, Т.В. Денисова та ін. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2012. – 772 с.

4. Індивідуальні завдання з навчальної дисципліни «Вища математика» для студентів галузі знань 0305 «Економіка та підприємництво» денної форми навчання / Е. Ю. Железнякова, А. В. Ігначкова, Л. Д. Широкоград. – Харків : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 217 с.

5. Методичні рекомендації до самостійної роботи з навчальної дисципліни "Вища та прикладна математика" розділ "Вища математика" для студентів напряму підготовки 6.030601 "Менеджмент" спеціалізації "Бізнес-адміністрування" денної форми навчання / Е. Ю. Железнякова, Т. В. Сілічова. – Харків : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 102 с.

6. Математика для економістів: практич. посіб. до розв'язання задач економічних досліджень в MatLab / Л. М. Малярець, Є. В. Резнік, О. Г. Тижненко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 212 с.

7. Малярець Л. М. Практикум з теорії ймовірностей та математичної статистики в Excel : навчально-практичний посібник / Л. М. Малярець, І. Л. Лебедєва, Е. Ю Железнякова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2007. – 160 с.
8. Наконечний С. І. Математичне програмування : навч. посібник / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – К. : КНЕУ, 2005. – 452 с.
9. Таха Х. Введение в исследование операций / Х. Таха. – М. : Вильямс, 2001. – 359 с.
10. Травкін Ю. І. Математика для економістів : підручник / Ю. І. Травкін, Л. М. Малярець. – Харків : ВД "ІНЖЕК", 2005. – 816 с.
11. Шевченко О. К. Теорія ймовірностей : конспект лекцій / О. К. Шевченко, Г. К. Снурникова, О. Д. Анохіна. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – 88 с.

Додаткова література

12. Малярець Л. М. Вища математика для економістів у прикладах, вправах і задачах : навч. посіб. / Л. М. Малярець, А. В. Ігначкова. – Харків : ВД "ІНЖЕК", 2006. – 544 с.
13. Малярець Л. М. Математика для економістів : практ. посіб. до розв'язання задач / Л. М. Малярець, Л. Д. Широкоград. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 476 с.
14. Малярець Л. М. Математика для економістів : навч. посіб. / під ред. Л. М. Малярець. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – 568 с.
15. Малярець Л. М. Математика для економістів : навч. посіб. у 2-х ч. Ч. 1. / Л. М. Малярець, Л. М. Афанасьєва, А. В. Ігначкова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – 393 с.
16. Малярець Л. М. Математика для економістів : навч. посіб. у 2-х ч. Ч. 2. / Л. М. Малярець, Л. М. Афанасьєва, А. В. Ігначкова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – 368 с.
17. Вища математика для економістів : підручник / під ред. О. І. Ляшенка, О. І. Черняка. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 497 с.
18. Методичні рекомендації до самостійної роботи з теми "Диференціальні рівняння" навчальної дисципліни "Вища математика" [Електронний ресурс] / Л. М. Малярець, Л. М. Афанасьєва, К. О. Ковальова ; кер. проекту В.М. Анохін; дизайн: М. С. Войчук; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - мультимедійне інтерактивне електрон. вид. комбінованого використ. - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. - 48 Мб. <http://library.hneu.edu.ua/katalog.php>
18. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – 6-е изд. – М. : Высш. шк., 1998. – 480 с.
19. Гмурман В. Е. Руководство по решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В. Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 2001. – 576 с.
20. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підручник / Ю. П. Зайченко. – К. : ВІПОЛ, 2000. – 238 с.
21. Замков О. О. Математические методы в экономике : учебник / О. О. Замков, А. В. Тестоняненко, Ю. Н. Черемных. – М. : МГУ, "ДИС", 1997. – 84 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

22. Вища математика: опорний конспект [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/index.php?categoryid=321>

23. Методичні рекомендації до виконання практичних завдань з навчальної дисципліни "Вища математика" [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/index.php?categoryid=321>

24. Методичні рекомендації та завдання для виконання лабораторних робіт із навчальної дисципліни "Вища математика" [Електронний ресурс]– Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/index.php?categoryid=321>