

АВТ 2

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

Кафедра математики і фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Проректор з науково-педагогічної роботи  
\_\_\_\_\_ М.І. Мальований

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ВИЩА МАТЕМАТИКА**

Освітній ступінь: **бакалавр**

Спеціальність:

**091 Біологія**



**183 Технології захисту навколишнього середовища**

**Факультет плодощовківництва, екології та захисту рослин**

Умань – 2019 рік

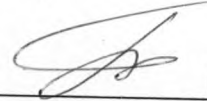
Робоча програма з навчальної дисципліни «Вища математика» для здобувачів вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 183 Технології захисту навколишнього середовища - Умань: Уманський НУС, 2019. -25с.

Розробники: Березовський В.Є., кандидат фізико-математичних наук, доцент, Лещенко С.В., викладач.


 (Березовський В.Є.)  
 (Лещенко С.В.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математики і фізики.

Протокол № 1 від "30" серпня 2019 року

Завідувач кафедри  В.Є. Березовський  
"30" серпня 2019 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Протокол № 1 від "3" 09 2019 року  
 " " 2019 року Голова  А.Г. Тернавський

© УНУС, 2019 рік  
 © Березовський В.Є., 2019 рік  
 © Лещенко С.В., 2019 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 4	Галузь знань 09 Біологія	Обов'язкова	
	Спеціальність 091 Біологія		
Модулів – 4 Змістових модулів – 9	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<b>Рік підготовки:</b>	
		1-й	-
<b>Семестр</b>			
Загальна кількість годин - 120		1-й	-
		<b>Лекції</b>	
		30 год.	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 4 самостійної роботи студента - 4		<b>Лабораторні</b>	
		30 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		60 год.	-
	Вид контролю: екзамен	-	

**Примітка** .Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить(%):  
для денної форми навчання – 50 : 50

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 4	Галузь знань 18 Виробництво та технології	Обов'язкова	
	Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища		
Модулів – 4 Змістових модулів – 9	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<b>Рік підготовки:</b>	
Загальна кількість годин - 120		1-й	
		<b>Семестр</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 4 самостійної роботи студента - 4		1-й	
		<b>Лекції</b>	
		30 год.	
		<b>Лабораторні</b>	
30 год.			
<b>Самостійна робота</b>			
60 год.			
<b>Вид контролю:</b> екзамен			

**Примітка** .Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить(%):  
для денної форми навчання – 50 : 50

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета навчальної дисципліни** є засвоєння студентами базових математичних знань і умінь, необхідних під час розв'язування задач у професійній діяльності, забезпечення прилеглих дисциплін необхідним математичним апаратом. Розвиток у студентів логічного та алгоритмічного мислення. Сприяння формуванню наукового світогляду. Виховання у студентів уміння самостійного поширювання математичних знань та проведення математичного аналізу прикладних задач.

**Завданнями** вивчення навчальної дисципліни є:

- прищепити необхідні теоретичні знання та вміння розбиратися у математичному апараті;
- дати первинні навички математичного дослідження прикладних задач;
- розвиток математичного мислення;
- виробити навички самостійного вивчення наукової літератури з математики та її застосування.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- основні означення, теореми, правила та їх практичне застосування;
- доведення найбільш важливих теорем, які лежать в основі методів, що вивчаються.

Внаслідок вивчення навчальної дисципліни студент повинен бути здатним продемонструвати такі **результати навчання**:

- розв'язувати математичні задачі та зводити розв'язки до практично прийнятого результату, а також розвинути логічне і алгоритмічне мислення;
- формувати найпростіші прикладні задачі і складати математичні моделі реальних об'єктів та процесів, які в них відбуваються;
- вибирати або розробляти раціональні методи досліджень складених моделей. Якісно їх аналізувати, використовувати числові методи, застосовувати сучасну обчислювальну техніку, а також користуватися таблицями та довідниками;
- аналізувати отримані дані, розробляти на їх основі практичні рекомендації.
- самостійно опрацьовувати математичні тексти, що містяться в літературі, пов'язаної зі спеціальністю студента.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів **компетентностей**:

**Інтегральна компетентність:**

– здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні

проблеми технічного і технологічного характеру у сфері екології, охорони довкілля, збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів технологій захисту навколишнього середовища, та характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

**Загальні компетентності** бакалавра з технологій захисту навколишнього середовища – здатності до реалізації навчальних та соціальних завдань:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності;
- здатність спілкуватися іноземною мовою;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність розробляти та управляти проектами;
- прагнення до збереження навколишнього середовища та забезпечення сталого розвитку суспільства;
- 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 в Україні;
- 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 та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

**Професійні компетентності** бакалавра з технологій захисту навколишнього середовища – здатності до реалізації професійних обов'язків за видами професійних робіт:

- здатність до попередження забруднення довкілля та кризових явищ і процесів;
- здатність обґрунтовувати, здійснювати підбір, розраховувати, проектувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку і обладнання для захисту та раціонального використання повітряного та водного середовищ, земельних ресурсів, поводження з відходами;
- здатність до розробки методів і технологій поводження з відходами та їх рециклінгу;
- здатність до проектування систем і технологій захисту навколишнього середовища та забезпечення їх функціонування;
- здатність оцінювати вплив промислових об'єктів та інших об'єктів господарської діяльності на довкілля.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

#### Змістовий модуль 1. Елементи лінійної алгебри, векторної алгебри, аналітичної геометрії

##### **Тема 1.** *Визначники та їх властивості. Матриці. Системи лінійних рівнянь.*

Предмет математики. Історичний розвиток математики, її значення, зв'язок з іншими науками. Визначники, їх основні властивості. Множення визначників. Мінори і алгебраїчні доповнення. Розв'язування систем лінійних рівнянь за правилами Крамера. Поняття матриці. Види матриць. Лінійні операції над матрицями. Множення матриць. Обернена матриця. Розв'язування матричних рівнянь. Ранг матриці. Основна і розширена матриці системи рівнянь. Розв'язування систем лінійних рівнянь методом Гаусса. Розв'язування системи, яка має  $m$  лінійних рівнянь і  $n$  невідомих. Базисні розв'язки.

**Тема 2.** *Вектори. Лінійні операції над векторами. Скалярний добуток двох векторів. Векторний та мішаний добуток векторів.*

Лінійний простір. Лінійно залежні та лінійно незалежні системи векторів. Базис і розмірність простору. Поділ відрізка в даному відношенні. Вираз скалярного добутку через координати. Кут між двома векторами. Напрямні косинуси. Ортогональність векторів. Ортогональний базис. Поняття евклідового простору. Властивості векторного добутку. Умови колінеарності векторів. Застосування векторного добутку. Властивості мішаного добутку векторів. Умови компланарності векторів. Застосування мішаного добутку векторів

**Тема 3.** *Рівняння лінії на площині. Пряма на площині. Пряма і площина в просторі*

Рівняння поверхні і лінії в просторі. Рівняння прямої на площині (загальне рівняння, в "відрізкам на вісях", рівняння прямої, що проходить через точку, перпендикулярно заданому вектору; канонічне рівняння; рівняння прямої, яка проходить через дві різні точки; параметричне). Кут між прямими, умови паралельності і перпендикулярності. Відстань від точки до прямої. Рівняння площини в загальному виді, у відрізках на осях, рівняння площини що проходить через три точки. Нормоване рівняння площини. Відстань від точки до площини. Кут між двома площинами. Рівняння прямої в загальному виді. Рівняння пучка площин. Рівняння прямої, що проходить через дві точки, канонічне рівняння прямої. Кут між двома прямими, кут між прямою і площиною.

#### Змістовий модуль 2. Вступ в математичний аналіз

##### **Тема 4.** *Комплексні числа*

Множина комплексних чисел. Дії над комплексними числами в алгебраїчній формі. Полярна система координат. Тригонометрична форма комплексного

числа. Дії над комплексними числами в тригонометричній формі. Добування кореня з комплексного числа.

**Тема 5.** *Функція (основні поняття). Границя функції в точці. Нескінченно малі величини. Неперервність функції в точці.*

Постійні і змінні величини. Функціональна залежність, функція. Способи задання функцій. Область визначення та область значень функції. Границя функції в точці, на нескінченності, односторонні границі функції. Границя числової послідовності. Змінні величини, точна верхня і точна нижня межа. Нескінченно великі і нескінченно малі величини. Розклад змінної, що має границю, на сталу і нескінченно малу величину. Властивості границь. Дві визначні границі. Властивості границі. Нескінченно малі та нескінченно великі функції в точці і їх порівняння. Одностороння неперервність. Точки розриву так їх класифікація. Властивості функцій, неперервних на відрізку. Неперервність функції. Класифікація точок розриву. Властивості неперервних функцій. Теореми про неперервні функції. Неперервність елементарних функцій.

### **Змістовий модуль 3. Диференціальне числення**

**Тема 6.** *Похідна функції. Правила Лопіталя. Формула Тейлора. Диференційовність функції. Диференціал. Дослідження функції*

Геометричний та механічний зміст похідної. Основні теореми про похідну функції (похідна суми та різниці, добутку, частки, оберненої функції, складеної функції). Похідні основних елементарних функцій. Таблиця похідних. Похідні вищих порядків.

Поняття невизначених виразів. Розкриття невизначеностей. Правила Лопіталя, приклади застосування. Неперервність диференційованої функції. Геометричний зміст диференціала. Властивості диференціала. Застосування диференціала для наближених обчислень. Диференціали вищих порядків. Похідні параметричних функцій.

Дослідження функції на монотонність. Інтервали зростання і спадання функції. Екстремуми функції. Необхідна і достатні ознаки екстремума функції. Опуклість та угнутість графіка функції, точки перегину. Асимптоти графіка функції. Загальна схема дослідження і побудови графіка функції. Найбільше та найменше значення неперервної функції на відрізку.

### **Модуль 2.**

### **Змістовий модуль 4. Інтегральне числення**

**Тема 7.** *Поняття первісної функції невизначеного інтеграла. Основні методи інтегрування.*

Поняття первісної функції і невизначеного інтеграла. Геометричний зміст невизначеного інтеграла. Властивості невизначеного інтеграла. Таблиця основних інтегралів. Інтегрування методом заміни змінної, інтегрування по частинах.

**Тема 8.** *Інтегрування раціональних функцій. Інтегрування деяких ірраціональних та тригонометричних функцій*



Алгебраїчні дробі. Елементарні алгебраїчні дробі. Інтегрування алгебраїчних дробів методом невизначених коефіцієнтів.

Інтегрування лінійних, дробово-лінійних. Інтегрування експоненціальних функцій. Тригонометричні підстановки, універсальна тригонометрична підстановка. Інтегрування тригонометричних функцій. Використання тригонометричних підстановок для інтегрування квадратичних ірраціональностей.

**Тема 9.** *Визначений інтеграл та умови його існування. Формула Ньютона-Лейбніца. Методи обчислення визначеного інтеграла. Наближені методи обчислення. Застосування визначеного інтеграла.*

Визначений інтеграл як границя інтегральних сум. Основні властивості визначеного інтеграла. Похідна від визначеного інтеграла по змінній верхній межі. Формула Ньютона-Лейбніца. Теорема про середнє значення функції. Інтегрування по частинах у визначеному інтегралі. Інтегрування методом підстановки.

Визначення площ, довжини ліній і об'ємів тіл обертання за допомогою визначеного інтеграла. Використання визначеного інтеграла для розв'язування фізичних та економічних задач.

Невласні інтеграли з нескінченними межами та від необмежених функцій.

### **Змістовий модуль 5. Функції декількох змінних**

**Тема 10.** *Функції декількох змінних. Основні поняття.*

Частинні похідні та їх геометричний зміст. Екстремум функції декількох змінних. Умовний екстремум. Поняття функції кількох змінних. Область визначення і множина значень. Графічне зображення функції двох змінних. Границя функції двох змінних. Неперервність функції двох змінних. Частинні похідні. Частинні похідні вищих порядків. Диференціал функції кількох змінних. Використання диференціала для наближених обчислень. Градієнт. Похідна функції в заданому напрямку. Дотична площина і нормаль до поверхні. Екстремуми функції двох змінних. Необхідна і достатня умова екстремуму. Умовний екстремум.

**Тема 11.** *Подвійний інтеграл і умови його його існування. Обчислення подвійних інтегралів. Задачі, які приводять до подвійного інтеграла. Визначення подвійного інтеграла. Геометричний зміст подвійного інтеграла. Використання подвійного інтеграла для розв'язування фізичних задач.*

### **Змістовий модуль 6. Диференціальні рівняння**

**Тема 12.** *Поняття про диференціальне рівняння та його розв'язки. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку.*

Найпростіші диференціальні рівняння. Звичайні диференціальні рівняння, їх класифікація. Загальний і частинний розв'язок диференціального рівняння, початкові умови. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. Однорідні диференціальні рівняння. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі.

**Тема 13.** Деякі класи диференціальних рівнянь, які інтегруються в квадратурах або допускають пониження порядку. Рівняння в повних диференціалах.

Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Неповні диференціальні рівняння другого порядку.

**Тема 14.** Лінійні диференціальні рівняння 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами.

Лінійні однорідні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Характеристичне рівняння. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Метод невизначених коефіцієнтів.

### Змістовий модуль 7. Ряди

**Тема 15.** Числовий ряд (основні поняття). Степеневий ряд.

Визначення числового ряду. Загальні властивості і характеристики нескінченних числових рядів. Властивості збіжних рядів. Необхідна ознака збіжності ряду. Достатні ознаки збіжності рядів: ознака порівняння рядів, гранична ознака збіжності, ознака Даламбера, ознака Коші, інтегральна ознака збіжності ряду. Знакозмінні ряди. Ознака Лейбніца. Абсолютна та умовна збіжність рядів.

Степеневі ряди. Теорема Абеля. Радіус збіжності та інтервал збіжності степеневого ряду. Ряди Тейлора і Маклорена. Біноміальний ряд. Розклад елементарних функцій в степеневі ряди. Використання степеневих рядів для наближених обчислень значень функцій, обрахунку визначених інтегралів, розв'язування диференціальних рівнянь.

### Модуль 3.

#### Змістовий модуль 8. Основи теорії ймовірностей

**Тема 16.** Випадкові події, основні поняття теорії ймовірностей. Основні теореми ймовірностей. Незалежні повторні випробування

Предмет теорії ймовірностей. Елементи комбінаторики: розміщення, перестановки, сполучення. Алгебра подій. Випробування і події. Види випадкових подій. Класичне означення ймовірності. Основні властивості ймовірності. Відносна частота подій та її стійкість. Статистична ймовірність. Геометричні ймовірності. Сума випадкових подій. Теорема додавання ймовірностей несумісних подій. Повна група подій. Протилежна подія. Добуток подій. Умовна ймовірність. Теорема множення ймовірностей. Незалежні події. Теорема множення ймовірностей для незалежних подій. Ймовірність появи принаймі однієї події. Теорема додавання ймовірностей двох сумісних подій. Формула повної ймовірності. Ймовірність гіпотез. Формула Бейеса.

**Тема 17.** Схема незалежних випробувань і формула Бернуллі. Біноміальний розподіл ймовірностей. Локальна теорема Муавра-Лапласа. Інтегральна теорема Лапласа. Відхилення відносної частоти від сталої ймовірності в незалежних випробуваннях, теорема Бернуллі, закон великих чисел. Формула Пуассона.

Найпростіший потік подій.

**Тема 18.** *Дискретні та неперевні випадкові величини. Закони розподілу випадкових величин*

Дискретна випадкова величина. Закон і функція розподілу ймовірностей. Математичне сподівання, дисперсія і середнє квадратичне відхилення дискретної випадкової величини та їх властивості. Неперервна випадкова величина. Інтегральна функція розподілу. Диференціальна функція розподілу (густина ймовірності). Ймовірність попадання випадкової величини на заданий інтервал. Математичне сподівання, дисперсія та середнє квадратичне відхилення для неперервної випадкової величини.

Біноміальний розподіл ймовірностей. Розподіл Пуассона. Геометричний розподіл. Рівномірний закон розподілу ймовірностей. Нормальний розподіл та функція Лапласа. Центральна гранична теорема Ляпунова. Показниковий розподіл ймовірностей. Числові характеристики показникового розподілу.

### **Змістовий модуль 9. Основи математичної статистики**

**Тема 19.** *Вибірковий метод.*

Предмет математичної статистики. Генеральна сукупність і вибірка. Повторна і безповторна вибірка. Репрезентативність вибірки. Способи відбору об'єктів вибірки. Варіаційний ряд вибірки. Дискретні та інтервальні варіаційні ряди. Характеристики варіаційного ряду: середнє значення, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, мода, медіана, розмах варіації, коефіцієнт варіації. Емпірична функція розподілу. Полігон і гістограма.

**Тема 20.** *Кореляційний аналіз*

Функціональна, статистична і кореляційна залежність. Лінійна кореляційна залежність. Рівняння регресії. Кореляційна таблиця, кореляційне поле. Коефіцієнт кореляції і коефіцієнт детермінації. Оцінка істотності коефіцієнтів кореляції і детермінації. Криволінійні кореляційні залежності. Кореляційне відношення і його властивості.

**Тема 21.** *Дисперсійний аналіз*

Порівняння кількох середніх, поняття про дисперсійний аналіз. Загальна, факторна і залишкова сума квадратів відхилень, зв'язок між ними. Загальна, факторна і залишкова дисперсії. Порівняння кількох середніх за допомогою дисперсійного аналізу. Різне число випробувань на різних рівнях.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	л	с.				л	п	с.р		
о	б	р.			о	.						
1	2	3	4	5		6	7	8	9			
<b>Модуль 1.</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Елементи лінійної алгебри, векторної алгебри, аналітичної геометрії</b>												
Визначники. Матриці. Системи лінійних рівнянь	8	2	2	4								
Векторна алгебра	6	2	2	2								
Пряма лінія на площині. Пряма і площина в просторі	8	2	2	4								
Разом за змістовим модулем 1	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>								
<b>Змістовий модуль 2. Вступ в математичний аналіз</b>												
Числові множини, комплексні числа	4	2	-	2								
Функція, границі, неперервність функції	8	2	2	4								
Разом за змістовим модулем 2	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>								
<b>Змістовий модуль 3. Диференціальне числення функції однієї змінної</b>												
Похідна функції. Диференціал. Дослідження функції	12	2	4	6								
Разом за змістовим модулем 3	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>								
<b>Модуль 2.</b>												
<b>Змістовий модуль 4. Інтегральне числення функції однієї змінної.</b>												
Невизначений інтеграл. Методи інтегрування	6	2	2	2								



модулем 8												
<b>Змістовий модуль 9. Основи математичної статистики</b>												
Вибірковий метод. Кореляційний аналіз	8	2	2	4								
Дисперсійний аналіз	6	2	2	2								
Разом за змістовим модулем 9	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>								
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>								

### 5. Теоретичне навчання

№ п/п.	Теми і зміст лекційних занять
1	<p style="text-align: center;"><u>Вступ. Визначники. Матриці. Системи лінійних рівнянь</u></p> <p>Предмет математики. Історичний розвиток математики, її значення, зв'язок з іншими науками. Визначники, їх основні властивості, множення визначників. Мінори і алгебраїчні доповнення. Розв'язування систем лінійних рівнянь за правилами Крамера. Матриці. Дії над матрицями. Обернена матриця. Розв'язування матричних рівнянь. Ранг матриці. Теорема Кронекера-Капеллі. Розв'язування систем лінійних рівнянь методом Гауса. Базисні розв'язки.</p>
2	<p style="text-align: center;"><u>Елементи векторної алгебри</u></p> <p>Вектори. Лінійні операції над векторами. Поділ відрізка в заданому співвідношенні. Лінійні простори. Базис лінійного простору. Скалярний, векторний і мішаний добутки векторів. Умови колінеарності і компланарності векторів.</p>
3	<p style="text-align: center;"><u>Пряма лінія на площині. Пряма і площина в просторі</u></p> <p>Рівняння прямої лінії на площині в загальному виді, у відрізках на осях, рівняння прямої, що проходить через дві точки, канонічне рівняння прямої. Рівняння прямої з кутовим коефіцієнтом, пучка прямих. Нормоване рівняння прямої, відстань від точки до прямої. Кут між двома прямими. Рівняння поверхонь в просторі. Рівняння</p>

	<p>площини в загальному виді, у відрізках на осях, рівняння площини що проходить через три точки. Нормоване рівняння площини. Відстань від точки до площини. Кут між двома площинами. Рівняння лінії в просторі у векторній формі і в параметричному виді. Рівняння прямої в загальному виді. Рівняння пучка площин. Рівняння прямої, що проходить через дві точки, канонічне рівняння прямої. Кут між двома прямими, кут між прямою і площиною.</p>
4	<p><u>Числові множини, комплексні числа</u> <u>Функція. Границя функції. Неперервність функції</u></p> <p>Множина комплексних чисел. Дії над комплексними числами в алгебраїчній формі. Полярна система координат. Тригонометрична форма комплексного числа. Дії над комплексними числами в тригонометричній формі. Добування кореня з комплексного числа.</p> <p>Функціональна залежність, функція. Способи задання функції. Складні, наявні і обернені функції. Границя функції в точці, границя функції на нескінченності, односторонні границі функції. Властивості границь. Дві визначні границі. Нескінченно великі і нескінченно малі величини. Неперервність функції в точці і на інтервалі. Класифікація точок розриву функції. Властивості неперервних функцій.</p>
5	<p><u>Похідна функції. Диференціал. Дослідження функції</u></p> <p>Похідна, геометричний і фізичний зміст похідної. Похідні елементарних функцій, таблиця похідних. Правила диференціювання. Похідна складної, неявної та оберненої функції. Похідна функції заданої параметрично. Похідні вищих порядків. Геометричний зміст диференціала. Використання диференціала для наближених обчислень. Диференціали вищих порядків. Формула Тейлора. Біном Ньютона. Теореми про середнє. Правила Лопітала.</p> <p>Дослідження функції на монотонність. Інтервали спадання і зростання функції. Екстремуми функції. Необхідна і достатні умови екстремуму. Найбільше і найменше значення функції на інтервалі. Опуклість та угнутість графіка функції, точки перегину. Асимптоти графіка функції. Загальна схема дослідження функції і побудова графіка.</p>
6	<p><u>Невизначений інтеграл. Методи інтегрування</u></p> <p>Первісна функція, невизначений інтеграл. Геометричний зміст невизначеного інтеграла. Властивості невизначеного інтеграла. Таблиця основних інтегралів. Інтегрування методом заміни змінної, методом виділення повного диференціала. Інтегрування по частинах.</p>
7	<p><u>Інтегрування алгебраїчних дробів. Інтегрування ірраціональних і</u></p>

	<u>тригонометричних функцій</u>
	Алгебраїчні дроби. Елементарні алгебраїчні дроби. Інтегрування алгебраїчних дробів методом невизначених коефіцієнтів. Інтегрування ірраціональних функцій. Інтегрування експоненціальних функцій. Тригонометричні підстановки, універсальна тригонометрична підстановка. Інтегрування тригонометричних функцій.
8	<u>Визначений інтеграл. Застосування визначеного інтеграла</u>
	Формула Ньютона-Лейбніца. Властивості визначеного інтеграла. Інтегрування по частинам і методом підстановки у визначеному інтегралі. Невласні інтеграли. Наближене обчислення визначених інтегралів. Знаходження площ, довжин дуги кривої, об'ємів і поверхонь тіл обертання за допомогою визначеного інтеграла. Використання визначеного інтеграла для розв'язання фізичних задач.
9	<u>Функції декількох змінних</u>
	Поняття функції кількох змінних. Частинні похідні. Частинні похідні вищих порядків. Диференціал функції кількох змінних. Використання диференціала для наближених обчислень. Градієнт. Похідна функції в заданому напрямку. Екстремуми функції двох змінних. Необхідна і достатня умова екстремума. Умовний екстремум.
10	<u>Диференціальні рівняння першого порядку</u>
	Звичайні диференціальні рівняння, їх класифікація, загальний і частинний розв'язок, початкові умови. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними, однорідні диференціальні рівняння, диференціальні рівняння в повних диференціалах. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі.
11	<u>Лінійні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами</u>
	Лінійні однорідні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Характеристичне рівняння. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Метод невизначених коефіцієнтів.
12	<u>Числові ряди. Степеневі ряди</u>
	Загальні властивості і характеристики нескінченних числових рядів. Властивості збіжних рядів. Необхідна ознака збіжності. Достатні ознаки збіжності рядів. Знакочергуючі ряди. Ознака Лейбніца. Абсолютна та умовна збіжність рядів. Степеневі ряди. Теорема Абелля. Інтервали і радіус збіжності. По



	членне інтегрування та диференціювання степеневих рядів. Ряди Тейлора і Маклорена. Розклад елементарних функцій в степеневі ряди. Використання степеневих рядів для наближених обчислень, обрахунку визначених інтегралів, розв'язування диференціальних рівнянь.
13	<p style="text-align: center;"><u>Означення ймовірності. Теорема про ймовірності.</u></p> <p style="text-align: center;"><u>Повторні випробування</u></p> <p>Предмет теорії ймовірностей. Елементи комбінаторики: розміщення, перестановки, сполучення. Види подій. Операції над подіями: сума, різниця і добуток двох подій. Класичне статистичне і геометричне означення ймовірності. Ймовірність суми несумісних і сумісних подій. Поява групи подій. Протилежні події. Умовна ймовірність. Ймовірність добутку залежних і незалежних подій. Формула повної ймовірності. Ймовірність гіпотез, формула Бейеса. Незалежні повторні випробування, формула Бернуллі. Біноміальний розподіл ймовірності. Локальна та інтегральна теорема Лапласа. Теорема Бернуллі, закон великих чисел. Формула Пуассона. Найпростіший потік подій</p>
14	<p style="text-align: center;"><u>Вибірковий метод. Кореляційний аналіз</u></p> <p>Предмет математичної статистики. Генеральна сукупність і вибірка. Повторна і безповторна вибірка. Репрезентативність вибірки. Способи відбору об'єктів вибірки. Варіаційний ряд вибірки. Дискретні та інтервальні варіаційні ряди. Характеристики варіаційного ряду: середнє значення, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, мода, медіана, розмах варіації, коефіцієнт варіації. Емпірична функція розподілу. Полігон і гістограма.</p> <p>Функціональна і кореляційна залежність. Лінійна кореляція, коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації. Рівняння регресії. Кореляційна таблиця. Криволінійні кореляційні залежності. Поняття про множинну кореляцію.</p>
15	<p style="text-align: center;"><u>Дисперсійний аналіз</u></p> <p>Одно факторний дисперсійний аналіз. Загальна, факторна і залишкова сума квадратів відхилень. Загальна, факторна і залишкова дисперсія. Порівняння середніх за допомогою дисперсійного аналізу.</p>

## 6. Лабораторні роботи

Номер № п/п	Тема	Години
1	1.1 Визначники. Правило Крамера. Матриці. Дії над матрицями.	2

		Обернена матриця. Розв'язування систем лінійних рівнянь в матричній формі і методом Гауса. Ранг матриці.	
2	1.2	Скалярний, векторний і мішаний добуток векторів.	2
3	1.3	Пряма на площині. Рівняння прямої на площині. Відстань від точки до прямої. Кут між прямими. Площина. Рівняння площини. Відстань від точки до площини. Кут між площинами. Пряма в просторі. Пряма і площина.	2
4	2.1	Границя функції і числової послідовності. Визначні границі. Нескінченно малі і нескінченно великі функції. Неперервність функції. Точки розриву і їх класифікація.	2
5	2.2	Похідні функції. Похідна складної і неявної функції. Похідні вищих порядків. Диференціал функції, його застосування при наближених обчисленнях. Правило Лопіталя. Дослідження функції і побудова графіка.	2
6	2.3	Невизначений інтеграл. Інтегрування методом заміни змінної і по частинах.	2
7	2.4	Інтегрування алгебраїчних дробів. Інтегрування деяких ірраціональних функцій. Інтегрування тригонометричних функцій	2
8	2.5	Визначений інтеграл. Формула Ньютона-Лейбніца. Інтегрування частинами і заміна змінної. Застосування визначених інтегралів. Невласні інтеграли	3
9	3.1	Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. Однорідні рівняння. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі. Рівняння в «повних диференціалах».	2
10	3.2	Лінійні однорідні диференціальні рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами і спеціальною правою частиною.	2
11	3.3	Дослідження на збіжність числових рядів. Знакозмінні числові ряди. Степеневі ряди. Інтервал збіжності і радіус збіжності. Ряд Тейлора і Маклорена.	3
12	4.1	Означення ймовірності. Теореми про ймовірність. Повторні випробування.	2
13	4.2	Вибірковий метод. Кореляційний аналіз	2
14	4.1	Дисперсійний аналіз	2
		Разом	30

### 7. Самостійна робота студентів

№з/ п	Завдання для самостійної роботи	Обсяг годин
----------	---------------------------------	----------------

1	1.1 Визначники 2-го та 3-го порядків. Правила Крамера. Виконати домашнє завдання № 1.	2
2	1.2 Матриці. Системи лінійних рівнянь. Виконати домашнє завдання № 2.	2
3	1.3 Лінійні операції над векторами. Базис. Скалярний добуток двох векторів. Кут між векторами. Векторний добуток двох векторів. Мішаний добуток трьох, векторів. Виконати домашнє завдання № 3.	2
4	1.4 Пряма на площині. Рівняння прямої на площині. Кут між прямими. Відстань від точки до прямої. Виконати домашнє завдання № 4.	1
5	Пряма і площина у просторі. Виконати домашнє завдання № 5.	1
6	1.5 Криві другого порядку Підготуватись до модульного контролю. Виконати домашнє завдання № 6.	2
7	1.6 Комплексні числа. Дії над комплексними числами в алгебраїчній і тригонометричній формах запису. Корінь $n$ -го степеня. Формула Мавра. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання № 1	2
8	1.7 Границя числової послідовності і границя функції в точці. Обчислення границь. Чудові границі. Виконати домашнє завдання № 2.	2
9	2.1 Нескінченно малі і нескінченно великі функції в точці, їх порівняння. Односторонні границі. Неперервність функції. Точки розриву і їх класифікація. Виконати домашнє завдання № 3.	2
10	2.2 Похідні функції. Техніка диференціювання. Геометричний і механічний зміст похідної. Дотична і нормаль до графіка функції. Виконати домашнє завдання №4	1
11	2.3 Похідна складеної функції. Логарифмічне диференціювання. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання №5.	2
12	2.4 Правила Лопіталя. Похідні вищих порядків. Диференціал функції, його застосування при наближених обчисленнях. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання №6.	1
13	2.5 Точки екстремуму функції. Проміжки опуклості. Точки перегину. Асимптоти. Дослідження функції і побудова графіка. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання № 7.	1

14	2.6 Найбільше значення функції на відрізку. Підготуватись до модульного контролю. Виконати домашнє завдання № 8.	1
15	3.1 Первісна функції. Невизначений інтеграл. Таблиця інтегралів. Метод розбиття інтегралу. Метод заміни змінної. Метод інтегрування частинами Виконати домашнє завдання № 1.	2
16	3.2 Інтегрування раціональних функцій Виконати домашнє завдання № 2.	2
17	3.3 Інтегрування деяких ірраціональних функцій. Інтегрування тригонометричних функцій.. Виконати домашнє завдання № 3.	2
18	4.1 Визначений інтеграл. Формула Ньютона-Лейбніца. Виконати домашнє завдання № 4.	2
19	4.2 Застосування визначених інтегралів. Невласні інтеграли Конспектування основних моментів теми. Підготуватись до модульного контролю.. Виконати домашнє завдання № 5.	2
20	4.3 Функції декількох змінних (основні поняття). Лінії рівня. Частинні похідні вищих порядків. Виконати домашнє завдання № 1.	2
21	4.4 Екстремум функції 2-х змінних. Умовний екстремум. Похідна в заданому напрямі. Градієнт. Найбільше та найменше значення функції в замкненій області. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання № 2.	2
22	4.5 Подвійний інтеграл. Конспектування основних моментів теми. Підготуватись до модульного контролю. Виконати домашнє завдання № 3.	2
23	5.1 Диференціальні рівняння з відокремлюючими змінними, однорідні рівняння. Виконати домашнє завдання № 4	2
24	5.2 Лінійні диференціальні рівняння 1-го порядку. Рівняння Бернуллі. Виконати домашнє завдання № 5	2
25	5.3 Рівняння в "повних диференціалах". Деякі класи диференціальних рівнянь, які допускають пониження порядку. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання № 6.	2
26	5.4 Лінійні однорідні рівняння 2-го порядку з постійними коефіцієнтами. Лінійні неоднорідні рівняння 2-го порядку з постійними коефіцієнтами і спеціальною правою частиною. Конспектування основних моментів теми.	2

	Виконати домашнє завдання № 4.	
27	5.5 Числові ряди. Ознаки збіжності знакододатних числових рядів. Знакочергуючі числові ряди. Знакозмінні числові ряди. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання № 5.	1
28	5.6 Степеневі ряди. Інтервал збіжності. Область збіжності. Ряд Тейлора і Маклорена. Конспектування основних моментів теми. Підготуватись до модульного контролю. Виконати домашнє завдання № 6.	1
29	6.1 Випадкові події, основні поняття та теореми теорії ймовірностей. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання № 1.	2
30	6.2 Незалежні повторні випробування. Виконати домашнє завдання № 2.	2
31	6.3 Дискретні та неперервні випадкові величини. Розподіли випадкових величин	2
32	6.4 Основи вибіркового методу. Кореляційний аналіз. Конспектування основних моментів теми. Виконати домашнє завдання № 3.	2
33	6.5 Точкові та інтервальні оцінки параметрів розподілу	2
34	6.6 Однофакторний дисперсійний аналіз Конспектування основних моментів теми. Підготуватись до модульного контролю. Виконати домашнє завдання № 4.	2
	Разом	60

## 8. Методи навчання

Реалізація передбачених навчальним планом організаційних форм вивчення теорії ймовірностей і математичної статистики вимагає забезпечити відповідність методики навчання, контролю та оцінювання кредитно-модульній та модульно-рейтинговій системі організації навчального процесу. Це передбачає приведення керівництва навчальною діяльністю студентів на лекційних і практичних заняттях, управління самостійною роботою у відповідність до сучасних принципів взаємодії викладача і студентів. Заміна навчально-дисциплінарної парадигми освіти на гуманістичну, суб'єкт-суб'єктну уможлиблюється за умови переорієнтації навчального процесу на пріоритетне використання програмованих, особистісно зорієнтованого активних методів модульного навчання, повне забезпечення самостійної роботи студентів засобами навчання як на паперових носіях, так і інтерактивними комп'ютерними засобами.

У відповідності до цих передумов та відведеного часу на реалізацію поставлених навчально-освітніх завдань, вивчення теорії ймовірностей і математичної статистики має реалізовуватися бінарними методами, коли методи донесення, систематизації знань та забезпечення зв'язку теорії з професійною спрямованістю навчання адекватно відповідають визначеним навчальним планом організаційним формам навчання предмету – лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота, контрольні заходи (модульний контроль), семестровий контроль (залік, екзамен).

*Лекція*, як провідна форма теоретичного навчання та формування основ для наступного засвоєння студентами навчального матеріалу, використовується для розгорнутого теоретичного повідомлення, наукового аналізу та обґрунтування наукових проблем тем змістових модулів навчальної програми. Проводиться з використанням *методів викладу нового матеріалу* (словесний системний виклад наукової інформації) та *активізації пізнавальної діяльності студентів* (індуктивні та дедуктивні, настановчо-оглядові, репродуктивні, словесно-евристичні, словесно-проблемні, проблемні, частково-пошукові, логічно-пошукові, логічного підсумування інформації тощо).

*Практичні та лабораторні заняття і самостійна робота*, як провідні форми формування практичної та основ навчально-дослідної підготовки, – передбачають використання *методами активізації пізнавальної діяльності студентів* (пред'явлення навчальних вимог, інструктаж, навчальна робота під керівництвом викладача, робота з книгою (довідником, робочим зошитом) та *закріплення матеріалу* (систематизації, індукції і дедукції; робота із підручниками, довідниками, навчальними посібниками, в мережі Інтернет; укладання звіту про виконану навчальну роботу, виконане дослідження чи експеримент; підготовка до співбесіди з викладачем, усного виступу та повідомлення, публікації тощо)

## 9. Методи контролю

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу.

Система контролю над самостійною роботою студентів включає:

а) опитування студентів по змісту теоретичних знань під час проведення практичних занять;

б) перевірка виконання самостійних робіт, контрольних робіт;

в) захист індивідуальних завдань.

**Поточний** – під час виконання практичних, індивідуальних завдань), контроль за засвоєння певного модуля (модульний контроль). Форму проведення поточного контролю і систему оцінювання визначає відповідна кафедра.

**Підсумковий** – включає диференційований залік і екзамен.

Якщо навчальна дисципліна складається з **3-4** модулів, то кожен модуль може оцінюватись в умовних балах пропорційно обсягу часу, відведеному на

засвоєння матеріалу цього модуля. Максимально можлива кількість умовних балів за **навчальні заняття** студента становить 70% (коефіцієнт 0,7) і 30% (коефіцієнт 0,3) припадає на **екзамен (або диференційований залік)**. від загальної кількості умовних балів.

Рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань та умінь студентів з навчальної дисципліни (доповідь на студентській конференції, здобуття призового місця на олімпіадах, виготовлення макетів, підготовка наочних посібників тощо) може надаватись до **10%** від загальної кількості умовних балів з навчальної дисципліни.

### 10. Критерії та шкала оцінювання знань і умінь студентів

Оцінка національна	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	Кількість балів з дисципліни
Відмінно	A	Відмінно - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100
Добре	B	Дуже добре - вище середнього рівня з кількома помилками	82-89
	C	Добре - в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	75-81
Задовільно	D	Задовільно - непогано, але із значною кількістю недоліків	67-74
	E	Достатньо - виконання задовольняє мінімальні критерії	60-66
Незадовільно	FX	Незадовільно - потрібно працювати перед тим, як отримати позитивну оцінку	35-59
	F	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота	1-34

## 11. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 183 Технології захисту навколишнього середовища

Поточний (модульний) контроль													
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4			Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
3	3	3	3	3	7	3	3	3	3	3	3	3	3
Поточний (модульний) контроль													
Змістовий модуль 7	Змістовий модуль 8			Змістовий модуль 9			Підсумковий контроль		Сума				
T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	30		100				
3	3	3	6	3	3	3							

## 12. Методичне забезпечення

### Методичні рекомендації

1. Елементи лінійної алгебри. Навчально-методичні рекомендації для проведення практичних занять з вищої математики (для студентів факультету економіки і підприємництва) / Березовський В.Є., Закорчевна С.А., Труш Т.І., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2013. – 80 с.

2. Векторна алгебра та аналітична геометрія. Методичні рекомендації для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів (для студентів факультету економіки і підприємництва) / Березовський В.Є., Закорчевна С.А., Труш Т.І., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2013. – 58 с

3. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення функції однієї змінної. Методичні рекомендації для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів (для студентів факультету економіки і підприємництва) / Березовський В.Є., Закорчевна С.А., Труш Т.І., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2014. – 87 с.

4. Невизначений інтеграл. Методичні рекомендації для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів факультету економіки і підприємництва. / Березовський В.Є., Закорчевна С.А., Труш Т.І., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2014. – 72 с.

5. Визначений інтеграл. Функції декількох змінних. Методичні рекомендації для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів факультету економіки і підприємництва. / Березовський В.Є., Закорчевна С.А., Труш Т.І.,



С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2014. – 74 с.

6. Інтегральне числення функції декількох змінних. Методичні рекомендації для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів (для студентів інженерно-технологічного факультету)/ Березовський В.Є., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2014. – 84 с.

7. Диференціальні рівняння. Ряди. Методичні рекомендації для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів факультету економіки і підприємництва. / Березовський В.Є., Закорчевна С.А., Труш Т.І., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2014. – 62 с.

8. Елементи математичного аналізу. Навчально-методичні рекомендації для проведення практичних занять з вищої математики (для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.130100 – агрономія) / Березовський В.Є., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька – Умань: УНУС, 2013. – 83с.

9. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Методичні рекомендації для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів факультетів агрономії, плодоовочівництва, екології та захисту рослин. / Березовський В.Є., С.В. Лещенко, Р.В. Ненька, І. І. Побережець – Умань: УНУС, 2013. – 80 с.

### **13. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Вища математика: Підручник: У 2 кн.– 2-ге вид., перероб. і доп.– К.: Либідь, 2003.– Кн.1 Основні розділи / Г.Й. Призва, В.В. Плахотник, Л.Д. Гординський та ін.; За ред.. Г.Л.Кулініча.–400с.
2. Вища математика: Підручник: У 2 кн.– 2-ге вид., перероб. і доп.– К.: Либідь, 2003.– Кн.1 Основні розділи / Г.Л.Кулініч, Є.Ю.Таран, В.М.Бурим та ін.; За ред.. Г.Л.Кулініча.–368с.
3. Дубровник В.П., Юрик І.І., Вища математика: Навч. посібник. - К.: А.С.К., 2005.– 648 с.
4. Дюженкова Л.І. Дюженкова О.Ю. Михалін Г.О. Вища математика: Приклади і задачі / Посібник. – К.: Видавничий центр «Академія», 2002.– 624с. (Альма-матер)
5. В.П.Лавренчук, Т.І.Готинчан, В.С. Дронь, О.С. Кондур. Вища математика. Курс лекцій у трьох частинах. Частина 1. Лінійна алгебра, аналітична геометрія, Математичний аналіз: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2007.– 440с.
6. Валеев К.Г., Джалладова І.А. Вища математика: Навч. посібник. У 2-х ч - К.:КНЕУ, 2001.
7. Вища математика: Навч.-метод, посіб. для самост. вивч. дисципліни / К.Г. Валеев, І.А. Джалладова, О.І. Лютий, О.І. Макаренко, В.Г. Овсієнко. - К.: КНЕУ, 1999.– 396 с.

#### **Допоміжна**

1. Вища математика: Збірник задач: Навч. посібник / За ред. В.П.Дубовика, І.І.Юрика.– К.: Видавництво А.С.К., 2003.–480с.

2. Тевяшев А.Д., Литвин О.Г. Вища математика. Загальний курс. Збірник задач та вправ. - Х.: Рубікон, 1999.
3. Неміш В.М., Процик А.І., Березька К.М. Вища математика (практикум): Навч. посіб. - Тернопіль: Економічна думка, 2001.
4. Кудрявцев В. А., Демидович Б. П. Краткий курс высшей математики: Учеб. пособие для вузов. 6-е изд. - М.: Наука, 1986. - 576 с.
5. Лубенська Т. В., Чупаха Л. Д. Вища математика в таблицях: Довідник / Міжрег. акад. упр. персоналом. – К.: МАУП, 1999. – 85 с.
6. Минорский В. П. Сборник задач по высшей математике: Учеб. пособие для вузов. 10-е изд. - М.: Наука, 1969. - 352 с.
7. Шнейдер В. А., Слуцкий А. И., Шумов А. С. Краткий курс высшей математики. - М.: Высшая школа, 1975.
8. Пискунов Н.С. Дифференциальное исчисление. -М: Наука, 1978, т. 1 и 2.
9. Шкіль М.І., Колесник Т.В., Котлова В.М. Вища математика: Елементи аналітичної геометрії. Диференційне та інтегральне числення функцій однієї змінної. - К.: Вища шк. 1984-С.391
10. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика: Підручник: У 3 кн.: Кн. 2. Диференційне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Ряди. - К.: Либідь 1994-с.352
11. Шкіль М.І. та ін. Вища математика: Підручник: У 3 кн.: Кн. Аналітична геометрія з елементами алгебри. Вступ до математичного аналізу. К: Либідь , 1994 -с.280.

#### 14. Інформаційні ресурси

1. <http://elibrary.ru/> - Наукова електронна бібліотека.
2. <http://www.scientific-library.net> – Електронна бібліотека науково-технічної літератури.
3. <http://www.allbest.ru/> - Безкоштовні електронні бібліотеки: Математика.
4. <http://www.exponenta.ru/> - Освітній математичний сайт: задачі з розв'язками , довідник з математики, консультації, курси лекцій, методичні розробки і т.д.
5. <http://www.allmath.ru/> - Електронні матеріали з математики.
6. <http://www.mathhelp.spb.ru/> - Матеріали з вищої математики на допомогу студентам.
7. <http://mathem.h1.ru/> - Математика On- Line: довідкова інформація з математичних дисциплін.
8. <http://www.mcsme.ru/free-books/> - Сайт вільно розповсюджуваних видань, а також записи лекцій, збірник задач, програми курсів і т.д.