Вінницький національний технічний університет
Кафедра вищої математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

_____Василевський О. М.

“_____”_____2019 року

ВИЩА МАТЕМАТИКА

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра
галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування
16 Хімічна та біоінженерія
17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність 153 Мікро- та наносистемна техніка
163 - Біомедична інженерія
171 Електроніка
172 Телекомунікації та радіотехніка
освітня програма Біомедична інженерія
Мікро- та наносистемна техніка
Телекомунікації, Інформаційно-телекомунікаційні технології
Телекомунікаційні системи та мережі, радіотехніка,
Інформаційно-обчислювальні засоби радіоелектронних систем
Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки

2019 рік

Робоча програма дисципліни «Вищої математики» для студентів спеціальностей 153 Мікро- та наносистемна техніка, 163 Біомедична інженерія, 171 Електроніка, 172 Телекомунікації та радіотехніка 2019. – 29 с.

Розробник: Михалевич В. М., професор каф. ВМ, д.т.н., проф., Коломієць А. А., доцент каф. ВМ, к.пед.н., доц., Абрамчук І.В. ст. викл. каф. ВМ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри вищої математики

Протокол від « 03 » вересня 2019 року № 1

Завідувач кафедри _____ д.т.н., професор Михалевич В.М.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною комісією факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем

Протокол від «___»__вересня_____2019___ року № ___

Голова Методичної комісії ФІРЕН _____ проф. В. М. Кичак

(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «____»_____2019__ року № ___

Голова_____ д.т.н., проф. Васілевський О. М.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Ó В.М. Михалевич

А.А. Коломієць

І.В. Абрамчук

Ó ВНТУ, 2019 рік

1. **Опис навчальної дисципліни**

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="3">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="3">денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>1 семестр
Кількість кредитів – 6
2 семестр
Кількість кредитів – 6
3 семестр
Кількість кредитів – 6</td><td rowspan="3">Галузь знань
15 Автоматизація та приладобудування
16 Хімічна та біоінженерія
17 Електроніка та телекомунікації</td><td colspan="3">Нормативна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 3</td><td colspan="3">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 14</td><td colspan="2">1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. визначаються робочим навчальним планом чи рішенням кафедри)</td><td rowspan="5">Спеціальність
153 Мікро- та наносистемна техніка
163 - Біомедична інженерія
171 Електроніка
172 Телекомунікації та радіотехніка</td><td colspan="3">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин : 540</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>денна форма
1 семестр – 180
2 семестр – 180
3 семестр – 180</td><td colspan="3">Лекції (год.)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:
1семестр
аудиторних – 5,5
самостійної роботи студента – 4,5
2 семестр
аудиторних – 5,5
самостійної роботи студента – 4,5
3 семестр
аудиторних – 5
самостійної роботи студента – 5</td><td>54</td><td>45</td><td>45</td></tr>
<tr><td colspan="3">Практичні (год.)</td></tr>
<tr><td>45</td><td>54</td><td>45</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>81</td><td>81</td><td>90</td></tr>
<tr><td colspan="3">Вид контролю:
іспит в кожному симестрі</td></tr>
<tr><td colspan="4">Рівень вищої освіти – перший (бакалавр)</td></tr>
</table>

Примітка.Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання
1 семестр – 55%
2 семестр – 55%
3 семестр – 50%

2. Передумови для вивчення дисципліни

Базові знання елементарної математики та фізики.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мету викладання вищої математики у вищій технічній школі з використанням інформаційних технологій можна сформулювати таким чином:

· формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту, аналітичного та синтетичного мислення, відповідної математичної культури, інтуїції;

· оволодіння математичним апаратом, необхідним для вивчення загально інженерних та спеціальних дисциплін, розвиток здібностей свідомого сприйняття математичного матеріалу, характерного для спеціальності інженера;

· оволодіння основними математичними методами, необхідними для аналізу і моделювання пристроїв, процесів і явищ, пошуків оптимальних рішень з метою підвищення ефективності виробництва і вибору найкращих способів реалізації цих рішень, опрацювання і аналізу результатів експериментів;

· оволодіння вмінням самостійно працювати з математичною літературою.

Завдання викладання вищої математики полягають в тому, щоб продемонструвати сутність наукового підходу до вивчення процесів і явищ оточуючого світу, роль математики у розвитку наукових досліджень і технічному прогресі. Необхідно навчити студентів прийомам дослідження і розв'язування математично формалізованих задач з використанням комп'ютера, виробити у студентів уміння аналізувати одержані результати, навички самостійного вивчення літератури з математики та її застосуванні.

Математична компетентність – це спроможність особистості бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, наприклад, моделювання комп'ютерних мереж, будувати математичну модель, досліджувати її методами дискретної математики, інтерпретувати отримані результати, використовуючи матрицю суміжності та матрицю інцидентності, оцінювати похибку обчислень.

Складові математичної компетентності:

- процедурну – уміння розв'язувати типові математичні задачі;

- логічну – володіння дедуктивним методом доведення та спростування тверджень;

- технологічну – володіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями підтримки математичної діяльності;

- дослідницьку – володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих задач;

- методологічну – уміння оцінювати доцільність використання математичних методів для розв'язування індивідуально і суспільно значущих завдань.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

вміти

- виконувати дії з матрицями, знаходити обернену матрицю;
- обчислювати визначники довільних порядків;
- розв'язувати системи лінійних рівнянь методами Гаусса, Крамера, матричним методом та методом звичайних жорданівських виключень;

- виконувати в системі комп'ютерної математики дії з матрицями, що пов'язані з налаштуванням нейронних мереж Гопфілда, Кохонена та Хемінга. 1*
- виконувати лінійні операції над векторами, знаходити скалярний та векторний добутки векторів;
- визначати тип кривої або поверхні за канонічним рівнянням і зображати її графічно;
- встановлювати характер взаємного розміщення прямих на площині та прямих і площин в просторі;
- знаходити границю функцій, похідну, проводити повне дослідження функції та будувати на основі дослідження графік функції;
- визначити та класифікувати точки розриву;
- знаходити частинні похідні та досліджувати функції багатьох змінних на екстремум;
- виконувати дії з комплексними числами;
- знаходити первісні, невизначені інтеграли;
- обчислювати визначені та невласні інтеграли;
- обчислювати кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли;
- знаходити загальний розв'язок звичайних диференціальних рівнянь та нормальних систем диференціальних рівнянь;
- визначати тип квазілінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку та зводити їх до канонічного вигляду;
- досліджувати числові ряди на збіжність, визначати область збіжності степеневого ряду;
- розвивати функції в степеневі ряди, застосовувати ряди до наближених обчислень;
- розв'язання в середовищі системи комп'ютерної математики прикладних задач, що пов'язані з використанням рядів Фур'є для аналізу сигналів та зображень; 1*
- обчислювати імовірності випадкових подій безпосередньо та за допомогою теорем і основних формул теорії ймовірностей;
- складати ряд розподілу і функцію розподілу дискретної випадкової величини;
- обчислювати основні числові характеристики випадкових величин;
- застосовувати метод Монте-Карло до розв'язання прикладних задач; 1*
- проводити обробку експериментальних даних;
- знаходити надійний інтервал математичного сподівання;
- застосовувати набуті знання до вирішення прикладних задач.

знати

- матриці, види матриць, дії з ними та їх застосування, зокрема, до налаштування нейронних мереж [1*];
- визначники та їх властивості;
- системи лінійних рівнянь та методи їх розв'язування;
- власні числа і вектори матриці та їх застосування; 1*
- вектори і дії над ними;
- системи координат;
- канонічні рівняння прямої і площини;
- рівняння кривих і поверхонь другого порядку;
- основні поняття теорії границь;
- основні поняття теорії функцій багатьох змінних;
- основні поняття диференціального і інтегрального числень: функції, похідної, диференціалу, невизначеного інтегралу, визначеного інтегралу;
- поняття подвійного та потрійного, криволінійного та поверхневого інтегралів;
- поняття числового, степеневого та функціонального ряду;
- основні поняття теорії рядів: суми ряду, збіжності ряду, інтервалу збіжності степеневого ряду;
- ряди Тейлора та Маклорена;
- ряди Фур'є та їх використання для аналізу сигналів та зображень; 1*
- основні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь;
- основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах;

- поняття комплексного числа та форми його подання;
- операції над комплексними числами та їх властивості;
- поняття випадкової події та її ймовірності;
- основні теореми теорії ймовірностей;
- поняття випадкової величини;
- поняття ряду розподілу та функції розподілу випадкових величин;
- поняття щільності розподілу ймовірностей;
- числові характеристики випадкових величин та їх властивості;
- основні закони розподілу випадкових величин;
- граничні теореми теорії ймовірностей;
- метод Монте-Карло; 1*
- поняття надійного інтервалу;
- критерій згоди.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен: набути базові знання розділів математики, в обсязі необхідному для володіння математичним апаратом теорії інформації, радіотехніки та теорії комунікацій, розуміння процесів під час передавання електричних сигналів лініями зв'язку; набути здатність застосовувати знання до спеціалізованих завдань та практичних проблем у галузі професійної діяльності; набути здатність аналізувати результати вимірювання параметрів та характеристик інформаційних та радіотехнічних систем прийому (з математичної точки зору), здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, вміння застосовувати математичні знання в професійній діяльності.

Набути здатність до пошуку, оброблення інформації з різних джерел, здатність до системного мислення, набути вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми, здатність генерувати нові ідеї (креативність), здатність проводити дослідження на відповідному рівні, здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях, здатність брати участь в науково-дослідній діяльності при вирішенні інженерних і наукових задач, при розробці експериментальних моделей та прототипів штучних органів та систем.

Оволодіти уміннями сприймати та розуміти надану математичну інформацію у повному обсязі, застосовувати математичні знання у процесі розв'язання професійних задач, побудови математичних моделей, оволодіти уміннями наполегливо досягати поставленої мети, уміннями відповідально ставитись до виконуваної роботи.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час 3 тематичних робіт, виконання та захисту ТР, іспитів.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до тематичних робіт, написання контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), підготовка до практичних занять, тестування, іспитів.

4. **Програма навчальної дисципліни**

Семестр 1

Змістовий модуль 1. Лінійна та векторна алгебра

Тема 1. Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначних для вирішення задач з гетероасоціативною пам'ятю та в нейронних мережах Гопфілда і Кохонена. [1*]

Види матриць та їх розмірність. Квадратні, діагональні, скалярні та одиничні матриці різних порядків. Додавання та множення матриць.

Тема 2. Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга. [1*]

Способи задання та дії з матрицями

Тема 3. Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин. [1*]

Означення та способи знаходження власних чисел і векторів квадритної матриці. Застосування.

Тема 4. Визначники та системи лінійних рівнянь.

Визначники 2-го та 3-го порядків. Визначники вищих порядків та їх властивості. Обернена матриця. Системи лінійних алгебричних рівнянь (СЛАР). Теорема Кронекера – Капелі. Правило Крамера розв'язання СЛАР. Метод Гаусса розв'язання СЛАР. Матричний метод розв'язання СЛАР.

Тема 5. Вектори та дії над ними.

Означення вектора, модуль вектора, рівність векторів. Операції над векторами у геометричній формі: сума, різниця, добуток вектора на число. Лінійна комбінація векторів, лінійна незалежність векторів. Базис. Розкладення векторів за базисом. Координати вектора. Скалярний добуток векторів. Кут між векторами. Орієнтація трійки векторів. Векторний добуток та його фізичний і геометричний зміст. Мішаний добуток векторів та його геометричний зміст.

Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія

Тема 6. Рівняння прямої на площині

Різні види рівнянь прямої на площині. Відстань від точки до прямої..

Тема 7. Площина у просторі

Рівняння площини у просторі: загальне рівняння площини; рівняння площини за нормаллю та точкою; рівняння площини, що проходить через три точки. Кут між площинами. Відстань від точки до площини.

Тема 8. Пряма у просторі

Рівняння прямої у просторі: загальні рівняння прямої; канонічне рівняння прямої; рівняння прямої, що проходить через дві точки; векторне та параметричні рівняння прямої. Кут між прямими, кут між прямою та площиною. Відстань від точки до прямої у просторі.

Тема 9. Криві другого порядку

Еліпс: означення, рівняння, форма еліпса, фокуси, ексцентриситет, директриси еліпса. Побудова еліпса. Гіпербола: означення, форма гіперболи, асимптоти, фокуси, ексцентриситет, директриси. Парабола: означення, форма, фокус, директриса. Оптичні властивості еліпса, гіперболи, параболи.

Змістовий модуль 3. Диференціальне числення функції однієї змінної

Тема 10. Функція однієї змінної

Означення функції однієї змінної. Способи завдання функції: табличний, графічний, явний, неявний. Основні елементарні функції. Обмежена функція. Складена функція. Обернена функція. Зростання та спадання функції. Опукла та увігнута функції.

Тема 11. Границя послідовності та функції. Неперервність функції

Границя послідовності. Властивості границі послідовності. Границя функції. Односторонні границі. Нескінченно малі та нескінченно великі функції. Властивості нескінченно малих та нескінченно великих функцій. Властивості границі функції. Перша та друга чудові границі. Методи обчислення границь. Означення неперервної функції у точці та на множині. Властивості неперервних функцій. Точки розриву функції та їх класифікація. Асимптоти графіка функції.

Тема 12. Похідна функції

Означення похідної. Геометричний та фізичний зміст похідної. Властивості похідної функції: похідна суми, різниці функцій; похідна добутку та частки функцій; похідна складної функції; похідна оберненої функції. Таблиця похідних елементарних функцій. Похідні вищих порядків.

Тема 13. Застосування похідної

Точки локального екстремуму функції. Теорема Ферма. Теорема Ролля. Теорема Лагранжа. Інтервали монотонності функції. Опуклість, увігнутість функції, точки перегину. Схема побудови графіка функції. Диференціал функції та його геометричний зміст. Використання диференціалу функції для наближених обчислень. Формула Тейлора.

Змістовий модуль 4. Інтегральне числення функції однієї змінної

Тема 14. Комплексні числа. Многочлени.

Форми запису комплексних чисел. Дії над комплексними числами. Многочлени. Основна теорема алгебри. Правильні, неправильні та елементарні раціональні дроби.

Тема 15. Невизначений інтеграл

Первісна та невизначений інтеграл. Властивості невизначеного інтегралу. Таблиця інтегралів основних елементарних функцій. Метод підстановки. Інтегрування частинами. Інтегрування найпростіших дробів. Інтегрування раціональних функцій. Інтегрування тригонометричних виразів. Тригонометричні підстановки. Інтегрування деяких ірраціональностей.

Тема 16. Визначений інтеграл

Означення визначеного інтегралу. Геометричний та фізичний зміст визначеного інтегралу. Властивості визначеного інтегралу. Інтеграл зі змінною верхньою межею. Формула Ньютона–Лейбниця. Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування частинами у визначеному інтегралі. Застосування визначеного інтегралу у геометрії: обчислення площ фігур, довжини дуги кривої, об’ємів тіл. Невласні інтеграли I та II роду.

Семестр 2

Змістовий модуль 5. Функції багатьох змінних (ФБЗ) Диференціальне числення ФБЗ

Тема 17. Функції багатьох змінних

Поняття про функцію двох змінних, функцію багатьох змінних. Окіл точки. Приріст функції, границя ФБЗ. Неперервність ФБЗ. Графік функції двох змінних. Лінії рівня. Частинні похідні. Похідна за напрямком. Градієнт функції. Повний диференціал. Використання повного диференціалу у наближених обчисленнях.

Тема 18. Екстремуми функції багатьох змінних

Означення екстремуму ФБЗ. Необхідні умови екстремуму ФБЗ.

Достатні умови екстремуму функції двох змінних. Умовний екстремум функції двох змінних. Метод найменших квадратів.

Змістовий модуль 6. Звичайні диференціальні рівняння

Тема 19. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку

Означення диференціального рівняння, порядок диференціального рівняння. Інтегрування диференціальних рівнянь. Загальний розв’язок та загальний інтеграл диференціального рівняння. Задача Коші. Диференціальні рівняння першого порядку. Інтегральні криві. Типи диференціальних рівнянь першого порядку: рівняння з відокремленими змінними, однорідні диференціальні рівняння, лінійні диференціальні рівняння.

Тема 20. Диференціальні рівняння вищих порядків

Лінійні диференціальні рівняння n-го порядку. Структура розв’язків лінійного диференціального рівняння n-го порядку. Лінійні диференціальні рівняння n-го порядку із сталими коефіцієнтами. Характеристичне рівняння. Методи розв’язання лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь 2-го порядку із сталими коефіцієнтами. Диференціальні рівняння, які допускають зниження порядку.

Тема 21. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами

Однорідні та неоднорідні системи. Метод варіації довільних сталих. Метод підстановки.

Змістовий модуль 7. Інтегрування функцій декількох змінних

Тема 22. Подвійний інтеграл

Означення подвійного інтегралу та умови його існування. Властивості подвійного інтегралу. Оцінювання подвійного інтегралу. Теорема про середнє. Обчислення подвійного інтегралу у прямокутних координатах. Обчислення подвійного інтегралу у полярних та загальних криволінійних координатах. Застосування подвійного інтегралу.

Тема 23. Потрійний інтеграл

Означення потрійного інтегралу та умови його існування. Властивості потрійного інтегралу. Оцінювання потрійного інтегралу. Обчислення потрійного ін-

тегралу у прямокутних координатах. Циліндрична та сферична системи координат. Обчислення потрійного інтегралу у загальних криволінійних, циліндричних та сферичних координатах. Застосування потрійного інтегралу.

Тема 24. Криволінійні інтеграли

Означення криволінійного інтегралу по довжині (першого роду), його властивості. Обчислення криволінійного інтегралу першого роду. Застосування криволінійного інтегралу першого роду у фізиці. Означення криволінійного інтегралу по координатах (другого роду), його властивості. Обчислення та фізичний зміст. Формула Гріна та її наслідки, умови незалежності криволінійного інтегралу другого роду від шляху інтегрування у просторі R^2. Зведення криволінійного інтегралу другого роду до криволінійного інтегралу першого роду.

Тема 25. Поверхневі інтеграли

Означення поверхневого інтегралу першого роду та його властивості, геометричний та фізичний зміст. Обчислення поверхневого інтегралу першого роду. Односторонні та двохсторонні поверхні. Означення поверхневого інтегралу по координатах (другого роду) та його властивості. Обчислення поверхневого інтегралу другого роду. Зведення поверхневого інтегралу другого роду до поверхневого інтегралу першого роду.

Змістовий модуль 8. Теорія поля

Тема 26. Теорія поля

Скалярні та векторні поля. Градієнт, ротор та дивергенція. Циркуляція векторного поля, її фізичний зміст. Теорема Стокса, зв'язок з формулою Гріна, умови незалежності криволінійного інтегралу другого роду від шляху інтегрування у просторі R^3. Фізичний зміст оператора ротор. Потік векторного поля. Теорема Остроградського. Фізичний зміст оператора дивергенція. Потенціальні поля, потенціал поля. Соленоїдальні поля. Оператори Гамільтона і Лапласа.

Змістовий модуль 9. Числові, функціональні та степеневі ряди

Тема 27. Числові ряди

Числовий ряд. Збіжність числового ряду. Необхідна умова збіжності. Абсолютна та умовна збіжності. Достатні ознаки збіжності. Знакопочережні ряди, теорема Лейбніца.

Тема 28. Функціональні ряди. Степеневі ряди

Функціональний ряд. Поточкова та рівномірна збіжність ряду, область збіжності функціонального ряду. Диференціювання та інтегрування функціональних рядів. Степеневі ряди, радіус збіжності. Властивості степеневих рядів у колі збіжності. Розвинення функції в ряд Тейлора-Маклорена. Ряди Тейлора для основних елементарних функцій.

Змістовий модуль 10. ***Ряди Фур'є та їх використання для аналізу сигналів та зображень.*** [1*]

Тема 29. Ортогональність функцій. Ряди Фур'є.

Ортогональна система функцій. Ряд Фур'є по ортогональній системі функцій. Тригонометрична система функцій та її ортогональність. Збіжність тригономет-

ричного ряду до початкової функції. Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних та неперіодичних функцій. Перетворення Фур'є та його властивості.

Тема 30. Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.

Тема 31. Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.

Особливості обчислення коефіцієнтів Фур'є в системі символьної математики. Візуалізація апроксимації функцій рядами Фур'є.

Тема 30. Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.

Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних та неперіодичних функцій. Перетворення Фур'є та його властивості.

Тема 31. Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.

Семестр 3

Змістовий модуль 11. Теорія функцій комплексної змінної

Тема 32. Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ

Основні множини точок комплексної площини. Функція комплексної змінної. Диференційовність ФКЗ. Умови Коші – Рімана. Елементарні аналітичні функції та їх властивості. Конформні відображення.

Тема 33. Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ

Інтегрування ФКЗ. Теорема Коші. Формула Коші. Ізольовані особливі точки. Ряди Тейлора і Лорана. Лишки, їх обчислення і застосування.

Змістовий модуль 12. Операційне числення

Тема 34. Інтегральне перетворення Лапласа

Інтегральне одностороннє перетворення Лапласа, достатні умови існування. Основні теореми операційного числення. Обернене перетворення Лапласа, зв'язок з інтегральним перетворенням Фур'є. Способи відновлення оригіналів. Згортка оригіналів, її властивості. Розв'язування задачі Коші системи диференціальних рівнянь операторним методом. Інтеграл Дюамеля, його застосування.

Змістовий модуль 13. *Основні поняття теорії ймовірностей*

Тема 31. Комбінаторика

Основні поняття. Перестановки. Розміщення. Комбінації. Розміщення та комбінації з повтореннями.

Тема 36. Ймовірності випадкових подій.

Основні поняття теорії ймовірностей. Подія, алгебра подій. Аксіоматичні основи імовірності, класичне та геометричне означення імовірності.

Тема 37. Основні теореми та формули теорії ймовірностей.

Сумісні та несумісні події, теорема додавання. Залежні та незалежні події, умовна імовірність, теорема множення. Формули повної імовірності і Байєса. Схема випробувань Бернуллі. Локальна та інтегральна теореми Лапласа. Теорема Пуассона. Теорема Я. Бернуллі.

Змістовий модуль 14. *Метод Монте –Карло* [1*]

Тема 38. Сутність метода Монте –Карло.

Сутність та алгоритм розв’язування задачі методом Монте –Карло.

Тема 39. Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона.

Моделювання дискретних випадкових величин. Ряд розподілу та його статистичні характеристики.

Тема 40. Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.

Моделювання неперервних випадкових величин.

Тема 41. Розв’язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.

Задачі наближеного обчислення визначених інтегралів. Визначення статистичних характеристик й очікуваного відсотку браку при виробництві штучних імплантів.

Змістовий модуль 15. Математична статистика

Тема 42. Основні поняття математичної статистики

Генеральна сукупність та вибірка. Варіаційний ряд. Гістограма, емпірична функція розподілу, вибіркові середнє та дисперсія.

Тема 43. Інтервальні оцінки.

Оцінки параметрів розподілів за різних умов.

Тема 44. Перевірка статистичних гіпотез.

Нульова та альтернативна гіпотези. Порівнювання математичних сподівань та середньоквадратичних відхилень нормально розподілених випадкових величин. Критерій Пірсона.

5. **Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. ***Лінійна та векторна алгебра***						
Тема 1. Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначених для вирішення задач з гетероасоціативною пам'ятю та в нейронних мережах Гопфілда і Кохонена. [1*]	13	3	4			6

Тема 2. Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга. [1*]	6	3				3
Тема 3. Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин. [1*]	11	2	3			6
Тема 4. Визначники та системи лінійних рівнянь.	10	3	4	-	-	3
Тема 5. Вектори та дії над ними.	11	4	4	-	-	3
Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія						
Тема 6. Рівняння прямої на площині.	7	2	2	-	-	3
Тема 7. Площина у просторі.	8	2	2	-	-	4
Тема 8. Пряма у просторі.	8	2	2	-	-	4
Тема 9. Криві другого порядку	6	1	2			3
Змістовий модуль 3. ***Диференціальне числення функції однієї змінної***						
Тема 10. Функція однієї змінної.	8	1	4	-	-	3
Модуль 2						
Тема 11. Границя послідовності та функції. Неперервність функції.	19	5	4	-	-	10
Тема 12. Похідна функції.	22	7	5	-	-	10
Тема 13. Застосування похідної.	13	4	3	-	-	6

Змістовий модуль 4. ***Інтегральне числення функції однієї змінної***						
Тема 14. Комплексні числа. Многочлени.	8	2	2			4
Тема 15. Невизначений інтеграл.	18	6	4			8
Тема 16. Визначений інтеграл.	12	4	3			5
Разом за 1семестр	180	54	45			81
СЕМЕСТР 2. Модуль 3						
Змістовий модуль 5. ***Функції багатьох змінних (ФБЗ) Диференціальне числення ФБЗ***						
Тема 17. Функції багатьох змінних.	8	2	2			4
Тема 18. Екстремуми функції багатьох змінних.	10	2	2			6
Змістовий модуль 6. ***Звичайні диференціальні рівняння***						
Тема 19. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку.	24	6	8			10
Тема 20. Диференціальні рівняння вищих порядків.	17	6	4			6
Тема 21. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	9	2	3			4
Змістовий модуль 7. ***Інтегрування функцій декількох змінних***						
Тема 22. Подвійний інтеграл.	12	2	4			6
Тема 23. Потрійний інтеграл.	10	2	4			4
За 3 модуль	90	22	27			40

Модуль 4						
Тема 24. Криволінійні інтеграли.	14	3	4			5
Тема 25. Поверхневі інтеграли.	9	3	2			4
Змістовий модуль 8. ***Теорія поля***						
Тема 26. Теорія поля.	12	3	4			5
Змістовий модуль 9. ***Числові, функціональні та степеневі ряди***						
Тема 27. Числові ряди.	*14*	*4*	*4*			*6*
Тема 28. Функціональні ряди. Степеневі ряди.	14	3	5			6
Змістовий модуль 10. ***Ряди Фур'є та їх використання для аналізу сигналів та зображень.*** [1*]						
Тема 29. Ортогональність функцій. Ряди Фур'є.	11	2	4			5
Тема 30. Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.	11	3	3			5
Тема 31. Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.	8	2	1			5
Разом за 4-ий модуль	91	23	27			41
Разом за семестр 2	180	45	54			81
СЕМЕСТР 3. Модуль 5						
Змістовий модуль 11. ***Теорія функцій комплексної змінної***						
Тема 32. Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ.	21	6	5			10
Тема 33. Інтегральне числення ФКЗ.	20	6	5			9

Ряди ФКЗ.						
Змістовий модуль 12. ***Операційне числення***						
Тема 34. Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення.	18	5	5			8
Змістовий модуль 13. ***Основні поняття теорії ймовірностей***						
Тема 35. Комбінаторика.	8	3	1			4
Тема 36. Ймовірності випадкових подій.	1	1				
Тема 37. Основні теореми та формули теорії ймовірностей.	22	7	5			10
Разом за 5-ий модуль	90	28	21			41
Модуль 6						
Змістовий модуль 14. ***Метод Монте –Карло*** [1*]						
Тема 38. Сутність метода Монте – Карло.	3	1				3
Тема 39. Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона	11	2	3			6
Тема 40. Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.	10	2	2			6
Тема 41.	11	2	3			5

Розв'язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.						
Змістовий модуль 15. ***Математична статистика***						
Тема 42. Основні поняття мат. статистики	18	3	5			10
Тема 43. Інтервальні оцінки.	20	4	5			11
Тема 44. Перевірка статистичних гіпотез.	17	3	6			8
Разом за 6-ий модуль	90	17	24			49
Разом за семестр 3	**180**	**45**	**45**			**90**
Усього годин	**540**	**144**	**144**			**252**

6. **Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначених для вирішення задач з гетероасоціативною пам'ятю та в нейронних мережах Гопфілда і Кохо-	3
2.	Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга. [1*]	3
3.	Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин. [1*]	2
4.	Визначники та системи лінійних рівнянь.	3
5.	Вектори та дії над ними.	4
6.	Рівняння прямої на площині.	2

7.	Площина у просторі.	2
8.	Пряма у просторі.	2
9.	Криві другого порядку	1
10.	Функція однієї змінної.	1
11.	Границя послідовності та функції. Неперервність функції.	5
12.	Похідна функції.	5
13.	Застосування похідної.	3
14.	Комплексні числа. Многочлени.	2
15.	Невизначений інтеграл.	4
16.	Визначений інтеграл.	3
Разом годин за семестр 1		***45***
17.	Функції багатьох змінних.	2
18.	Екстремуми функції багатьох змінних.	2
19.	Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку.	8
20.	Диференціальні рівняння вищих порядків.	4
21.	Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	3
22.	Подвійний інтеграл.	4
23.	Потрійний інтеграл.	4
24.	Криволінійні інтеграли.	4
25.	Поверхневі інтеграли.	2
26.	Теорія поля.	4
27.	Числові ряди.	4
28.	Функціональні ряди. Степеневі ряди.	5
29.	Ортогональність функцій. Ряди Фур’є.	4

30.	Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.	3
31.	Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.	1
Разом годин за семестр 2		***54***
32.	Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ.	5
33.	Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ.	5
34.	Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення.	5
35.	Комбінаторика.	1
36.	Ймовірності випадкових подій..	
37.	Основні теореми та формули теорії ймовірностей.	5
38.	Сутність метода Монте –Карло.	
39.	Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона	3
40.	Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.	2
41.	Розв'язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.	3
42.	Основні поняття мат. статистики	5
43.	Інтервальні оцінки.	5
44.	Перевірка статистичних гіпотез.	6
Разом годин за семестр 3		***45***
Разом годин		***144***

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Семестр 1	
	Тема 1. Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначених для вирішення задач з гетероасоціативною пам'ятю та в нейронних мережах Гопфідада і Кохонена. [1*]	6
	Тема 2. Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга. [1*]	3

	Тема 3. Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин. [1*]	6
	Тема 4. Визначники та системи лінійних рівнянь.	3
	Тема 5. Вектори та дії над ними.	3
	Тема 6. Рівняння прямої на площині.	3
	Тема 7. Площина у просторі.	4
	Тема 8. Пряма у просторі.	4
	Тема 9. Криві другого порядку	3
	Тема 10. Функція однієї змінної.	3
	Тема 11. Границя послідовності та функції. Неперервність функції.	10
	Тема 12. Похідна функції.	10
	Тема 13. Застосування похідної.	6
	Тема 14. Комплексні числа. Многочлени.	4
	Тема 15. Невизначений інтеграл.	8
	Тема 16. Визначений інтеграл.	5
Разом годин за семестр 1		***81***
	Семестр 2	
	Тема 17. Функції багатьох змінних.	4
	Тема 18. Екстремуми функції багатьох змінних.	6
	Тема 19. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку.	10
	Тема 20. Диференціальні рівняння вищих порядків.	6
	Тема 21. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	4
	Тема 22. Подвійний інтеграл.	6
	Тема 23. Потрійний інтеграл.	4
	Тема 24. Криволінійні інтеграли.	5
	Тема 25. Поверхневі інтеграли.	4
	Тема 26. Теорія поля.	5
	Тема 27. Числові ряди.	6
	Тема 28. Функціональні ряди. Степеневі ряди.	6
	Тема 29. Ортогональність функцій. Ряди Фур'є.	5
	Тема 30. Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.	5
	Тема 31. Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.	5
Разом годин за семестр 2		***81***

	Семестр 3	
	Тема 32. Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ.	10
	Тема 33. Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ.	9
	Тема 34. Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення.	8
	Тема 35. Комбінаторика.	4
	Тема 36. Ймовірності випадкових подій..	
	Тема 37. Основні теореми та формули теорії ймовірностей.	10
	Тема 38. Сутність метода Монте –Карло.	2
	Тема 39. Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона	6
	Тема 40. Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.	6
	Тема 41. Розв'язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.	6
	Тема 42. Основні поняття мат. статистики	10
	Тема 43. Інтервальні оцінки.	11
	Тема 44. Перевірка статистичних гіпотез.	8
Разом годин за семестр 3		***90***
Разом годин		***252***

7. **Індивідуальні завдання**

6.1. Типові розрахунки

Метою виконання індивідуальних завдань (контрольні роботи (КР), розрахунково-графічні роботи (ТР), тематичні контрольні роботи) є підвищення рівня засвоєння курсу вищої математики, інтенсифікації самостійної роботи, формування особистості студента. ТР передбачені із завдань трьох типів:

- індивідуальні теоретичні вправи;
- спільні для групи студентів теоретичні питання;
- індивідуальні задачі та приклади.

Типовою програмою передбачено такий обсяг завдань ТР, який зможе виконати середній студент протягом триместру за 24 годин (приблизно 1,5 години самостійної праці на тиждень). На 3 триместри передбачено не більше шести ТР і видаються вони студентам на першому тижні поточного модуля.

Семестр 1

Модуль 1

ТР1. Матриці, визначники, системи лінійних рівнянь, векторна алгебра. Аналітична геометрія.

ТР2. Вступ до математичного аналізу. Техніка знаходження границь. Техніка диференціювання. Застосування похідної до дослідження функцій та побудови їх графіків. Функції багатьох змінних. Дії над комплексними числами.

Семестр 2

Модуль 2

ТР3. Невизначені, визначені та кратні інтеграли.

ТР4. Поверхневі та криволінійні інтеграли. Числові та функціональні ряди.

Семестр 3

Модуль 3

ТР5. Основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах. Лінійні ДР із сталими коефіцієнтами. Рівняння із правою частиною спеціального виду. Системи ДР. Визначення типу квазілійного ДР з частинними похідними другого порядку та зведення його до канонічного вигляду

ТР6. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики

6.2. Тематичні контрольні роботи

Семестр 1

Модуль 1

ТКР1. Матриці, визначники, системи лінійних рівнянь. Векторна алгебра. Аналітична геометрія. Елементи теорії границь.Диференціальне числення функцій однієї змінної. Застосування похідної до дослідження функцій та побудови їх графіків. Функції багатьох змінних.

Семестр 2

Модуль 2

ТКР2. Невизначений інтеграл: поняття, властивості та методи інтегрування. Визначені інтеграли та їх застосування. Кратні інтеграли та їх застосування. Поверхневі та криволінійні інтеграли. Числові та функціональні ряди.

Семестр 4

Модуль 3

ТКР3. ЗДР першого порядку та методи їх розв’язування. ДР вищих порядків, ЛОДР, ЛНДР. Системи ДР та методи їх розв’язування. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики

8. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи.

9. Засоби діагностування результатів навчання

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичних занять, тес-

тування, тематичних контрольних робіт, захисту типових розрахунків, три іспити (по одному в кожному з триместрів).

10. **Розподіл балів, які отримують студенти**

Для іспитів

Поточне тестування та самостійна робота	Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1	25 балів	100
Т1 … Т18		
75 балів		

Поточне тестування та самостійна робота	Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1	26 балів	100
Т19 … Т28		
74 балів		

Поточне тестування та самостійна робота	Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1	26 балів	100
Т29 … Т37		
74 балів		

Т1, Т2 ... Т37 – теми змістових модулів.

Таблиця 1 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	**A**	відмінно	зараховано
82 – 89	**B**	добре	
75 – 81	**C**		
64 – 74	**D**	задовільно	
60 – 63	**E**		
35 – 59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Таблиця 2 - Кількість і зміст модулів

Семестр	Кредити	Лекції (год.)	Практичні заняття (год.)	Типові розрахунки	Тематична контрольна робота
I	6	54	45	2	1
II	6	45	54	2	1
III	6	45	45	2	1

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль 1-6
1. Виконання творчих завдань	12
2. Виконання та захист типових розрахунків	16
3. Тематична контрольна робота	46
Всього	74

11. **10. Методичне забезпечення**

Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:

1. Навчальна програма дисципліни «Вища математика».
2. Робоча програма дисципліни «Вища математика».
3. Робочий план дисципліни на поточний триместр.
4. Комплект тестових завдань з курсу «Вищої математики».
5. Комплект тематичних контрольних робіт.
6. Комплект завдань для типових розрахунків.
7. Комплект екзаменаційних білетів.
8. Комплект комплексних контрольних робіт.
9. Дистанційні курси з «Вищої математики».

10. Литвинюк В.П. Диференціальні рівняння. Ряди. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2003. – 81 с.

11. Литвинюк В.П. Кратні та криволінійні інтеграли. Теорія поля. Опреаційне числення. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2002. – 71 с.

12. Абрамчук І.В. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення функцій однієї змінної: навчальний посібник /І.В. Абрамчук, Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с.

13. Сачанюк-Кавецька Н.В. Вища математика з комп’ютерною підтримкою. Функції багатьох змінних, кратні інтеграли :навчальний посібник – [Електронний ресурс]. / Н.В. Сачанюк-Кавецька,В. О. Краєвський, М.Б. Ковальчук, Г.О. Черноволик – Вінниця, 2012

14. Клочко В.І. Звичайні диференціальні рівняння:навчальний посібник /В.І. Клочко, А.А. Сироватка. – Вінниця:ВДТУ, 2001. – 100 с.

15. Педорченко Л.І. Збірник індивідуальних завдань з вищої математики. Диференціальні рівнянняю Ч. 5 /Л.І. Педорченко, В.А. Петрук, В.С. Петрунін. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 162 с. 8.

16. Михалевич В.М. “Maple. Комп'ютерна підтримка курсу вищої математики в технічному вузі. Частина І. Лінійна й векторна алгебра. Аналітична геометрія”. Навчальний посібник. /Вінниця, ВНТУ, 2004. – 111 с.

17. Краєвський В. О. Спецкурс математичного аналізу: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 178 с.

18. Краєвський В. О. Функції комплексної змінної: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 143 с..

19. Хом'юк І. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / І. В. Хом'юк, В. В. Хом'юк, В. О. Краєвський. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 189 с.

12. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	**За нац. шкалою**	**За шкашкалою ЕКТС**	**Критерії оцінювання**
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструктивний) «4»	добре «4+»	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4»	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II Середній (репродуктивний) «3»	задовільно «3+»	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3»	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I	«незадовільно з мо-	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунту-

Низький «2»	жливістю повторного складання» 2		ванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» 2	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі.

13. **11. Рекомендована література**

Базова

1. Герасимчук В.С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах у 3-х томах /В.С. Герасимчук, Г.С. Васильченко, В.І. Кравцов. – Київ: Знання, 2012.
2. Овчинников П.П. Вища математика:Підручник у 2-х томах /П.П. Овчинников, Ф.П. Яремчук, В.М. Михайленко, 3-е вид. – К: Техніка, 2008. – Ч.1. 600 с., Ч.2 – 792 с.
3. Абрамчук І.В. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення функцій однієї змінної: навчальний посібник /І.В. Абрамчук, Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с
4. Клочко В.І. Звичайні диференціальні рівняння:навчальний посібник /В.І. Клочко, А.А. Сироватка. – Вінниця:ВДТУ, 2001. – 100 с.
5. Найко Д. А.Вища математика : лінійна алгебра :навчальний посібник / Найко Д.А., Краєвський В.О., Коломієць А.А. – Вінниця : ВНТУ, 2019. 111 с.
6. Педорченко Л.І. Збірник індивідуальних завдань з вищої математики. Диференціальні рівнянняю Ч. 5 /Л.І. Педорченко, В.А. Петрук, В.С. Петрунін. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 162 с.
7. Сачанюк-Кавецька Н.В. Рівняння математичної фізики: навчальний посібник/Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 108 с.
8. Петрук В.А. Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Рівняння математичної фізики: навчальний посібник / В.А. Петрук, М.Б. Ковальчук, Н.В. Сачанюк-Кавецька. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 157 с.
9. Сачанюк-Кавецька Н.В. Елементи теорії поля: навчальний посібник / Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 100 с
10. Сачанюк-Кавецька Н.В. Теорія рядів: навчальний посібник / Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 138 с
11. Краєвський В. О. Спецкурс математичного аналізу: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 178 с.
12. Тичинська Л.М. Теорія функцій комплексної змінної: навчальний посібник / Л.М. Тичинська, М.Б. Ковальчук, Г.О. Черноволик. – Вінниця:ВНТУ, 2007. – 108 с.
13. Сачанюк-Кавецька Н.В. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Ч. 1. Навчальний посібник /Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко, Н.Б. Дубова. – Вінниця:ВНТУ, 2008. – 108 с.
14. Клочко В.І. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Ч. 2. Навчальний посібник /В.І. Клочко, Н.В. Сачанюк-Кавецька, М.Б. Ковальчук, Н.Б. Дубова. – Вінниця:ВНТУ, 2012. – 168 с.

15. Самойленко А.М. Диференціальні рівняння в задачах /А.М. Самойленко, М.О. Перестюк, І.О. Парасюк. – Київ: Либідь, 2008. – 503 с.

16. Эдвардс Ч. Г. Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple, MATLAB. 3-е изд.: Пер. с англ. Ч.Г. Эдвардс, Д.Э. Пенни. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 1104 с.

17. Вища математика: спеціальні розділи: Підручник. У 2-х книгах /За ред. Г.Л. Кулініча. – К.: Либідь, 1996.

18. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 2004. – 573 с.

19. Краєвський В. О. Функції комплексної змінної: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 143 с.

20. Хом'юк І. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / І. В. Хом'юк, В. В. Хом'юк, В. О. Краєвський. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 189 с.

21. Михалевич В.М. "Maple. Комп'ютерна підтримка курсу вищої математики в технічному вузі. Частина І. Лінійна й векторна алгебра. Аналітична геометрія". Навчальний посібник. /Вінниця, ВНТУ, 2004. – 111 с.

22. Литвинюк В.П. Диференціальні рівняння. Ряди. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2003. – 81 с.

23. Литвинюк В.П. Кратні та криволінійні інтеграли. Теорія поля. Опреаційне числення. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2002. – 71 с.

24. Краєвський В. О. Функції комплексної змінної: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 143 с.

25. Тичинська Л.М. Теорія ймовірностей. ч. 1. Історичні екскурси та основні теоретичні відомості : навчальний посібник / Л. М. Тичинська, А. А. Черепащук. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 112 с.

26. Клочко В. І. Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів : навчальний посібник / В. І. Клочко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 72 с.

27. Edwards C. Henr, Penney Davd E. Elementary differential equations, 2018, Pearson Education, Upper Saddle River, NJ.

28. Paul Dawkin. Calculus I. – Режим доступу: http://tutorial.math.lamar.edu (дата звернення 11.08.2019) – Paul's Online Notes.

29. Paul Dawkin. Calculus II. – Режим доступу: http://tutorial.math.lamar.edu (дата звернення 11.08.2019) – Paul's Online Notes.

30. Paul Dawkin. Calculus III. – Режим доступу: http://tutorial.math.lamar.edu (дата звернення 11.08.2019) – Paul's Online Notes.

Допоміжна

1. Вища математика: спеціальні розділи: Підручник. У 2-х книгах /За ред. Г.Л. Кулініча. – К.: Либідь, 1996.

2. Дубовик В.П. Вища математика: Навчальний посібник. – К.: Видавництво А. С. К., 2003. – 648 с.

3. Кармелюк Г.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач : Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 576 с.

14. **12. Інформаційні ресурси**

1. Пакети прикладних програм *Maple, Maxima, MATLAB, MathCAD.*
2. Дистанційні курс из окремих розділів вищої математики.

[1] Імплементовано в рамках проекту «Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc/MSc Degrees»