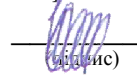


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра математичного моделювання та штучного інтелекту (№ 304)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

О.Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

« 01 » _____ 09 _____ 2020 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ

(назва навчальної дисципліни)

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

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

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

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2020 рік

Силабус _____ Методи обчислень _____
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 124 «Системний аналіз»

освітньою програмою Системний аналіз і управління

« 28 » серпня 2020 р., – 13 с.

Розробник: Скоб Ю.О., доцент кафедри 304, к. т. н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Силабус розглянуто на засіданні кафедри _____ математичного
моделювання та штучного інтелекту _____
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » 08 2020 р.

Завідувач кафедри _____ д.т.н., проф. _____
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

_____ А. Г. Чухрай _____
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 124 «Системний аналіз»

Освітня програма: «Системний аналіз і управління»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Форма навчання: денна

Семестр, в якому викладається дисципліна: 3-й і 4-й

Дисципліна: обов'язкова

Загальна кількість годин/ кредитів за навчальним планом: 255 годин/ 8,5 кредитів ЄКТС

Види занять: лекції, лабораторні роботи

Вид контролю: 3-й семестр - залік; 4-й семестр - іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: ознайомлення з основами наближених обчислень, чисельними методами математичного аналізу та лінійної алгебри для розв'язання задач прикладної математики, сучасними математичними методами; вироблення навичок з адаптації стандартних алгоритмів до чисельних схем рішення складних прикладних задач. Метою навчання також є придбання та застосування на практиці студентами знань про пакети прикладних програм (ППП) спеціального призначення MathCAD, MATLAB (GNU Octave) та мови програмування Python для вирішення інженерних задач за допомогою чисельних методів.

Завдання: оволодіти теоретичними основами методів обчислень; навчитись застосовувати методи обчислень до розв'язування конкретних задач; познайомитись з напрямками методів обчислень у зв'язку з використанням сучасної обчислювальної техніки; освоїти використання сучасних спеціалізованих пакетів прикладних програм та мови програмування Python для вирішення інженерних задач за допомогою чисельних методів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні набути такої **інтегральної компетентності:**

здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

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

загальні:

ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК-4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово;

ЗК-7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

фахові:

ФК-2. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.

ФК-7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем, а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань, використання моделей алгоритмічних

обчислень, оцінювання їх ефективності та складності для адекватного моделювання предметних областей.

Програмні результати навчання:

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

ПРН 2. Вміти використовувати стандартні схеми та методи для розв'язання обчислювальних, комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною мовою, застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій, тощо.

ПРН 4. Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь у частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики.

ПРН 9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.

Міждисциплінарні зв'язки: для вивчення дисципліни «Методи обчислень» необхідно володіти запасом знань таких дисциплін, як математичний аналіз, алгебра та геометрія, диференціальні рівняння, програмування. В подальшому знання з дисципліни «Методи обчислень» стануть основою для вивчення таких дисциплін, як «Методи оптимізації», «Рівняння математичної фізики» та ін.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Класифікація похибок, дії з наближеними величинами. Основи роботи у середовище пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування Python.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Методи обчислень».

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Методи обчислень». Основні історичні етапи розвитку обчислювальної математики.

Кількість годин на тему – 2, з них лекції – 2, лабораторні роботи – 0, самостійна робота – 0.

Тема 2. Знайомство з пакетами MathCAD, MATLAB. Основні характеристики і принципи роботи. Основи роботи у середовищі Python.

Знайомство з пакетами прикладних програм (ППП) для автоматизації математичних і наукових розрахунків MathCAD. Основні характеристики і принципи роботи в пакеті MathCAD. Програмування в ППП MathCAD. Графіка пакету. Використання пакету MathCAD для рішення найпростіших задач.

Знайомство з пакетами прикладних програм (ППП) для автоматизації математичних і наукових розрахунків MATLAB. Основні характеристики і принципи роботи. Програмування у пакеті MATLAB.

Основи роботи у середовищі Python.

Кількість годин на тему – 24, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 18.

Тема 3. Математичне моделювання. Основи теорії похибок.

Особливості побудови математичних моделей. Способи опису: детермінантні моделі, стохастичні моделі. Кількість реалізацій і точність обчислень. Похибки обчислень, алгоритмів, математичних моделей. Абсолютна і відносна похибки. Поширення похибок.

Кількість годин на тему – 8, з них лекції – 2, лабораторні роботи – 2, самостійна робота – 4.

Модульний контроль – 2

Змістовний модуль 2. Чисельне розв'язування рівнянь і систем алгебраїчних рівнянь.

Тема 4. Чисельні методи рішення алгебраїчних та трансцендентних рівнянь.

Методи відділення коренів рівнянь. Теорема Больцано-Коші. Метод дихотомії. Метод хорд. Метод дотичних (Ньютона), модифікація методів. Комбінований метод. Збіжність методів. Визначення похибки обчислень. Наближене рішення рівнянь методом ітерацій (послідовних наближень). Теорема про збіжність методу простої ітерації. Використання пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування Python для розв'язування рівнянь, вбудовані функції пакетів та Python.

Кількість годин на тему – 18, з них лекції – 6, лабораторні роботи – 6, самостійна робота – 6.

Тема 5. Чисельні методи лінійної алгебри.

Рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) методом Гауса. Схема єдиного розподілу. Прямий і зворотний хід. Обчислення визначника матриці методом Гауса. Знаходження зворотної матриці. Рішення СЛАР методом прогону. Ітераційні методи рішення СЛАР. Визначення і види норм матриці. Зведення системи до виду, зручного для ітерацій. Метод простої ітерації (Якобі). Теорема про збіжність методу. Метод Гауса-Зейделя. Теорема про збіжність. Порівняння методів. Рішення систем рівнянь та нерівностей у середовищі пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування Python для розв'язування рівнянь, вбудовані функції пакетів та Python.

Кількість годин на тему – 16, з них лекції – 6, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 6.

Модульний контроль – 2

Змістовний модуль 3. Інтерполяція та наближення поліномами

Тема 6. Постановка задачі наближення функції. Інтерполяційний поліном Лагранжа.

Постановка задачі інтерполяції та екстраполяції. Побудова інтерполяційного поліному Лагранжа. Приклади використання. Похибка інтерполяційної формули Лагранжа. Рішення задачі інтерполяції у середовищі пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування, вбудовані функції пакетів та Python.

Кількість годин на тему – 16, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 8.

Тема 7. Перша і друга інтерполяційні формули Ньютона. Формула Гауса.

Кінцеві різниці та їх властивості. Вивід першої та другої інтерполяційної формули Ньютона. Залишкові члени інтерполяційних формул. Центральні різниці. Перша та друга інтерполяційні формули Гауса.

Кількість годин на тему – 18, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 6, самостійна робота – 8.

Тема 8. Наближене диференціювання функцій , заданих як таблиця . Зворотна інтерполяція.

Наближене диференціювання функцій , заданих як таблиця. Оцінка похибки. Зворотна інтерполяція.

Кількість годин на тему – 12, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 2, самостійна робота – 6.

Контрольний захід після першого семестру – залік

Модуль 2.

Змістовний модуль 4. Наближення функцій. Побудова кривої по точкам.

Тема 9. Сплайн-інтерполяція.

Постановка задачі. Загальний вигляд кубічного сплайну. Побудова кубічного сплайну. Види сплайнів. Вирішення задачі знаходження коефіцієнтів кубічного сплайну за

допомогою метода прогону. Рішення задачі сплайнової інтерполяції у середовищі пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування Python для розв'язування рівнянь, вбудовані функції пакетів та Python.

Кількість годин на тему – 16, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 8.

Тема 10. Метод найменших квадратів (МНК).

Метод найменших квадратів. Постановка задачі. Загальний випадок. Степенний базис. Випадок лінійних функцій. Апроксимація табличних даних за допомогою прямої та параболи.

МНК у випадку нелінійних функцій. Методи лінеаризації.

Рішення задачі апроксимації у середовищі пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування Python, вбудовані функції пакетів та Python.

Кількість годин на тему – 16, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 8.

Модульний контроль – 2

Змістовий модуль 5. Чисельне інтегрування.

Тема 11. Наближене обчислення інтегралів. Постановка задачі. Формули прямокутників. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Похибки. Формула Рунге.

Постановка задачі обчислення інтегралу. Найпростіші квадратурні формули – формули лівих та правих прямокутників. Геометрична інтерпретація. Погрішність формул. Формула середніх прямокутників. Геометрична інтерпретація. Похибка формули середніх прямокутників.

Загальна ідея квадратурних формул. Вивід загального виду квадратурної формули - формула Ньютона-Котеса. Формули прямокутників. Формула трапецій. Формула Сімпсона(формула парабол). Геометричний зміст. Залишковий член формули Симпсона. Похибки квадратурних формул. Формула Рунге. Методика чисельного інтегрування у середовищі пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування Python, вбудовані функції пакетів та Python.

Кількість годин на тему – 21, з них лекції – 6, лабораторні роботи – 6, самостійна робота – 9.

Тема 12. Квадратурні формули Чебишева, Гауса.

Квадратурна формула Чебишева. Недоліки квадратурної формули Чебишева. Особливості використання. Квадратурна формула Гауса. Вид поліномів Лежандра. Геометрична інтерпретація. Властивості поліномів Лежандра. Вивід формули Гауса. Особливості використання. Приклади.

Кількість годин на тему – 12, з них лекції – 2, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 6.

Тема 13. Чисельне рішення лінійних інтегральних рівнянь. Інтегральні рівняння Фредгольма, Вольтера. Метод кінцевих сум.

Постановка задачі обчислення інтегральних рівнянь. Види інтегральних рівнянь. Рівняння Фредгольма першого та другого роду. Рівняння Вольтера. Теорія Фредгольма, основні положення. Заміна інтегрального рівняння системою лінійних алгебраїчних рівнянь – метод кінцевих сум. Приклади.

Кількість годин на тему – 14, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 6.

Змістовий модуль 6. Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР)

Тема 14. Задача Коші. Однокрокові методи. Методи Ейлера. Метод Рунге-Кута

Постановка задачі Коші. Однокрокові методи. Метод Ейлера. Уточнений метод Ейлера. Метод Рунге-Кута. Методика з'ясування порядку похибки наближеного методу рішення задачі Коші. Геометрична інтерпретація однокрокових методів. Методика чисельного

розв'язання ЗДР у середовищі пакетів MathCAD, MATLAB та мови програмування Python, вбудовані функції пакетів та Python.

Кількість годин на тему – 16, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 8.

Тема 15. Багатокрокові методи рішення диференціальних рівнянь. Метод Мілна. Метод Адамса. Похибка методів.

Різницеві методи розв'язування задачі Коші (методи типу Адамса - екстраполяційні та інтерполяційні).Багатокрокові методи рішення диференціальних рівнянь. Метод Мілна. Загальна похибка методу Мілну. Метод Адамса. Загальна похибка методу Адамса. Застосування методів Мілна й Адамса. Приклади.

Кількість годин на тему – 14, з них лекції – 4, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 6.

Тема 16. Рішення систем звичайних диференціальних рівнянь I порядку.

Рішення систем звичайних диференціальних рівнянь I порядку Метод Ейлера. Рішення задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь порядку вище першого.

Кількість годин на тему – 10, з них лекції – 2, лабораторні роботи – 2, самостійна робота – 6.

Тема 17. Вирішення граничних задач. Метод кінцевих різностей для лінійних граничних задач.

Заміна похідних функцій за допомогою кінцевих різностей. Метод прогону. Оцінка похибки. Стійкість та збіжність різницевих схем. Комп'ютерне моделювання в середовищах пакетів MATLAB, MathCAD та Python. Приклади.

Кількість годин на тему – 12, з них лекції – 2, лабораторні роботи – 4, самостійна робота – 6.

Модульний контроль – 2

4. Індивідуальні завдання

4 семестр. Виконання розрахункової роботи «Чисельне інтегрування».

5. Методи навчання

1. Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод: та метод проблемного виконання (лекція).
2. Репродуктивний (лабораторні роботи).
3. Частково-пошуковий (евристичний) та дослідницький: (самостійна робота та виконання РР, курсової роботи).
4. Дисципліна «Методи обчислень» передбачає лекційні (в т.ч. з використанням мультимедійного обладнання) і лабораторні заняття під керівництвом викладача та самостійну роботу студента за підручниками і матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники і мережеві ресурси), що забезпечує закріплення теоретичних знань, сприяє набуттю практичних навичок і розвитку самостійного наукового мислення. Передбачено регулярні індивідуальні консультації.

6. Методи контролю

Визначення рівня засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточних (захист лаб. робіт, поточні контрольні з теоретичного матеріалу) і підсумкових контролів (захист змістовного модуля, екзамен).

У завдання поточного контролю входить систематична перевірка розуміння й засвоєння студентом програмного матеріалу, виконання практичних і лабораторних робіт, уміння самостійно проробляти тексти складання конспектів, написання звітів, здатності усно або письмово представляти певний матеріал.

Перед підсумковим контролем ставиться завдання перевірки глибини засвоєння студентом програмного матеріалу дисципліни, логіки й взаємозв'язки між її окремими розділами, здатності творчо використати придбані знання, уміння сформулювати своє відношення до проблеми, що впливає зі змісту дисципліни.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

3 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	3	9...15
Модульний контроль	3...5	3	9...15
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	5	15...25
Модульний контроль	3...5	3	9...15
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	3	9...15
Модульний контроль	3...5	3	9...15
Усього за семестр 3 семестр			60...100

4 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 4			
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	3	9...15
Модульний контроль	3...5	3	9...15
Змістовний модуль 5			
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Змістовний модуль 6			
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль за матеріалом модулів змістовних модулів 5 і 6	3...5	3	9...15
Виконання і захист РР «Чисельне інтегрування»	9...15	1	9...15
Усього за семестр 4 семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з 3-х питань...

Питання	бали
1. Теоретичне	0..30
2. Практичне	0..35
3. Практичне	0..35

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- предмет чисельних методів, його основні поняття, вимоги до чисельних методів;
- етапи розв'язування задач на ЕОМ, особливості побудови математичних моделей; поняття про обчислювальний експеримент;
- чисельні методи лінійної алгебри;
- чисельні методи рішення нелінійних рівнянь;
- методи обробки даних (методи інтерполяції, апроксимація даних, чисельне диференціювання та інтегрування, статистична обробка даних);
- чисельне інтегрування;
- чисельні методи рішення звичайних диференціальних рівнянь, інтегральних рівнянь;
- склад і призначення пакетів прикладних програм MathCAD, MATLAB;
- застосування пакетів MathCAD, MATLAB для рішення задач чисельної математики;
- застосування мови програмування Python для вирішення інженерних задач за допомогою чисельних методів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- обґрунтовувати вибір чисельного методу розв'язування математичної задачі, знати особливості його реалізації на ЕОМ,
- володіти алгоритмом методу, вміти скласти програму на одній з мов програмування, використовувати готове ППП;
- проводити необхідні обчислення і аналіз отриманих результатів.

7.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом 3 семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи, індивідуальне завдання. Уміти працювати у пакеті MathCAD. Знати методи чисельного розв'язання рівнянь : діхотомії, хорд, Ньютона, комбінований, метод простої ітерації. Уміти рішати СЛАР методом Гауса та ітераційними методами. Знати методи наближення функцій. Використовувати вбудовані функції пакету MathCAD для вирішення задач чисельного аналізу.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР , захистити всі теоретичні питання та поза аудиторну самостійну роботу. Уміти працювати у пакетах MathCAD, Matlab (Octave), складати програми для вирішення задач чисельної математики в Python. Знати методи чисельного розв'язання рівнянь : діхотомії, хорд, Ньютона, комбінований, метод простої ітерації. Уміти рішати СЛАР методом Гауса та ітераційними методами. Знати методи наближення функцій. Використовувати вбудовані функції пакетів MathCAD, Matlab (Octave), Python для вирішення задач чисельного аналізу.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Критерії оцінювання роботи студента протягом 4 семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Знати методи наближення функцій сплайнами, вміти користуватися методом найменших квадратів (МНК). Уміти чисельно інтегрувати, вирішувати інтегральні рівняння. Знати методи чисельного розв'язання звичайних диференціальних рівнянь та систем звичайних диференціальних рівнянь. Використовувати вбудовані функції пакету MathCAD для вирішення задач чисельного аналізу.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати методи наближення функцій сплайнами, вміти користуватися методом найменших квадратів (МНК). Уміти чисельно інтегрувати, вирішувати інтегральні рівняння. Знати методи чисельного розв'язання звичайних диференціальних рівнянь та систем звичайних диференціальних рівнянь. Використовувати вбудовані функції пакетів Matlab (Octave), Python для вирішення задач чисельного аналізу.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

13. Методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Методи обчислень" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. О. В. Ярова. - Харків, 2019. - 192 с. - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_1001Metodi_Obchislen.pdf

1. Основи інформаційних технологій та програмування : навч. посіб. до лаб. практикуму / Ю. О. Скоб, О. В. Патокина, О. В. Халтурін ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2005. - 77 с.
2. Programming and numerical methods. Part 2: Numerical methods using MatLab and Mathcad : guidance manual for laboratory works / O.V. Yarova, D.I. Chumachenko. – Kharkiv : National Aerospace University «Khai», 2016. – 93 p.

14. Рекомендована література

Базова

1. Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці: Підручник / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. - К. : Видавнича група ВНУ, 2006. - 480 с.
2. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник, Том 2 за ред. В.В. Пасічника – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 536 с.
3. Анджейчак І.А., Федюк Є.М. та ін. Практикум з обчислювальної математики. Основні числові методи. —Львів, 2001, ч.1, ч.2.
4. Матвійчук Я.М. Методи та алгоритми обчислень на ЕОМ / Навч. посібник. – Львів: Ліга-Прес, 2008. – 84 с.
5. С.Шахно. Чисельні методи лінійної алгебри. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. — 245 с.
6. Лященко М. Я. Чисельні методи / М. Я. Лященко, М. С. Головань. – К. : «Либідь», 1996. – 288 с.
7. Цегелик Г. Г. Чисельні методи : підручник / Г. Г. Цегелик. – Львів : Н. У., 2004. – 407 с.
8. Попов В. В. Методи обчислень: конспект лекцій / В. В. Попов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 303 с.
9. Кветний Р. Н. Методи комп'ютерних обчислень : навч. посібник / Р. Н. Кветний. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 148 с.
10. Бігун Я. Й. Числові методи розв'язування нелінійних рівнянь і систем : навч. посібник / Я. Й. Бігун, І. В. Березовська. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 104 с.
11. Godel K. Collected works. – vol. I, (Publications 1929–1936), 1986, Oxford University Press, 504 p

Допоміжна

1. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы обчислювальної математики. М., 1963.
2. Карташов А.В. Скоб Ю.А., Халтурин В.А., Трофимова И.А., Чернишов Ю.К., Черноштан Л.И., Яровая О.В. Информатика. Учеб. пособие по лаб. практикуму. – Харьков: ХАИ, 2005. – 177с.
3. Яровая О.В. Патокина А.В. Численные методы с использованием математических пакетов MathCAD, MATLAB. Часть1. Учеб. пособие по лаб. практикуму. – Харьков: ХАИ, 2008. – 87с.
4. Яровая О.В. Патокина А.В. Численные методы с использованием математических пакетов MathCAD, MATLAB. Часть2. Учеб. пособие по лаб. практикуму. – Харьков: ХАИ, 2009. – 98с.
5. Чернышев Ю.К., Яровая О.В., Бакуменко Н.С., Угрюмов М.Л. Применение пакета MATLAB в инженерных расчетах. – Харьков, 2004. – 41 с.
6. Михайленко С.В. Прикладная математика: Лабораторный практикум по численным методам. – Харьков: ХАИ им. Н. Е. Жуковского, 1992. – 102с.
7. Соколов Ю.Н., Яровая О.В. Приближение функций. Применение пакетов MathCAD и MATLAB для решения задач интерполяции и аппроксимации функций: Учеб. пособие– Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2016. – 126 с.
8. Соколов О.Ю., Зарецька І.Т., Жолткевич Г.М., Ярова О.В. Информатика для інженерів. – Харків;Факт, 2005.-423с.
9. Турчак Л.І. Основы чисельних методів: Нав. посібник. – М.: Наука, Гол.ред.фіз.-мат.літ., 1987. – 320с.

10. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – СПб.: BHV, 2009. –384с.
11. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. М: НТ Пресс, 2006, – 496с.
12. Потьомкін В.Г. Система MATLAB : Довідковий посібник. – М.: Діалог МІФІ, 1997. – 350с.
13. Самарский Л.А., Гулін А.В. Чисельні методи. -М.: Наука, Гол. ред. фіз.-мат. літ., 1989. –432с.
14. Форсайт Дж. Малькольм М., Моулер К. Машинні методи математичних обчислень. Світ, 1980.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри <https://k304.khai.edu/>
2. Сайт Науково-технічної бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського (ХАІ) <https://library.khai.edu/>
3. Сайт Харківської Державної наукової бібліотеки ім. В. Г. Короленка <http://korolenko.kharkov.com/>
4. Сайт eqworld – <http://eqworld.ipmnet.ru/en/library/mathematics.htm>