



ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>нормативна дисципліна, циклу професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>2 семестр – 18год. лекцій, 54 години комп. практикум https://schedule.kpi.ua/?groupId=0abafa23-d724-4384-a142-b5c332a17838</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: асистент кафедри ЛВ Іванченко Д. В., cortdm77@gmail.com Практичні / Семінарські: немає Комп'ютерні практикуми: ас. Іванченко Дмитро Вікторівичcortdm77@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjE2Njk3NTEyMzA1</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Значення цього курсу обумовлене необхідністю якісної теоретичної та технологічної підготовки спеціалістів в області металургії, які володіють методологією та практичними прийомами числових розв'язків математичних задач в ливарному виробництві та застосування для цього методів програмування. Основні положення курсу використовуються для обробки експериментальних даних та виконання науково-технічних розрахунків.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей.

ЗК 6 Здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології.

ЗК 9 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 12 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК 4 Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.

ФК 5 Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.

ФК 7 Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.

ФК 11 Здатність працювати з технічною невизначеністю.

ФК 29 Здатність проводити дослідження, оброблювати та аналізувати результати, роботи висновки і надавати рекомендації.

Предметом вивчення є чисельні методи вирішення математичних задач за допомогою програмування.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПР 02 Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність віх останніх досягненнях.

ПР 04 Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів.

ПР 19 Вміння впроваджувати автоматизовані інструменти управління в усіх напрямках діяльності.

ПР 30 Розуміння особливостей базових методів досліджень та оброблення експериментальних даних.

ПР 39 Вміння здійснювати дослідження з використанням сучасних експериментальних методів, оброблювати та аналізувати результати досліджень, обґрунтовувати висновки і надавати рекомендації.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивченню цієї дисципліни повинно передувати глибоке засвоєння матеріалу дисципліна базується на знаннях, уміннях та навичках, одержаних студентами під час вивчення дисциплін вища математика, фізика.

Основні положення даної дисципліни забезпечує вивчення таких курсів, як «Основи комп'ютерного проектування», «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 1. Основи наукових досліджень» Наукова робота за темою магістерської дисертації, проведення наукових досліджень за вибраною тематикою, науково-дослідна практика, виконання магістерської дисертації та бакалаврської дипломної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин/4 кредитів ECTS.

Розділ I. Апроксимація функцій

Тема 1.1. Вступ. Застосування числових методів та особливості розрахунків на ЕОМ Поняття апроксимації та типові задачі

Тема 1.2. Метод найменших квадратів (МНК) та коефіцієнт кореляції

Розділ 2. Інтерполяція функцій

Тема 2.1. Поняття інтерполяції та типові задачі. Кусково-лінійна інтерполяція.

Тема 2.2. Інтерполяційний поліном Лагранжа.

Тема 2.3. Інтерполяційний поліном Ньютона.

Тема 2.4. Сплайн-інтерполяція. Обернена інтерполяція. Екстраполяція

Розділ 3. Чисельне диференціювання і інтегрування

Тема 3.1. Чисельне диференціювання

Тема 3.2. Чисельне інтегрування

Розділ 4. Розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь

Тема 4.1. Загальна постановка задачі розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь. Методи розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь, які базуються на зменшенні інтервалу невизначеності

Тема 4.2. Методи, що базуються на принципі поступового наближення до кореня, що визначається.

Тема 4.3. Методи, що базуються на “апроксимації – інтерполяції”.

Розділ 5. Числоверозв'язання звичайних диференційних рівнянь першого порядку

Тема 5.1. Числове розв'язання звичайних диференційних рівнянь першого порядку

Розділ 6. Числоверозв'язання диференційних рівнянь в частинних похідних

Тема 6.1. Загальна постановка задачі розв'язання рівнянь параболічного типу. Метод кінцевих різниць. Явна числова схема.

Тема 6.2. Неявна числова схема. Схема Кранка-Ніколсена

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, які використовуються при вивченні дисципліни базуються як на сучасних підручниках та методичних посібниках, так і на спеціальній літературі та матеріалах, які опубліковані в монографіях, оглядах оригінальних статтях вітчизняних та закордонних вчених. В зв'язку з цим зміст лекцій і тематика комп'ютерних практикумів можуть змінюватись відповідно з розвитком цієї галузі науки та техніки. При викладанні лекцій передбачається використання дидактичних матеріалів у вигляді презентацій.

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на заняттях.

Рекомендована література.

Базова:

1. Меркулов В.С. Програмування всередовищі Visual Basic 6.0: Конспект лекцій / Меркулов В.С., Бізюк І.Г., Чаленко О.В. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Ч.1. – 78 с.
2. Паранчук, Я. С. Бейсик: програмування в середовищах QBasic, TurboBasic, PowerBasic [Текст] : навч. посібник / Я. С. Паранчук [та ін.] ; Державний ун-т "Львівська політехніка". - К.: 1998. - 298 с.
3. Возняк Л.С. Чисельні методи: Методичний посібник для студентів природничих спеціальностей / Возняк Л. С., Шарин С. В. – Івано-Франківськ: "Плай", 2001, – 64 с.
4. Коссак О. Методинаближених обчислень / Коссак О., Тумашова О. – Львів. – Бак.- 2003. – 165 с.

Додаткова:

1. Фильчаков П.Ф. Численные и графические методы прикладной математики / Фильчаков П.Ф. – К.: Наукова Думка, 1970. – 800 с.
2. E. Joseph Billo. Excel for scientists and engineers. Numerical methods. John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 454 p. ISBN: 978-0-471-38734-3.
3. Joe D. Hoffman Numerical methods for engineers and scientists. New York – Basel: Marcel Dekker, Inc., 2001. – 824 p. ISBN: 0-8247-0443-6.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Освоєнню дисципліни «Чисельні методи» сприяє виконання 1 модульної контрольної роботи (розбивається на 2 одногодні контрольні роботи перед першим та другим календарним контролем). При виконанні МКР студенти мають можливість обґрунтовано підійти до розв'язання завдань як з чисельних методів, так і із програмування.

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);

2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання «аналіз ситуацій», дискусія, навчальні дебати),

3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів,

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами комп'ютерних практикумів. За умови дистанційного навчання при читанні лекцій застосовуються

засоби для відео конференцій (Google Meet). Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

Опис лекцій	
Розділ 1. Апроксимація функцій	
1	Тема 1.1. Вступ. Застосування числових методів та особливості розрахунків на ЕОМ Поняття апроксимації та типові задачі. Етапи розвитку методів обчислень. Точність даних та похибки. Абсолютна та відносна похибка. Джерела похибок при розрахунках.
	Тема 1.2. Метод найменших квадратів (МНК) та коефіцієнт кореляції. Визначення апроксимації. Основні задачі апроксимації. Основний принцип методу найменших квадратів (МНК) та побудова лінійної залежності. Поняття про коефіцієнт лінійної парної кореляції. Числовий приклад застосування МНК. Перевірка адекватності побудованого рівняння, аналіз таблиці залишків. Апроксимація нелінійними функціями, що зводяться до лінійного варіанту МНК (лінеаризація). Загальний алгоритм МНК. Ступеневий базис МНК. Ортогональний базис МНК.
Розділ 2. Інтерполяція функцій	
2	Тема 2.1. Поняття інтерполяції та типові задачі. Кусково-лінійна інтерполяція. Визначення інтерполяції. Різниця між методами інтерполяції та МНК. Кусково-лінійна інтерполяція.
	Тема 2.2. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Поліноміальна інтерполяція та апроксимаційна теорема Вєрштрасса. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Числовий приклад застосування інтерполяційного поліному Лагранжа.
	Тема 2.3. Інтерполяційний поліном Ньютона. Інтерполяційний поліном Ньютона. Кінцеві різниці. Перша інтерполяційна формула Ньютона. Друга інтерполяційна формула Ньютона. Числовий приклад застосування інтерполяційного поліному Ньютона. Оцінка похибки інтерполяційного поліному Лагранжа.
	Тема 2.4. Сплайн-інтерполяція. Обернена інтерполяція. Екстраполяція. Числовий приклад використання інтерполяційного поліному Ньютона для задач екстраполяції.
Розділ 3. Чисельне диференціювання і інтегрування	
3	Тема 3.1. Чисельне диференціювання. Чисельне диференціювання. Визначення формул чисельного диференціювання на основі інтерполяційних поліномів Ньютона. Праві, ліві та центральні різниці. Формули по трьом точкам. Формули по п'яти точкам. Оцінка похибки формул чисельного диференціювання. Числовий приклад обчислення похідної за допомогою формул по 3-м та 5-и точкам.
	Тема 3.2. Чисельне інтегрування. Загальна постановка задачі чисельного інтегрування. Методи чисельного інтегрування, що побудовані на основі інтерполяції. Метод прямокутників. Методи трапецій та парабол (метод Симпсона). Похибки методів та вибір кроку інтегрування. Метод Монте-Карло для чисельного інтегрування.
Розділ 4. Розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь	
4	Тема 4.1. Загальна постановка задачі розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь. Методи розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь, які базуються на зменшенні інтервалу невизначеності. Загальна постановка задачі. Графічне розв'язання трансцендентних рівнянь. Класифікація методів. Метод загального пошуку та його модифікація. Метод дихотомії. Метод “золотого перетину”.
	Тема 4.2. Методи, що базуються на принципі поступового наближення до кореня, що визначається. Метод Ньютона (дотичних). Модифікований метод Ньютона. Метод хорд та комбінований метод. Метод простих ітерацій. Умова збіжності метода простих ітерацій. Стандартні способи переходу до ітераційного виду в методі простих ітерацій.

	Тема 4.3.Методи, що базуються на “апроксимації – інтерполяції”. Метод квадратичної апроксимації та його модифікації. Метод кубічної апроксимації. Числові приклади.
Розділ 5. Числоверозв'язання звичайних диференційних рівнянь першого порядку	
5	Тема 5.1. Числове розв'язання звичайних диференційних рівнянь першого порядку. Типові задачі для звичайних диференційних рівнянь першого порядку. Задача Коші. Метод Ейлера та модифікований метод Ейлера. Методи Рунге-Кутта.
Розділ 6. Числоверозв'язання диференційних рівнянь в частинних похідних	
6	Тема 6.1..Загальна постановка задачі розв'язання рівнянь параболічного типу.Метод кінцевих різниць. Явна числова схема. Типові задачі для рівнянь з частковими похідними. Рівняння гіперболічного, параболічного та еліптичного типу. Поняття дискретної функції. Метод кінцевих різниць, апроксимація часткових похідних. Явна числова схема.
	Тема 6.2. Неявна числова схема. Схема Кранка-Ніколсена. Недоліки явної числової схеми. Неявна числова схема. Метод прогонки. Схема Кранка-Ніколсена.

Метою комп'ютерних практикумів є закріплення лекційних знань, отримання студентами підтвердження окремих теоретичних положень, набуття досвіду роботи з методиками побудови математичних моделей та придбання практичних вмінь застосування комп'ютерних технологій для розрахунків.

№ з/п	Назва комп'ютерного практикуму	Кількість ауд. годин
1	Метод найменших квадратів та коефіцієнт кореляції	6
2	Коефіцієнт кореляції	4
3	Кусково-лінійна інтерполяція	2
4	Інтерполяційний поліном Лагранжа	4
5	Інтерполяційний поліном Ньютона	6
6	Чисельне диференціювання	4
7	Чисельне інтегрування. Методи трапецій, парабол та Монте-Карло	4
8	Розв'язок алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Методи дихотомії та золотого перетину	4
9	Розв'язок алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Методи дотичних, хорд та комбінований метод	6
10	Розв'язок рівнянь і нелінійних систем методом простих ітерацій	6
11	Розв'язок алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Квадратична інтерполяція.	4
12	Розв'язок звичайних диференційних рівнянь першого порядку. Метод Ейлера та модифікований метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта.	4

Захист комп'ютерних практикумів проводиться впродовж останніх 25 хвилин

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання протоколів для проведення комп'ютерних практикумів, розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів, підготовка до захисту комп'ютерних практикумів, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання протоколів для проведення комп'ютерних практикумів, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів.	2-3 години на тиждень. 1 год. – підготовка до лекції, 1-2 год. – підготовка до комп'ютерних практикумів та оформлення протоколу. Загальний обсяг складає 48 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та комп'ютерні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу GoogleMeet, комп'ютерні практикум – в комп'ютерних аудиторіях (класах). У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу GoogleMeet. Відвідування лекцій є бажаним, комп'ютерних практикумів - обов'язковим.

На початку лекції може проводитися опитування за матеріалами попередніх лекцій.

Користування мобільними телефонами на лекційних заняттях забороняється. На комп'ютерних практикумах – допускається, з метою більш зручного виконання запропонованих завдань.

Правила захисту комп'ютерних практикумів:

1. До захисту допускаються студенти, які приймали участь у виконанні комп'ютерних практикумів, правильно оформили протокол, представили повний та вичерпний висновок (при неправильно виконаних практикумів їх слід виправити).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5.
3. На захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною. Якщо студент бажає підвищити бал, він може захистити свою точку зору та відповісти на питання викладача та студентів.

Політика дедлайнів визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на комп'ютерних практикумах.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг успішності студента з дисципліни «Чисельні методи» зарезультатом виконання навчального часу 2-го семестру формується як сума всіх рейтингових балів r_k , до якої додається сума балів за 2 одногодинні контрольні роботи r_s (1 МКР розбивається на 2 КР):

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s$$

Рейтингова шкала RD з дисципліни складає **100 балів**.

Семестровий рейтинг успішності студента, формується як сума балів, нарахована студенту за роботу протягом семестру: за виконання 12-ти комп'ютерних практикумів (КП).

Отже семестровий рейтинг з дисципліни «Інформатика» RD , розраховують за формулою:

$$RD = \sum_{i=1}^{15} КП + \sum_1^2 КР$$

де КП – сума балів за виконання комп'ютерних практикумів; КР – бали, отримані за виконання контрольної роботи.

Комп'ютерний практикум.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі комп'ютерні практикуми дорівнює $5 \cdot 12 = 60$ балів. Бали нараховується за повністю оформлений та захищений практикум.

Календарний контроль.

Ваговий бал – 20. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює $20 \cdot 2 = 40$. Контрольна робота складається з 4 питань, що максимально оцінюються по 5 балів кожне.

«відмінно» - 19...20 балів;

«дуже добре» - 17 балів;

«добре» - 15 балів;

«задовільно» - 13 балів;

«достатньо» - 12 балів;

«незадовільно» - 0 балів.

Розрахунок шкали (RD) рейтингу.

Сума вагових балів контрольних заходів для студента, який зразково виконав всі комп'ютерні практикуми складає:

$$RD = 12 \cdot 5 + 2 \cdot 20 = 100 \text{ балів}$$

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну суму балів $RD \geq 60$ балів, мають можливості:

- отримати залікову оцінку (залік) так званим “автоматом” відповідно до набраного рейтингу;

- проходити залікову співбесіду з метою підвищення оцінки (в цьому випадку попередній рейтинг, отриманий за календарні контролі, скасовується).

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну суму балів $RD \geq 40$ та $RD < 60$ балів, зобов'язані проходити залікову співбесіду.

Якщо в результаті співбесіди студент отримав загальну оцінку $RD < 60$ він повинен ще раз пройти співбесіду для отримання $RD \geq 60$.

Студенти, які набрали протягом семестру суму балів $RD < 40$ не допускаються до складання заліку. Для складання заліку студент повинен через виконання додаткових завдань набрати рейтинг від 40 і більше балів.

Співбесіда складається із 4-х завдань теоретичного характеру. За кожне питання максимальна кількість – **10 балів**.

Критерії оцінювання:

- бездоганна відповідь з поясненнями - **10 балів**;

- незначні неточності у відповіді, відсутність повних пояснень – **5...9 балів**;

- загальна схема відповіді викладена, але без будь-яких пояснень – **1...4 бали**;

- відповідь відсутня або помилкова – **0 балів**.

Залежно від фактично набраного рейтингу оцінку студенту встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до таблиці.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 40	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено асистент кафедри ЛВ ІВАНЧЕНКО Дмитро Вікторович.

Ухвалено кафедрою ливарного виробництва (протокол № 13 від 28 червня 2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О.Патона (протокол № 13/23 від 30.06.2023 р.)