



# ПРИКЛАДНЕ ПРОГРАМУВАННЯ ЗАДАЧ МЕТАЛУРГІЇ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                               | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                                                                                                                            |
| Галузь знань                                      | <i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>                                                                                                                                                                                                                           |
| Спеціальність                                     | <i>G10 Металургія</i>                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Освітня програма                                  | <i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>                                                                                                                                                                                                                                    |
| Статус дисципліни                                 | <i>Вибірковий освітній компонент з кафедрального Ф-каталога</i>                                                                                                                                                                                                          |
| Форма навчання                                    | <i>очна (денна)</i>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Рік підготовки, семестр                           | <i>2 курс, весняний семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                          |
| Обсяг дисципліни                                  | <i>4 кредити (120 годин) лекції – 16 год., Лаб. роб. – 44 год., СРС – 60 год.</i>                                                                                                                                                                                        |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | <i>Залік</i>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Розклад занять                                    | <i><a href="https://schedule.kpi.ua/?groupId=0abafa23-d724-4384-a142-b5c332a17838">https://schedule.kpi.ua/?groupId=0abafa23-d724-4384-a142-b5c332a17838</a></i>                                                                                                         |
| Мова викладання                                   | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | <i>Лектор: асистент кафедри ЛВ Іванченко Д. В., <a href="mailto:cortdm77@gmail.com">cortdm77@gmail.com</a><br/>Практичні / Семінарські: немає<br/>Лабораторні роботи: ас. Іванченко Дмитро Вікторович<br/><a href="mailto:cortdm77@gmail.com">cortdm77@gmail.com</a></i> |
| Розміщення курсу                                  | <i><a href="https://classroom.google.com/c/ODc1NzYwNDM5MzY5?cjc=n64m3ifs">https://classroom.google.com/c/ODc1NzYwNDM5MzY5?cjc=n64m3ifs</a></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 розв'язків математичних задач металургії та ливарного виробництва. Здобувачі вищої освіти мають бути спроможними використовувати для вирішення практичних задач ті чи інші математичні методи з використанням засобів програмування. Основні положення курсу використовуються для обробки експериментальних даних та виконання науково-технічних розрахунків.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей.

ЗК 06 Здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології.

ЗК 09 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 12 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК 04 Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.

ФК 05 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 11 Здатність працювати з технічною невизначеністю.

ФК 12 Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії.

ФК 30 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:

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

ПРН 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.

ПРН 06 Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.

ПРН 11 Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.

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

## **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, інформатика.

Основні положення даної дисципліни забезпечує опанування освітніх компонентів, таких як наукова робота за темою бакалаврської та магістерської дисертації протягом переддипломної практики, науково-дослідна практика, виконання магістерської дисертації та бакалаврської дипломної роботи/проєкту.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

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

Розділ I. Апроксимація функцій.

Розділ 2. Інтерполяція функцій.

Розділ 3. Чисельне диференціювання і інтегрування.

Розділ 4. Розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь.

Розділ 5. Числове розв'язання лінійних та нелінійних систем рівнянь.

Розділ 6. Числове розв'язання звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

## **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 лабораторних робіт 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 або у бібліотеці кафедри ливарного виробництва. 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 в середовищі 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, Turbo Basic, Power Basic [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. Методи наближених обчислень / Коссак О., Тумашова О. – Львів. – Бак. - 2003. – 165 с.

### Додаткова:

5. E. Joseph Billo. Excel for scientists and engineers. Numerical methods. John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 454 p. ISBN: 978-0-471-38734-3.
6. 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 «Прикладне програмування задач металургії» сприяє виконання 1 модульної контрольної роботи (розбивається на 2 одногодинні контрольні роботи перед першим та другим календарним контролем). При виконанні МКР студенти мають можливість обґрунтовано підійти до розв'язання завдань як з математичних методів, так і із програмування.

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт. 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 (2 години) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1                                         | <b>Тема 1.1. Вступ. Застосування числових методів та особливості розрахунків на ЕОМ</b><br>Поняття апроксимації та типові задачі. Етапи розвитку методів обчислень. Точність даних та похибки. Абсолютна та відносна похибка. Джерела похибок при розрахунках.                                                                                                                                                                                                                               |
|                                           | <b>Тема 1.2. Метод найменших квадратів (МНК) та коефіцієнт кореляції.</b> 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. Апроксимація нелінійними функціями, що зводяться до лінійного варіанту МНК (лінеаризація).                                                                                           |
| Розділ 2. Інтерполяція функцій (3 години) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2                                         | <b>Тема 2.1. Поняття інтерполяції та типові задачі.</b> Визначення інтерполяції. Різниця між методами інтерполяції та МНК. Кусково-лінійна інтерполяція. Сплайн-інтерполяція. Обернена інтерполяція. Екстраполяція.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                           | <b>Тема 2.2. Інтерполяційний поліном.</b> Інтерполяційний поліном Лагранжа. Числовий приклад побудови та знаходження значення інтерполяційного поліному Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Кінцеві різниці. Перша інтерполяційна формула Ньютона. Друга інтерполяційна формула Ньютона. Числовий приклад побудови та знаходження значення інтерполяційного поліному Ньютона. Інтерполяційний поліном Гаусса. Числовий приклад знаходження значення інтерполяційного поліному Гаусса. |

| <b>Розділ 3. Чисельне диференціювання і інтегрування (2 години)</b>                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                                                                                                 | <b>Тема 3.1. Чисельне диференціювання.</b> Загальні відомості про диференціальне числення. 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. Виведення формул чисельного диференціювання на основі інтерполяційних поліномів Ньютона для точок що співпадають та не співпадають з вузлами інтерполяції. |
|                                                                                                   | <b>Тема 3.2. Чисельне інтегрування.</b> Загальна постановка задачі чисельного інтегрування. Метод прямокутників. Методи трапецій та парабол (метод Сімпсона). Похибки методів та вибір кроку інтегрування. Розрахунок визначеного інтегралу за допомогою методу Монте-Карло. Загальні відомості про метод розрахунку інтегралів з необмеженими межами. Приклад розрахунку значення невластного інтегралу.                                                                   |
| <b>Контрольна (модульна) робота за розділами 1-3</b>                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Розділ 4. Розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь (3 години)</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4                                                                                                 | <b>Тема 4.1.</b> 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».                                                                  |
|                                                                                                   | <b>Тема 4.2.</b> 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.                                                                                                                                  |
| <b>Розділ 5. Числове розв'язання лінійних та нелінійних систем рівнянь (2 години)</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5                                                                                                 | <b>Тема 5.1.</b> Методи вирішення систем лінійних рівнянь. Матричний метод. Метод Крамера.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                   | <b>Тема 5.2.</b> Методи, що базуються на принципі поступового наближення до коренів системи рівнянь, які визначається. Метод Ітерацій. Метод Зейделя.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                   | <b>Тема 5.3.</b> Метод вирішення системи нелінійних рівнянь. Метод Ньютона для наближеного вирішення системи нелінійних рівнянь. Числовий приклад знаходження коренів нелінійної системи рівнянь методом Ньютона.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Розділ 6. Числове розв'язання звичайних диференціальних рівнянь першого порядку (2 години)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6                                                                                                 | <b>Тема 6.1.</b> Числове розв'язання звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Типові задачі для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Задача Коші. Метод Ейлера та модифікований метод Ейлера. Методи Рунге-Кутти.                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Контрольна (модульна) робота за розділами 4-6</b>                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

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

| № з/п | Назва лабораторної роботи                                                                                                          | Кількість ауд. годин |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1     | 2                                                                                                                                  | 3                    |
| 1     | Похибки дій. Розрахунок похибок елементарних математичних операцій.                                                                | 2                    |
| 2     | Метод найменших квадратів. Лінійна апроксимація методом найменших квадратів. Квадратична апроксимація методом найменших квадратів. | 4                    |
| 3     | Апроксимація функціями користувача. Коефіцієнт кореляції                                                                           | 2                    |
| 4     | Інтерполяційний поліном Лагранжа.                                                                                                  | 2                    |

| 1  | 2                                                                                                                           | 3 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 5  | Інтерполяційний поліном Ньютона. Інтерполяційний поліном Гаусса                                                             | 4 |
| 6  | Кусково-лінійна інтерполяція. Обернена інтерполяція                                                                         | 2 |
| 7  | Чисельне диференціювання. Знаходження похідної за допомогою розрахункової формули по трьом та по п'яти точкам.              | 2 |
| 8  | Розрахунок значення похідної на основі побудованого поліному Ньютона.                                                       | 4 |
| 9  | Чисельне інтегрування. Методи парабол та Сімпсона.                                                                          | 2 |
| 10 | Чисельне інтегрування. Метод Монте-Карло. Розрахунок невластного інтегралу.                                                 | 2 |
| 11 | Розв'язок алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Методи дихотомії та золотого перетину.                                    | 2 |
| 12 | Розв'язок алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Методи дотичних, хорд та комбінований метод хорд і дотичних.              | 4 |
| 13 | Розв'язок систем рівнянь матричним методом та методом Крамера.                                                              | 4 |
| 14 | Розв'язок систем рівнянь методом ітерацій та методом Зейделя                                                                | 2 |
| 15 | Розв'язок рівнянь систем нелінійних рівнянь методом Ньютона.                                                                | 2 |
| 16 | Розв'язок звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Метод Ейлера та модифікований метод Ейлера. Метод Рунге-Кутти. | 4 |

Захист комп'ютерних лабораторних робіт проводиться впродовж останніх 25 хвилин заняття.

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента у загальному обсязі 60 годин полягає у підготовці до лекційних, та лабораторних занять шляхом опрацювання рекомендованої літератури і підготовці відповідей на контрольні запитання для кожного виду занять. 6 годин із загального обсягу надається для підготовки до складання заліку.

| Вид самостійної роботи студента                     | Кількість годин | Норма часу на підготовку, год. | Термін часу, год. |
|-----------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|
| Підготовка до лекцій та засвоєння додаткових питань | 16              | 0,4                            | 6                 |
| Підготовка до лабораторних робіт                    | 44              | 1                              | 44                |
| Підготовка до МКР                                   | 2               | 2                              | 4                 |
| Підготовка до заліку                                | 6               | -                              | 6                 |
| <b>Всього</b>                                       |                 |                                | <b>60</b>         |

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни відбувається згідно графіку навчального процесу. Відвідування всіх видів занять рекомендовано для успішного засвоєння навчальних матеріалів.

У разі спізнання на заняття, студенту необхідно, не заважаючи іншим, зайти в клас та зайняти своє місце. Користуватись мобільним телефоном під час занять можна тільки з дозволу викладача. Звук мобільного телефону повинен бути вимкнений. У разі важливих вхідних дзвінків необхідно спитати дозволу викладача, вийти в коридор і провести розмову там.

При очній формі навчання лабораторні роботи проводяться в комп'ютерному класі також згідно розкладу занять, в якому необхідно дотримуватись правил техніки безпеки. Допускається

використання власних ноутбуків. Результати лабораторних робіт студенту необхідно оформити у вигляді протоколу та захистити його. У разі пропуску занять з лабораторних робіт необхідно попередити викладача і домовитись про їх відпрацювання. Безпосередньо відпрацювання та захист лабораторних робіт здійснюється виключно очно, у відповідності до розкладу занять. Студент, що не захистив попередню лабораторну роботу не допускається до відпрацювання наступної.

Під час проведення контрольних заходів забороняється користуватися мобільними телефонами, і допомогою інших. У випадку пропуску контрольних заходів, необхідно за домовленістю з викладачем пройти їх в інший час. Контрольні роботи та залік проводяться за окремими правилами які викладач повинен довести до слухачів на попередньому занятті і які залежать від форми проведення навчання.

У разі змішаного/дистанційного навчання, студент повинен забезпечити себе персональним комп'ютером з доступом до інтернету і встановленим програмним забезпеченням ZOOM, GOOGLE MEET та будь-яким браузером.

Під час навчання студенту необхідно дотримуватись Правил внутрішнього розпорядку (<https://kpi.ua/admin-rule>) та політики академічної доброчесності, які визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>).

Пропущені контрольні заходи та/або завдання, які виконані студентом із незадовільною оцінкою, можуть додатково складатися для виконання та/або отримання задовільної оцінки (для підвищення оцінки) під час навчання до завершення термінів графіку освітнього процесу.

## 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 лабораторних роботах.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік

### Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

| Семестр | Навчальний час |                   | Розподіл навчальних годин |                   |                    |     | Контрольні заходи          |                      |
|---------|----------------|-------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|-----|----------------------------|----------------------|
|         | кредити        | академічних годин | Лекції                    | Практичні заняття | Лабораторні роботи | СРС | Модульна контрольна робота | Семестрова атестація |
| 1       | 4              | 120               | 16                        | -                 | 44                 | 60  | 1                          | залік                |

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 12 лабораторних робіт;
- контрольні роботи ( 1 МКР поділяється на дві одногодинні контрольні роботи);
- 10 балів за сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
- штрафні бали не нараховуються.

## Рейтингова система оцінювання результатів навчання

### Лабораторні роботи

**Ваговий бал – 5.** Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $12 \cdot 5 = 60$  балів.

Критерії оцінювання:

- Повне опрацювання результатів, виконано усі завдання та написано та пояснено дію усіх програм – 5 балів;
- Часткове опрацювання результатів, виконано не менше 60 % усіх завдань практикуму, написано та пояснено дію щонайменше половини програм – 3 бали.
- Виконано менше 60 % усіх завдань лабораторної роботи – 0 балів.

### Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота поділена на 2 частини.

#### Модульна контрольна робота. Частина 1.

Проводиться на лекційному занятті безпосередньо перед початком першої атестації осіннього семестру.

**Ваговий бал 20.** Максимальна кількість балів за МКР. Ч.1 складає 20 балів. МКР. Ч.1 складається з 5 питань, що максимально оцінюються по 4 бал кожне. Перелік питань наведено у додатку А.

#### Модульна контрольна робота. Частина 2.

Проводиться на лекційному занятті безпосередньо перед початком другої атестації весняного семестру.

**Ваговий бал 20.** Максимальна кількість балів за МКР. Ч.2 складає 20 балів. МКР. Ч.2 складається з 5 питань, що максимально оцінюються по 4 бал кожне. Перелік питань наведено у додатку А.

Система оцінювання питань МКР. Ч.1 та МКР. Ч.2 наступна:

| Критерії                                                                                            | Бали |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| правильна відповідь, можливо з несуттєвими зауваженнями, повнота відповіді більша 90%               | 4    |
| є принципові зауваження, але можна вважати що суть питання розкрита, повнота відповіді не менша 60% | 2    |
| суть питання не розкрито та/або повнота відповіді менша 60%                                         | 0    |

### Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 60 + 20 + 20 = 100 \text{ балів}$$

Умовою отримання позитивної оцінки є виконання всіх лабораторних робіт, здані 2 частини МКР та сумарний семестровий рейтинг від 60 балів.

У випадку коли сума балів, отриманна студентом протягом семестру, є менше ніж 60 балів, студент має підвищити її до рівня 60 балів або писати залікову контрольну роботу.

Якщо сума балів, отриманна студентом протягом семестру, є меншою ніж 40 балів тоді студент не допускається до складання заліку і має підвищити її до рівня 40 балів щонайменше.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання складається з 6 практичних питань. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9...10 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7...8 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 балів;
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0...5 балів.

Сума балів за залік переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

| Рейтингова оцінка здобувача (бали)<br>$R_D = R_C + R_E$ | Універсальна шкала оцінок рівня здобутих компетентностей (результатів навчання) |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 95...100                                                | Відмінно                                                                        |
| 85...94                                                 | Дуже добре                                                                      |
| 75...84                                                 | Добре                                                                           |
| 65...74                                                 | Задовільно                                                                      |
| 60...64                                                 | Достатньо                                                                       |
| Менше 60                                                | Незадовільно                                                                    |

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

• Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перезарахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі практичні заняття). Можливість перезарахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає «Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті».

• Студенти можуть отримати 10 балів за сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено:** кандидат технічних наук, асистент, Іванченко Дмитро Вікторович

**Ухвалено** кафедрою ливарного виробництва (протокол № 7 від 19.02.2026 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 02/26 від 20.02.2026 р.)

## Перелік питань модульної контрольної роботи.

Проводиться у вигляді двох одногодинних контрольних робіт перед 1 та 2 атестаціями.

1. Вирішити систему лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} 4x_1 + 0,24x_2 - 0,08x_3 = 8 \\ 0,09x_1 + 3x_2 - 0,15x_3 = 9 \\ 0,04x_1 - 0,08x_2 - 4x_3 = 20 \end{cases}$$

2. Обчислити визначений інтеграл:
- $\int_{-1}^0 4x \exp(x^2) dx$
- .

3. Функція
- $y = f(x)$
- задана в таблиці:

| № | $X_i$ | $Y_i$ |
|---|-------|-------|
| 1 | 2.1   | 14.5  |
| 2 | 3.6   | 12.6  |
| 3 | 5.5   | 10.9  |
| 4 | 8.7   | 7.7   |
| 5 | 10.3  | 5.3   |

Методом чисельного диференціювання знайти похідну цієї функції у точці  $x = 4,0$ .

4. Дано масив A(10). Обчислити добуток від'ємних непарних елементів.

5. Дано n дійсних чисел s і t, що належать діапазону [1,5]. Обчислити
- $f(1.2, s) + f(t, s) -$

$$f(2s - 1, s * t), \text{ де } f(a, b) = \frac{a + b}{a^2 + 2ab + 3b^2 + 4}, \text{ а n вибрати з діапазону } [8, 12].$$

6. Функція
- $y = f(x)$
- задана в таблиці:

| № | $X_i$ | $Y_i$ |
|---|-------|-------|
| 1 | 12.4  | 17.5  |
| 2 | 13.0  | 9.6   |
| 3 | 15.1  | 23.9  |
| 4 | 18.9  | 27.7  |

Методом чисельного диференціювання знайти похідну цієї функції у точці  $x = 13,9$ 

7. Дано 5 дійсних чисел x та y, що належать діапазону [1,2]. Обчислити Z.

$$Z = \frac{1.7 * fe^y + 2f(1+y)}{6 - f \log_2(y)^2 - 1} \text{ де } f = \frac{\sum_{k=0}^{10} \frac{x^{k+2}}{k+2}}{\sum_{k=0}^{10} \frac{x^k}{k}}.$$

8. Розрахувати похідну функції
- $y = (x + 2)^2 - 5 \cdot x^3$
- в точці
- $x = 4$
- з кроком
- $h = 0.01$
- .

9. Розрахувати коефіцієнти A і B прямої
- $Y = A + Bx$
- та коефіцієнт кореляції R :

| № | $X_i$ | $Y_i$ |
|---|-------|-------|
| 1 | 2.1   | 12.5  |
| 2 | 3.6   | 17.6  |
| 3 | 5.5   | 19.9  |
| 4 | 8.7   | 22.7  |
| 5 | 10.3  | 28.3  |

10. Знайти значення визначеного інтегралу
- $\int_0^3 \frac{\ln^2(x)}{x} dx$
- .

11. Побудувати на екрані коло радіусом 100 пікселів, зафарбувати його довільним кольором, вписати у побудоване коло квадрат.

12. Побудувати поліном Лагранжа

| № | $X_i$ | $Y_i$ |
|---|-------|-------|
| 1 | 0     | 10    |
| 2 | 1     | 20    |
| 3 | 5     | 100   |
| 4 | 10    | 1100  |

13. Дано масив A(10). Обчислити добуток усіх його елементів, кількість додатних і суму від'ємних.

14. Дано 5 дійсних чисел x та y, що належать діапазону [5,10]. Обчислити Z.

$$Z = \frac{2 * fe + 2f(1 + y^{2f})}{6y^{1/2} - f \log_3(y) - 1} \text{ де } f = \frac{\sum_{k=0}^{10} \frac{x^{k+2}}{(k+2)}}{\sum_{k=0}^{10} \frac{x^k - 3}{2k+1}}.$$

15. Знайти значення визначеного інтегралу:  $\int_2^3 1/x \ln(x+2) dx$ .

16. Вирішити систему лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} 6x_1 - x_2 - x_3 = 18 \\ -x_1 + 6x_2 - x_3 = 32 \\ -x_1 - x_2 + 4x_3 = 48 \end{cases}$$

17. Дано 5 дійсних чисел x та y, що належать діапазону [5,10]. Обчислити Z.

$$Z = \frac{2 * f(e^y + 3) + 2f(1 + y^{4f})}{6y^{1/3} - f \log_2(y)^2 - 1} \text{ де } f = \frac{\sum_{k=0}^{10} \frac{x^{k+2}}{(k+2)}}{\sum_{k=0}^{10} \frac{x^k - 3}{2k+1}}.$$

18. Знайти корені системи лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 5x_3 = 8 \\ x_1 - 3x_2 - 6x_3 = 9 \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = -5 \end{cases}$$

19. Дано масив A(3,3). Знайти максимальний елемент кожного рядка.

20. Отримати два випадкових числа з діапазонів [N-5;N+5], [N;2N], [-N;N] та обчислити їх середньоквадратичне значення. Результат заокруглити до тисячних (N-ціле випадкове число з діапазону [50,100]).

21. Розрахувати похідну функції  $y = 3 \cdot x^2 + \sqrt{7 \cdot x} + 1$  в точці  $x = 2$  з кроком  $h = 0.1$ .

22. Побудувати на екрані графік функції  $\sin \sqrt{2 \cdot x} + \cos x$  на проміжку зміни аргументу від 0 до  $2 \cdot \pi$  з кроком 0,025.

23. Розрахувати коефіцієнти A і B прямої  $Y=A+Bx$  та коефіцієнт кореляції R :

| № | $X_i$ | $Y_i$ |
|---|-------|-------|
| 1 | 2     | 12.5  |
| 2 | 3     | 17.6  |
| 3 | 6     | 19.9  |
| 4 | 9.1   | 22.7  |
| 5 | 11.2  | 28.3  |

24. Дано масив A(4,4). Знайти максимальний елемент кожного рядка.

25. Побудувати полінома Лагранжа:

| № | $X_i$ | $Y_i$   |
|---|-------|---------|
| 1 | 3     | 1.26541 |
| 2 | 7     | 1.45874 |
| 3 | 9     | 1.58921 |
| 4 | 10    | 1.78514 |
| 5 | 12    | 1.83215 |
| 6 | 15    | 1.98652 |

26. Дано масив A(4,4). Знайти максимальний елемент кожного стовпчика.

27. Функція  $y=f(x)$  задана таблично:

|       |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|
| $x_i$ | 10 | 15 | 17 | 20 |
| $y_i$ | 3  | 7  | 11 | 17 |

методом числового диференціювання знайти перші дві похідні у точках 2 та 1,4.

28. Побудувати поліном Лагранжа:

| № | $X_i$ | $Y_i$ |
|---|-------|-------|
| 1 | 12.4  | 17.5  |
| 2 | 13.0  | 9.6   |
| 3 | 15.1  | 23.9  |
| 4 | 18.9  | 27.7  |

29. Густина повітря  $\rho$  з висотою  $h$  зменшується за законом  $\rho = \rho_0 * e^{-hz}$ . Для  $\rho_0 = 1,29 \text{ кг/м}^3$  і  $z = 1,25 * 10^{-4} \text{ м}^{-1}$  вивести таблицю значень густини повітря на різних висотах: від 0 до 1 км через кожні 50 м.

30. Функція  $y=f(x)$  задана таблично:

|       |   |    |    |    |
|-------|---|----|----|----|
| $x_i$ | 3 | 4  | 5  | 6  |
| $y_i$ | 9 | 16 | 30 | 72 |

методом числового диференціювання знайти перші дві похідні у точках 2 та 1,4.

31. Дані експерименту представлені таблицею значень X та Y. Знайдіть формулу емпіричного зв'язку між X та Y. Знайдіть параметри цієї залежності методом найменших квадратів.

Температура Y(°C) мастила в двигуні залежить від швидкості X (км/год) автомобіля.

|   |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 30,9 | 31,8 | 32,5 | 33,5 | 35,7 | 38,5 | 40,9 |
| Y | 23   | 24   | 23   | 24,8 | 25   | 28,5 | 29,0 |

32. Вирішити систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} 2 * x_1 + 3 * x_2 + 5 * x_3 = 10 \\ 3 * x_1 + 7 * x_2 + 4 * x_3 = 3 \\ x_1 + 2 * x_2 + 2 * x_3 = 3 \end{cases}$$

33. Знайти корені рівняння  $x^3 + 6 * x - 5 = 0$

34. Дані експерименту представлені таблицею значень X та Y. Знайдіть формулу емпіричного зв'язку між X та Y. Знайдіть параметри цієї залежності методом найменших квадратів. Знос лемеша Y (мм) залежить від твердості X (HRC) матеріалу лемеша.

|   |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|
| X | 1200 | 1600 | 1900 | 2400 | 3000 |
| Y | 0,7  | 0,9  | 0,9  | 1,1  | 0,8  |

35. Вирішити систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2 * x_3 = -1 \\ 2 * x_1 - x_2 + 2 * x_3 = -4 \\ 4 * x_1 + x_2 + 4 * x_3 = -2 \end{cases}$$

36. Знайти корені рівняння  $x^3 + 4 * x - 6 = 0$

37. Дані експерименту представлені таблицею значень X та Y. Знайдіть формулу емпіричного зв'язку між X та Y. Знайдіть параметри цієї залежності методом найменших квадратів. Відоме X-процентне відношення межі плинності до міцності сталі; Y - процентний вміст вуглецю в сталі.

|   |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| X | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| Y | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |

38. Вирішити систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} x_1 + 2 * x_2 + x_3 = 8 \\ 2 * x_1 + x_2 + 2 * x_3 = 10 \\ 3 * x_1 + 3 * x_2 + x_3 = 12 \end{cases}$$

39. Знайти корені рівняння  $x^3 - 6 * x^2 + 9 * x - 3 = 0$

40. Дані експерименту представлені таблицею значень X та Y. Знайдіть формулу емпіричного зв'язку між X та Y. Знайдіть параметри цієї залежності методом найменших квадратів. Електричний опір дроту R (Ом) залежить від температури t (°C).

|   |      |       |       |       |       |      |       |
|---|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| t | 20.0 | 24.8  | 30.2  | 35.0  | 40.1  | 44.9 | 50.0  |
| R | 86.7 | 88.03 | 90.32 | 91.15 | 93.26 | 94.9 | 96.33 |

41. Розрахувати визначений інтеграл:  $I = \int_{-1}^1 \frac{5}{\sqrt{1-x^2}} dx$ .

42. Дані експерименту представлені таблицею значень X та Y. Знайдіть формулу емпіричного зв'язку між X та Y. Знайдіть параметри цієї залежності методом найменших квадратів. Температура X (°C) мастила в двигуні пов'язана з температурою Y (°C) мастила в коробці передач.

|   |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|
| X | 33,7 | 34,5 | 37,0 | 38,0 | 39,0 | 39,3 |
| Y | 22,1 | 24,0 | 24,4 | 26,0 | 25,8 | 22,4 |

43. Розрахувати визначений інтеграл:  $I = \int_1^5 2^x dx$ .

44. Знайти корені рівняння:  $x^3 - 2 * x^2 + x + 1 = 0$ .

45. Побудувати багаточлен  $L_n(x)$  ступеня n, який у вузлах  $x_i$  набуває значень  $y_i$ . Значення задані таблично:

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| X | -3 | -2 | -1 | 1  | 2  |
| Y | 46 | 7  | 2  | -2 | 11 |

46. Розрахувати визначений інтеграл:  $I = \int_0^{0,7} \sqrt{1-x^2} dx$ .

47. Знайти корені рівняння:  $x^4 - 2 * x - 1 = 0$

48. Побудувати багаточлен  $L_n(x)$  ступеня n, який у вузлах  $x_i$  набуває значень  $y_i$ . Значення задані таблично:

|   |    |    |   |    |   |
|---|----|----|---|----|---|
| X | -2 | -1 | 1 | 2  | 3 |
| Y | 26 | 5  | 3 | -4 | 7 |

49. Розрахувати визначений інтеграл:  $I = \int_{-1}^1 \cos(x+1) dx$ .

50. Знайти корені рівняння:  $x^3 - 12 * x - 8 = 0$

51. Побудувати багаточлен  $L_n(x)$  ступеня n, який у вузлах  $x_i$  набуває значень  $y_i$ . Значення задані таблично:

|   |    |     |    |    |    |
|---|----|-----|----|----|----|
| X | -3 | -2  | -1 | 1  | 2  |
| Y | -9 | -16 | -3 | 11 | 36 |

52. Розрахувати визначений інтеграл:  $I = \int_2^8 \sin\left(\frac{1}{2} * x\right) dx$ .

53. Знайти корені рівняння:  $x^7 + x + 4 = 0$  на відрізок  $[-4; 0]$ .

54. Розрахувати рівняння:  $x^3 - 12 * x - 8 = 0$ .

55. Припускаючи, що  $h = 0,1$ , використовуючи метод Ейлера, знайти рішення диференціального рівняння:

$$y' = y + 3 * x, y(0) = -1, x \in [0; 0,5].$$

56. Розрахувати рівняння:  $x^4 - 2 * x - 1 = 0$ .

57. Припускаючи, що  $h = 0,1$ , використовуючи метод Ейлера, знайти рішення диференціального рівняння:

$$58. y' = y - \frac{2*x}{y}, y(0) = 1, x \in [0; 1].$$