

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни

**«Проектування технічних комплексів  
та технологічна підготовка виробництва»**

Затверджено на засіданні кафедри  
Матеріалознавства та прикладної механіки  
Протокол № 2 від «4» вересня 2025 р.



УКЛАДАЧ(І):

- 1 Арустамян Артем, Р h D , доцент кафедри матеріалознавства та прикладної механіки

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми  
«Інжиніринг механічного  
обладнання та систем»

Тетяна КУЛІК

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Завідувач кафедри

Володимир ПАШИНСЬКИЙ



## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Опис курсу:** Дисципліна спрямована на підготовку майбутнього фахівця гірничо-металургійного комплексу, який технічно впевнено на основі техніко-економічного обґрунтування і з врахуванням прогресивної техніки і технологій зможе робити вибір раціональних схем і засобів технічних комплексів в конкретних умовах експлуатації. Здобути методичні та теоретичні знання, ознайомитись з методами досліджень і оцінки технологічної підготовки виробництва в гірничо-металургійному комплексі. Дисципліна належить до циклу самостійного вибору дисциплін за переліком програми Міністерства освіти і науки України. відноситься до фахових дисциплін. Являється необхідним фундаментом для вивчення подальших дисциплін, при виконанні магістерської роботи, та формує профільну підготовку студентів що спеціалізуються в галузі проектування технічних комплексів та технологічної підготовки виробництва.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати і вміти: основні принципи системної інженерії, етапи життєвого циклу технічного комплексу, методи аналізу вимог, критерії оптимізації та оцінки проектних рішень.; теоретичні основи для обґрунтування вибору і експлуатаційних вимог; питання міцності елементів; питання продуктивності застосованих машин; вплив технологічних причин на працездатність гірничого-металургійного комплексу; Проводити аналіз вимог зацікавлених сторін, розробляти архітектуру технічного комплексу, використовувати програмні засоби для моделювання, оцінювати ризики та управляти проектом..

Передбачено вивчення сучасних системи професійних знань, умінь та навичок в галузі прикладної механіки та здатності їх використовувати для створення нових та експлуатації існуючих проектів технічних комплексів.


Отримані знання будуть використані в професійній діяльності спеціаліста якій проектує, керує та експлуатує новітні спеціальні машини.

### **Вимоги:**

- Базові знання з інженерної графіки, взаємозамінності стандартизації та технічних вимірювань, деталей машин, знання технології гірничорудних та металургійних виробництв, діагностики та аналізу обладнання;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

### **Програмні результати навчання:**

Теоретично обґрунтовувати конструкції технічних комплексів і їх елементів, використовуючи методи прикладної механіки, принципи



системної інженерії, теорію взаємозамінності та стандартні методики розрахунку деталей машин.

Проектувати технічні комплекси відповідно до функціонального призначення, виконувати вибір конструктивних рішень, матеріалів та обладнання з урахуванням вимог надійності, технологічності й експлуатації.

Виконувати інженерні розрахунки елементів машин і технологічного обладнання, оцінювати їх працездатність, довговічність та ефективність у виробничих умовах.

Використовувати знання фундаментальних, технологічних та інженерних наук для вирішення задач інжинірингу механічних систем і підготовки виробництва.

Розробляти структуру та архітектуру технічних комплексів, здійснювати аналіз вимог і оптимізацію проєктних рішень на етапах життєвого циклу виробу.

Обґрунтовувати методи технологічної підготовки виробництва, забезпечувати узгодженість конструкторських і технологічних рішень.

Оцінювати технічний стан, експлуатаційні характеристики та ризики під час проектування і впровадження технічних комплексів.



## **Організація курсу, форми та методи навчання.**

- Освітній процес поєднує лекції та самостійне вивчення матеріалу в Moodle із практичними заняттями, орієнтованими на відпрацювання прикладних навичок.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; очікується попереднє ознайомлення студентів із матеріалом.
- Практичні заняття включають розв'язання задач різної складності, розгляд міждисциплінарних завдань із використанням інформаційно-комунікаційних технологій; їх відвідування є бажаним.
- Виконання індивідуальних завдань прикладної спрямованості, модульних контрольних робіт та завдань для практичних занять є обов'язковим відповідно до графіку.
- З урахуванням поточної ситуації діють вимоги безпеки при сигналі «Повітряна тривога»; санкції за залишення чи пропуск занять не застосовуються.
- Офіційними каналами зв'язку є електронна пошта та MS Teams з корпоративним акаунтом @mipolytech.education.
- Доступні індивідуальні та групові консультації (електронна пошта, чат або розмова в MS Teams).

**Мова освітнього процесу:** українська, англійська (окремі джерела літератури та інформації).

## **2. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

*Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового компоненту освітніх програм «Інжиніринг механічного обладнання та систем»*

### **Змістовий модуль 1.**

#### **Тема 1. Загальні положення**

Актуальність дисципліни «Проектування технічних комплексів та технологічна підготовка виробництва» в умовах цифрової трансформації машинобудування та переходу до концепцій Industry 4.0. Роль інженера у створенні сучасних технічних систем, інтеграція конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Місце дисципліни в системі професійної підготовки фахівця з інжинірингу механічного обладнання. Поняття технічного комплексу як складної інженерної системи. Життєвий цикл виробу: етапи проектування, технологічної підготовки виробництва, виготовлення, експлуатації та модернізації. Взаємозв'язок конструкторських, технологічних та експлуатаційних рішень. Системний підхід до проектування технічних комплексів. Основні принципи технологічної підготовки виробництва: технологічність конструкції, уніфікація, стандартизація, модульність, забезпечення якості та надійності. Вплив автоматизації на ефективність виробничих процесів. Економічні та організаційні аспекти впровадження автоматизованих систем. Цифрові технології в сучасному машинобудуванні: CAD/CAM/CAE/PLM-середовища, інтегровані інформаційні системи підприємства. Поняття цифрового двійника виробу та виробництва. Інформаційні потоки на підприємстві. Роль даних у прийнятті інженерних рішень. Нормативно-правова база технологічної підготовки виробництва. Стандартизація інженерної діяльності. Документування процесів проектування та виробництва. Вимоги до інженерної документації. Мета, завдання та структура дисципліни. Основні поняття та терміни. Зв'язок з іншими дисциплінами освітньої програми.

Основи технології машинобудування як бази технологічної підготовки виробництва. Поняття технологічного процесу виготовлення деталей машин. Типи виробництва в машинобудуванні (одиничне, серійне, масове) та їх вплив на проектування технічних комплексів. Технологічні бази, припуски на обробку, точність і шорсткість поверхонь. Забезпечення технологічності конструкції виробу на етапі проектування.

#### **Тема 2. Системи автоматизованого проектування технологічних процесів**

Поняття автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва (АСТПВ). Роль АСТПВ у підвищенні ефективності




промислового підприємства. Архітектура сучасних АСТПВ та їх інтеграція з корпоративними інформаційними системами. Функціональні підсистеми АСТПВ: проектування технологічних процесів, управління технологічною документацією, планування виробництва, управління ресурсами. Інформаційне забезпечення систем. Бази даних технологічних рішень. Бібліотеки типових процесів і операцій. Компоненти систем автоматизованого проектування (САПР): програмне, технічне, інформаційне, математичне та методичне забезпечення. Моделі даних у САПР. Інтерфейси взаємодії користувача. Інтеграція CAD/CAM/CAE у єдиному інформаційному просторі підприємства. САПР технологічних процесів як складова АСТПВ. Принципи побудови систем автоматизованого проектування ТП. Рівні автоматизації: від підтримки прийняття рішень до повністю автоматизованого синтезу процесів. Людино-машинна взаємодія в системах проектування. Класифікація САПР ТП за функціональним призначенням, ступенем автоматизації та галузевою орієнтацією. Переваги впровадження автоматизованих систем: скорочення термінів підготовки виробництва, підвищення якості рішень, зменшення витрат. Організаційні аспекти впровадження АСТПВ на підприємстві. Підготовка персоналу. Управління змінами. Етапи впровадження систем автоматизованого проектування. Тенденції розвитку АСТПВ: використання штучного інтелекту, хмарних технологій, цифрових платформ, інтеграція з системами управління виробництвом.

Автоматизоване проектування технологічних процесів механічної обробки деталей: токарної, фрезерної, свердлильної, шліфувальної обробки. Вибір технологічного обладнання, різального інструменту та режимів різання в САПР ТП. Формування маршрутних і операційних технологічних процесів виготовлення машинобудівних деталей.

### **Тема 3. Підходи до рішення технологічних задач**

Сучасні підходи до розв'язання технологічних задач у машинобудуванні. Поняття технологічного проектування як інженерного процесу прийняття рішень в умовах обмежень. Роль інформаційних технологій у формуванні ефективних технологічних рішень. Методи проектування технологічних процесів: аналітичні, евристичні, параметричні, комбіновані. Порівняння традиційних і автоматизованих методів проектування. Формалізація технологічних знань. Представлення технологічної інформації у вигляді структурованих моделей. Стратегії проектування технологічних рішень: зверху вниз, знизу вгору, ітераційні та адаптивні стратегії. Принципи оптимізації технологічних процесів. Критерії ефективності: продуктивність, точність, економічність, надійність. АСТПВ як основа автоматизації праці технолога. Інтелектуальна підтримка прийняття рішень. Використання експертних систем у технологічному проектуванні. Роль




баз знань у формуванні типових рішень. Класифікація комп'ютерних програм АСТПВ: системи проектування технологічних процесів, системи керування виробництвом, системи планування ресурсів, інтегровані інформаційні середовища. Галузеві особливості програмних комплексів. Результати своєчасного та правильного впровадження АСТПВ: підвищення якості технологічної документації, скорочення термінів підготовки виробництва, зниження виробничих витрат, покращення керованості процесів. Концепції впровадження АСТПВ на підприємстві: етапність, модульність, масштабованість. Аналіз ризиків впровадження. Організаційні та економічні аспекти автоматизації.

Розв'язання типових задач технології машинобудування: вибір заготовки, визначення послідовності обробки поверхонь, забезпечення точності та взаємного розташування елементів деталей. Оптимізація технологічних параметрів механічної обробки. Аналіз технологічних похибок і методи їх компенсації.

#### **Тема 4. Формати зберігання технологічних процесів у комп'ютері. Методи проектування ТП в автоматизованих системах**

Інформаційні моделі технологічних процесів. Представлення технологічної інформації у цифровому середовищі. Структура даних технологічного процесу. Вимоги до зберігання, обробки та обміну даними. Текстові формати зберігання даних. XML як універсальний формат опису технологічних процесів. Переваги структурованих форматів. Стандарти обміну технологічною інформацією. Табличні моделі технологічного процесу. Використання реляційних структур. Переваги табличного представлення даних у САПР ТП. Організація баз даних технологічних операцій. Мережні моделі технологічних процесів. Орієнтовані графи, маршрути обробки, логічні зв'язки між операціями. Аналіз послідовності технологічних переходів. Оптимізація маршрутів. Перестановочні моделі технологічних процесів. Комбінаторні методи синтезу технологічних маршрутів. Варіативність технологічних рішень. Методи проектування технологічних процесів у автоматизованих системах: параметричне настроювання типового процесу, метод виключення структурних елементів, метод доповнення структурних елементів, комбіновані методи. Адаптація типових технологій до конкретних умов виробництва. Ітераційні методи проектування. Ітераційний синтез на основі типових проектних рішень. Використання оригінальних проектних рішень. Алгоритмізація процесу проектування. Автоматичний та напівавтоматичний синтез технологічних процесів. Перспективи розвитку методів автоматизованого проектування технологічних процесів: штучний інтелект, машинне навчання, цифрові двійники виробництва.

Представлення технологічних переходів механічної обробки у



цифрових моделях. Опис операцій різання металів у структурованих форматах даних. Зберігання параметрів режимів обробки, інструментальних налаштувань і технологічних баз у базах даних САПР ТП.

## **Змістовий модуль 2.**

### **Тема 5. Автоматизоване проектування ТП складання виробів**

Особливості технологічних процесів складання в машинобудуванні. Складання як завершальний етап виготовлення виробу. Вплив точності виготовлення деталей на якість складальних операцій. Забезпечення взаємозамінності та функціональної сумісності елементів виробу. Проблеми автоматизації складальних технологічних процесів: складність структури виробів, варіативність конструкцій, необхідність урахування допусків і посадок. Формалізація складальних операцій. Представлення складальних процесів у вигляді структурованих моделей. Алгоритмічні методи проектування складальних ТП. Побудова алгоритмів синтезу послідовності складання. Логічні та мережні моделі складальних операцій. Аналіз зв'язків між складальними одиницями. Оптимізація структури складання. Параметричне настроювання технологічних процесів складання. Використання типових рішень. Алгоритми адаптації типового процесу до конкретного виробу. Приклади рішення задач алгоритмічного настроювання. Автоматизоване проектування ТП на основі бібліотек типових технологічних рішень. Кодування конструктивно-технологічних ознак деталей. Класифікація деталей за технологічними ознаками. Формування узагальненого маршруту обробки та складання. Кодування операцій обробки й складання. Синтез технологічного маршруту для конкретного виробу. Використання інформаційних баз даних для підтримки проектування. Економічна ефективність автоматизації складальних процесів. Підвищення продуктивності та якості. Перспективи роботизації складальних операцій.

Технологічність конструкцій складальних одиниць машинобудування. Методи забезпечення точності складання: регулювання, підбір, компенсація розмірних ланцюгів. Використання пристроїв і оснащення для складальних операцій. Контроль якості складальних процесів.

### **Тема 6. Автоматизоване проектування ТП мовою таблиць рішень та на основі штучного інтелекту**

Таблиці рішень як інструмент формалізації технологічних знань. Логічні моделі прийняття технологічних рішень. Структура таблиць рішень: умови, альтернативи, результати. Представлення складних




технологічних залежностей. Комплексні таблиці рішень. Таблиці з обмеженими та розширеними входами. Методи оптимізації таблиць. Переваги використання таблиць рішень у САПР ТП. Підвищення прозорості й формалізації проектних рішень. Автоматизоване проектування технологічних процесів із використанням інтелектуальних методів. Основи штучного інтелекту в інженерії. Експертні системи технологічного проектування. Генетичні алгоритми в синтезі технологічних процесів. Основні принципи еволюційних обчислень. Кодування технологічних маршрутів. Функції пристосованості. Оптимізація параметрів процесу. Розробка технологічного процесу за допомогою генетичних алгоритмів. Порівняння традиційних і еволюційних методів оптимізації. Обмеження та проблеми застосування генетичних алгоритмів у виробництві. Перспективи використання штучного інтелекту в технологічній підготовці виробництва: машинне навчання, нейронні мережі, цифрові експертні системи.

Використання інтелектуальних систем для вибору технологічних маршрутів виготовлення деталей машин, прогнозування зношування інструменту, оптимізації режимів різання та підвищення продуктивності обробки.

### **Тема 7. Системи керування виробництвом**

Сучасні підходи до управління виробництвом у машинобудуванні. Інформаційна інтеграція етапів життєвого циклу виробу. Концепція CALS-технологій як основа цифрового підприємства. Історія розвитку CALS-стратегії та її значення для автоматизації інженерної діяльності. Життєвий цикл виробу: проектування, підготовка виробництва, виготовлення, експлуатація, модернізація та утилізація. Інформаційна підтримка життєвого циклу. Єдиний інформаційний простір підприємства. Програмне забезпечення підтримки життєвого циклу виробів машинобудування. Роль систем класу PDM/PLM у керуванні інженерними даними. Архітектура PLM-систем. Інтеграція з CAD/CAM/CAE та ERP-системами. Бази даних як основа інформаційних систем управління виробництвом. Принципи побудови реляційних баз даних. Моделі даних. Функції систем управління базами даних (СУБД). Організація зберігання та захисту інформації. Мови запитів до баз даних. SQL-запити: структура, оператори, фільтрація та обробка даних. QBE-запити як інструмент візуального формування запитів. Доступ до баз даних через прикладні інтерфейси. Основні функції програм класу PDM/PLM: управління інженерними даними, структурою виробу, конфігураціями, версіями та варіантами. Управління вимогами до виробу. Контроль змін у проектній документації. Планування та управління проектами в PLM-середовищі. Управління бізнес-процесами. Формування звітів. Інтеграція PLM із виробничими та корпоративними системами. Підтримка життєвого



циклу машинобудівної продукції на прикладі системи «Лоцман: PLM». Архітектура системи. Веб-клієнти. Інструменти колективної роботи. Повідомлення та управління інформаційними потоками. Тенденції розвитку систем керування виробництвом: цифрові платформи, хмарні технології, цифрові двійники підприємства, інтеграція з інтелектуальними системами аналізу даних.

Інтеграція систем керування виробництвом із обладнанням машинобудівних підприємств (CNC-верстати, роботизовані комплекси, гнучкі виробничі системи). Моніторинг технологічних параметрів обробки в реальному часі. Концепція «розумного виробництва» (Smart Manufacturing) у машинобудуванні.

## **Тема 8. Технологічні процеси виготовлення деталей машин**

Загальні принципи технології машинобудування як основи технологічної підготовки виробництва. Поняття технологічного процесу виготовлення деталей машин та його структура: операція, установлення, перехід і технологічний маршрут. Типи виробництва в машинобудуванні (одиничне, серійне, масове) та їх вплив на вибір технологічних рішень, обладнання й рівень автоматизації.

Вибір заготовок для деталей машин. Основні способи отримання заготовок: лиття, кування, штампування, прокат, порошкова металургія та адитивні технології. Вплив способу отримання заготовки на точність, матеріаломісткість і структуру технологічного процесу.

Технологічні бази та базування деталей. Принципи закріплення заготовок і забезпечення стабільності обробки. Припуски на механічну обробку та їх розподіл між операціями. Забезпечення точності виготовлення, взаємозамінності деталей і необхідної якості поверхонь. Джерела похибок обробки та методи їх зменшення.

Механічна обробка різанням як основний метод виготовлення деталей машин. Основні види обробки: точіння, фрезерування, свердління, розточування та шліфування. Технологічні можливості методів обробки та області їх застосування. Різальний інструмент, матеріали інструменту та фактори його зношування. Режими різання і принципи їх вибору з урахуванням продуктивності та якості.

Металорізальні верстати та обладнання машинобудівного виробництва. Універсальні та спеціалізовані верстати, оброблювальні центри та обладнання з числовим програмним керуванням. Технологічне оснащення та пристрої для базування і закріплення деталей.

Автоматизація процесів виготовлення деталей машин. Використання верстатів з ЧПК, роботизованих комплексів і гнучких виробничих систем. САМ-системи як засіб підготовки керуючих програм, моделювання обробки та оптимізації траєкторій інструменту.

Контроль якості виготовлення деталей. Методи вимірювання



геометричних параметрів, інтеграція контролю в технологічний процес, забезпечення стабільності виробництва. Технологічність конструкції деталей і взаємодія конструктора та технолога під час проектування виробів.

Економічні та цифрові аспекти технології машинобудування. Оцінка трудомісткості та ефективності технологічних процесів. Використання цифрових моделей, моніторингу обладнання та елементів цифрового виробництва. Перспективи розвитку технологій виготовлення деталей машин у концепції Smart Manufacturing.

### 3. ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1 Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами для освітніх програм, в яких вивчення дисципліни є обов'язковим

| № з/п  | Назви змістових модулів і тем   | Кількість годин |        |    |     | Кількість годин на виробництві |        |        |  |
|--|---|-----------------|--------|----|-----|--------------------------------|--------|--------|--|
|  |   | (Університет)   |        |    |     |                                |        | В т.ч. |  |
|  |   | Усього          | В т.ч. |    |     | СРС                            | В т.ч. |        |  |
|  |   |                 | Л      | П  | Лаб |                                | П      | СРС    |  |
| <i>Змістовний модуль 1 Методологія проектування технічних комплексів і технологічна підготовка виробництва</i> |   |                 |        |    |     |                                |        |        |  |
| 1  | Тема 1. Загальні положення.   | 22              | 6      | 4  |     | 10                             | 2      |        |  |
| 2  | Тема 2. Системи автоматизованого проектування технологічних процесів  | 30              | 8      | 6  |     | 12                             | 2      | 2      |  |
| 3  | Тема 3. Підходи до рішення технологічних задач  | 18              | 8      |    |     | 10                             |        |        |  |
| 4  | Тема 4. Формати зберігання технологічних процесів у комп'ютері. Методи проектування тп в автоматизованих системах | 34              | 8      | 8  |     | 14                             | 2      | 2      |  |
| <i>Змістовний модуль 2 Інтелектуальні системи проектування та управління життєвим циклом виробів</i>           |   |                 |        |    |     |                                |        |        |  |
| 5  | Тема 5. Автоматизоване проектування ТП складання виробів  | 20              | 8      | 4  |     | 6                              |        | 2      |  |
| 6  | Тема 6. Автоматизоване проектування ТП мовою таблиць рішень та на основі штучного інтелекту                       | 18              | 8      | 2  |     | 6                              |        | 2      |  |
| 7  | Тема 7. Системи керування виробництвом  | 20              | 4      | 2  |     | 10                             | 2      | 2      |  |
| 8  | Тема 8. Технологічні процеси виготовлення деталей машин   | 18              | 4      | 2  |     | 12                             |        |        |  |
| <i>Всього</i>  |   | 180             | 54     | 28 |     | 80                             | 8      | 10     |  |

Тут і далі: Л - лекції, П (С) - практичні (семінарські) заняття, Лаб - лабораторні заняття, СРС - самостійна робота студентів.

## 4. ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### 4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкової

| Види контр. точок                | Тижні |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Всього |
|----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
|                                  | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |        |
| Робота на практичних заняттях    | 2     | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |    | 2  | 2  | 2  | 2  |    |    |    |    | 24     |
| Складання індивідуальних завдань |       |   |   |   |   |   |   |   | 18 |    |    |    |    |    |    |    | 18 | 36     |
| Модульні контрольні роботи       |       |   |   |   |   |   |   |   | 20 |    |    |    |    |    |    |    | 20 | 40     |
| Всього                           |       |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 100    |

### 4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

| Назва контрольної точки                      | Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів   |
|--|---|
| Робота на практичних заняттях                | <p>Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Мах 2 балів</li> <li>• студент вільно володіє відповідним теоретичним матеріалом, відповідає на запитання (1 бали).</li> </ul> <p>Підготовлена практична робота завантажується у вигляді файлу в форматі *.docx, *.pdf, а,бо в обґрунтованому випадку, іншому форматі у відповідному розділі курсу платформи MOODLE.</p> <p>Допускається виправлення незначних помилок в оформленні або розрахунках із завантаженням виправленої роботи наприкінці тижня складання роботи, встановленого у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання», що не знижує максимальну оцінку.</p>  |
| Виконання та захист індивідуального завдання | <p>Індивідуальні завдання виконуються самостійно у зручний для студента час в межах терміну подачі роботи, передбачених у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання» та розміщується у відповідному розділі курсу на платформі MOODLE.</p> <p>Розв'язок кожного завдання завантажується у вигляді файлу формату *.docx, *.pdf, *.jpg.</p> <p>Максимальна кількість балів вказана за кожне окреме завдання та визначається в залежності від обґрунтування ходу розв'язання, рівня формалізації задачі, правильності отриманого розв'язку та аналізу результату, необхідності геометричної інтерпретації. Використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, містить суттєві похибки або не є комплексною, або не відповідає за ustalеним оформленням, термінологією, або іншим вимогам до завдання, то оцінка за виконання знижується.</p> <p>Перевірка індивідуального завдання виконується протягом тижня після завершення терміну подачі роботи. За побажання студента при наявності похибок або виконання індивідуального завдання не в повному обсязі, допускається доопрацювання до передостаннього тижня навчання.</p> |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Модульні контрольні роботи | <p>Модульні контрольні роботи виконуються в MOODLE під час останнього практичного заняття модуля і обмежені часом в 1 год. 25 хв.</p> <p>В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин, допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час, асинхронно. Кількість спроб обмежується 2, однак обмеження по часу виконання МКР залишається.</p> <p>Кожна модульна контрольна робота включає тестові завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю, та розрахункові завдання із внесенням числової відповіді (необхідна точність розрахунків вказані в умові завдання), а також задачі, які передбачають наведення основних етапів розв'язку в прикріпленому студентом файлі формату *.jpg.</p> <p>Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю. При розв'язанні задач оцінюється логіка і обґрунтованість розв'язку, правильність арифметичних розрахунків.</p> |
|----------------------------|---|

#### Додаткові зауваження:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;
- викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

### 4.3 Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

|  | Варіант вивчення як обов'язкової  |
|--|---|
| Форма підсумкового контролю            | Письмовий екзамен за матеріалом семестру  |
| Умови допуску до підсумкового контролю | Не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набрали 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийняттого рівня |
| Порядок визначення підсумкової оцінки  | Підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту:              |




|                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{0 + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$   |
| Порядок проходження екзамену | <p>Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період;</p> <p>До складу завдань екзамену (100 балів) входять: тестові завдання множинного вибору з однією вірною відповіддю (30 балів), та розрахункові завдання із внесенням числової відповіді, необхідна точність розрахунків яких вказані в умові завдання (40 балів), а також задачі, які передбачають наведення основних етапів розв'язку в прикріпленому студентом файлі формату *.jpg (30 балів).</p> <p>На складання екзамену надається 3 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу <a href="http://Polytechnic(metininvest.university)"><u>Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</u></a></p> |

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці.

| Бальна шкала | Рівні | Характеристика   | Традиційні шкали |         |
|--------------|-------|--|------------------|---------|
|              |       |  | Іспит            | Залік   |
| 90-100       | A     | Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом                              | Відмінно         | Залік   |
| 82-89        | B     | Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки | Добре            |         |
| 75-81        | C     | Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки     |                  |         |
| 67-74        | D     | Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки          | Задовільно       |         |
| 60-66        | E     | Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни  |                  |         |
| 35-59        | FX    | Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом   | Незадовільно     | Незалік |
| 0-34         | F     | Результати навчання відсутні або критично низькі   |                  |         |

#### 4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання


– В разі, якщо здобувач освіти засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередньому або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну.

- 
- В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;
  - В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з теорії надійності, технічної діагностики чи обслуговування механічного обладнання (наприклад, Etcetera, MOOCs, Coursera, Udemu або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то
    - 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самосійтно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни;
    - 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;
  - В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

## 5. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

### Базові

1. Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. Pearson, 2021.
2. Groover M. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. 5th ed. Pearson, 2020.
3. Кравець П. *Штучний інтелект та інтелектуальні системи*. Львів: СПОЛОМ, 2020.
4. Рибак А. П. *CAD/CAM/CAE системи у машинобудуванні*. Київ: КПІ, 2020.
5. Литвин В. В. *Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень*. Львів: Львівська політехніка, 2019.

- 
6. Ebeling C. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. 2nd ed. Waveland Press, 2019.
  7. Бойко А. О. *Експлуатація та надійність машин і обладнання*. Київ: Ліра-К, 2018.
  8. Плахотнік В. О. *Системи автоматизованого проектування в машинобудуванні*. Харків: НТУ «ХПІ», 2018.
  9. Буренніков Ю. А. *Системний аналіз і проектування*. Київ: Каравела, 2017.
  10. Костюк В. І. *Теорія надійності технічних систем*. Київ: НТУУ КПІ, 2016.
  11. Кравченко В. І. *Технічна експлуатація машин*. Харків: НТУ «ХПІ», 2016.
  12. INCOSE. *Systems Engineering Handbook*. Wiley, 2015.

#### *Додаткові*

1. Dhaval Kumar A Patel, Bhavesh P Patel and Mehul Kumar A Patel(2015),“A critical review on kinematics of hydraulic excavator backhoe attachment”, International journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol. 4, No. 2, pp. 188-203.
2. Ситник В. Ф. *Системний аналіз*. Київ: КНЕУ, 2015.
3. O'Connor P., Kleyner A. *Practical Reliability Engineering*. Wiley, 2012.
4. Blanchard B., Fabrycky W. *Systems Engineering and Analysis*. Pearson, 2011.
5. Negnevitsky M. *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*. Addison Wesley, 2011.
6. Hammer M., Champy J. *Reengineering the Corporation*. Harper Business, 2009.
7. Zeid I. *CAD/CAM: Theory and Practice*. McGraw-Hill, 2009.
8. Mobley R. K. *Maintenance Engineering Handbook*. McGraw-Hill, 2008.

#### *Web-ресурси*

1. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 01.09.2025).
2. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 01.09.2025).
3. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL:



<https://dspace.mipolytech.education/home>  
(дата звернення: 01.09.2025).

(дата звернення: 01.09.2025).

4. Maintenance Policies : steeluniversity : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/courses/mtn0102-maintenance-policies/>  
(дата звернення: 1.09.2025 р.)
5. Mechanical Assembly and Its Role in Product Development : OpenCourseWare : веб-сайт. URL: <https://ocw.mit.edu/courses/2-875-mechanical-assembly-and-its-role-in-product-development-fall-2004/> (дата звернення: 1.09.2025 р.)
6. Fundamental Skills in Engineering Design : coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/fundamental-skills-in-engineering-design> (дата звернення: 1.09.2025 р.)

## 6. АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

- **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**


- В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

- Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

- Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

- Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

- Використання ШІ не заборонене, разом з тим, воно має здійснюватися відповідально і з урахуванням «живих» політик щодо використання ШІ в Університеті: студент відповідає за повноту, вірогідність інформації, яка була згенерована/знайдена з використанням великих мовних моделей, здатний ідентифікувати у



відповіді, яка частина інформації отримана з використанням технологій ШІ, а що є його власним здобутком/позицією.

- Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

- Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)