

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
До виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни
«Адитивні технології у ливарному виробництві»

Для студентів денної та заочної форм навчання
За спеціальністю G10 Металургія

Затверджено редакційно
видавничою радою університету
Протокол № 2 від 26.06.2025 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2025

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Адитивні технології у ливарному виробництві» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю G10 Металургія / Уклад.: Масалітіна О.В. – Харків: НТУ «ХП», 2025. – 20 с.

Укладач: Масалітіна О. В.

Рецензент: Берлізева Т. В.

Кафедра ливарного виробництва

ВСТУП

Сучасний розвиток технологій вимагає від майбутніх інженерів як глибоких теоретичних знань, так й уміння застосовувати їх на практиці, адаптуватися до інноваційних підходів у виробничих процесах. Одним з таких передових напрямків у металургійній галузі є адитивні технології — методика пошарового створення виробів, яка відкриває нові можливості для проєктування та виготовлення складних форм, підвищення точності та скорочення виробничих витрат.

Методичні вказівки призначені для самостійної роботи студентів та спрямовані на формування розуміння основ адитивних технологій, їх місця та значення у сучасному ливарному виробництві. У процесі вивчення матеріалу учні навчаться проводити інформаційний пошук, аналізувати технічні джерела, узагальнювати отримані відомості та застосовувати їх на практиці.

Мета самостійної роботи студентів — не лише освоїти зміст теми, а й розвинути навички аналітичного мислення, самостійного прийняття рішень та наукового підходу до вирішення інженерних задач. Подані завдання та методичні рекомендації сприяють формуванню у студентів професійних компетенцій, необхідних для успішної діяльності в умовах цифровізації та технологічної трансформації промисловості.

1 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема 1. Виникнення, розвиток і сучасний стан адитивних технологій
Визначення поняття АТ. Історичні передумови розвитку АТ. Вплив розвитку комп'ютерної техніки на розвиток АТ. Застосування АТ. Загальний процес АТ. Переваги АТ. Відмінність АТ від процесів ЧПК. Приклади використання АТ.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою.
2. Провести інформаційний пошук щодо історії виникнення та сучасного стану адитивних технологій.
3. Підготувати коротке повідомлення або презентацію про застосування АТ у сучасному литейному виробництві.
4. Порівняти адитивні технології з традиційними технологіями обробки на верстатах з ЧПК (числовим програмним керуванням).

Вивчити такі питання:

1. Що таке адитивні технології? Визначення та основні терміни.
2. Історичні передумови виникнення та розвитку АТ.
3. Яким чином розвиток комп'ютерної техніки вплинув на формування адитивних процесів?
4. Основні етапи загального процесу виготовлення виробів методом АТ.
5. Основні сфери застосування адитивних технологій.
6. Переваги АТ у порівнянні з традиційними методами виробництва.
7. Відмінності між АТ і процесами з числовим програмним керуванням (ЧПК).
8. Конкретні приклади використання АТ у ливарному виробництві.

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення терміну «адитивні технології».
2. Назвіть ключові події та етапи розвитку АТ.
3. Як розвиток комп'ютерних технологій сприяв становленню АТ?
4. Назвіть основні етапи процесу створення виробу за допомогою АТ.
5. У чому полягає основна відмінність АТ від обробки на верстатах з ЧПК?
6. Які переваги мають адитивні технології у виробництві?
7. Перелічіть приклади застосування АТ у різних галузях промисловості.

8. Які галузі ливарного виробництва вже активно використовують АТ і з якою метою?

Тема 2. Базові поняття, термінологія та класифікація. Термінологія в галузі адитивного виробництва. Види технологій, класифікація ASTM. Технології, засновані на екструзії матеріалу. Основні принципи. Нанесення матеріалу та траєкторії. Технологія FDM від Stratasys. Матеріали. Обмеження технології FDM. Інші системи.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою.
2. Вивчити основні терміни та визначення, пов'язані з адитивним виробництвом.
3. Ознайомитись із класифікацією адитивних технологій за стандартом ASTM.
4. Дослідити принцип дії технології FDM та підготувати короткий опис її застосування.
5. Порівняти FDM з іншими технологіями, заснованими на екструзії матеріалу.

Вивчити такі питання:

1. Базова термінологія в галузі адитивного виробництва.
2. Класифікація адитивних технологій згідно з ASTM International (стандарт F2792).
3. Характеристика технологій, що ґрунтуються на екструзії матеріалу.
4. Основні принципи нанесення матеріалу та побудови траєкторій.
5. Технологія FDM (Fused Deposition Modeling) від компанії Stratasys: суть процесу, обладнання, матеріали.
6. Переваги та обмеження технології FDM.
7. Інші системи екструзійного типу: порівняння та особливості.

Питання для самоперевірки:

1. Що означає термін «адитивне виробництво» та які синоніми вживаються у технічній літературі?
2. Назвіть сім основних класів адитивних технологій за класифікацією ASTM.

3. У чому полягає принцип роботи технологій, заснованих на екструзії матеріалу?
4. Що таке FDM та які компанії є її розробниками?
5. Які матеріали застосовуються в технології FDM?
6. У чому полягають основні обмеження FDM у промисловому використанні?
7. Назвіть інші адитивні технології, що базуються на подібному принципі, та порівняйте їх з FDM.
8. Які переваги має FDM у порівнянні з іншими методами виготовлення прототипів?

Тема 3. Технології розпилення матеріалів та зв'язуючої речовини. Еволюція друку, як процес адитивного виробництва. Матеріали. Основи обробки матеріалів. Комерційні машини. Переваги та недоліки процесу. Особливості процесу нанесення зв'язуючої речовини. Технології з'єднання листових матеріалів. Склеювання та адгезійне склеювання. Процеси утворення з'єднання. Матеріали. Термічне з'єднання. Механічне закріплення. Ультразвукове адитивне виробництво.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою.
2. Вивчити особливості процесу розпилення матеріалів та нанесення зв'язуючих речовин у адитивному виробництві.
3. Ознайомитися з технологіями з'єднання листових матеріалів: види з'єднання, матеріали, обладнання.
4. Підготувати коротке повідомлення або таблицю переваг і недоліків методів, розглянутих у темі.
5. Провести порівняння ультразвукового адитивного виробництва з іншими методами з'єднання.

Вивчити такі питання:

1. Етапи еволюції друку як процесу адитивного виробництва.
2. Основні принципи технологій розпилення матеріалів та зв'язуючої речовини.
3. Які матеріали використовуються в даних технологіях?
4. Основи обробки матеріалів після формування об'єкта.
5. Комерційні машини, що реалізують ці технології.
6. Переваги та недоліки процесів, заснованих на розпиленні матеріалів.

7. Особливості нанесення зв'язуючої речовини: точність, спосіб нанесення, обмеження.
8. Принципи з'єднання листових матеріалів:
 - Склеювання та адгезійне склеювання
 - Термічне з'єднання
 - Механічне закріплення
 - Ультразвукове з'єднання
9. Матеріали, що використовуються в процесах з'єднання.

Питання для самоперевірки:

1. У чому полягає принцип технологій розпилення зв'язуючої речовини?
2. Які переваги і недоліки має даний метод у порівнянні з іншими адитивними процесами?
3. Які матеріали найбільш придатні для використання в технологіях розпилення?
4. Що таке постобробка (післяобробка) у контексті цих технологій?
5. Які комерційні установки реалізують технологію нанесення зв'язуючої речовини?
6. У чому полягає суть процесу склеювання листових матеріалів?
7. Назвіть особливості термічного з'єднання у виробництві.
8. Чим відрізняється механічне закріплення від інших методів з'єднання?
9. Як працює ультразвукове адитивне виробництво, і в яких випадках воно застосовується?
10. У чому полягає адгезійне з'єднання, і які фактори впливають на його ефективність?

Тема 4. Процес фотополімеризації. Основи хімії фотополімерів. Розрахунки параметрів процесів SL. Технології та обладнання векторного сканування. Технології та обладнання фотополімеризації з масками. Технології двофотонної фотополімеризації. Технології спрямованого підведення енергії. Загальний опис процесу осадження матеріалу за допомогою спрямованого підведення енергії. Доставка матеріалів. Параметри процесу. Типові матеріали та мікроструктура. Переваги та недоліки процесу осадження матеріалу за допомогою спрямованого підведення енергії.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацювати теоретичний матеріал щодо хімічних основ фотополімеризації.
2. Вивчити принципи роботи різних типів фотополімеризаційних технологій (SL, маски, двофотонна).
3. Ознайомитися з процесом осадження матеріалів за допомогою спрямованого підведення енергії.
4. Виконати розрахунки базових параметрів процесів стереолітографії (SL).
5. Підготувати схематичне порівняння методів фотополімеризації та осадження матеріалу за допомогою енергії.

Вивчити такі питання:

1. Основи хімії фотополімерів: як відбувається полімеризація під дією світла.
2. Суть процесу фотополімеризації в адитивному виробництві.
3. Розрахунок параметрів процесів SL (stereolithography): потужність лазера, глибина проникнення, швидкість полімеризації.
4. Принцип дії технологій векторного сканування у фотополімеризації.
5. Принцип дії технологій з використанням масок (наприклад, DLP — Digital Light Processing).
6. Що таке двофотонна фотополімеризація: особливості, сфери застосування, точність.
7. Процеси спрямованого підведення енергії: лазерне осадження, спрямоване перенесення енергії.
8. Особливості доставки матеріалу в процесах з енергетичним впливом.
9. Параметри процесу: температура, потужність джерела енергії, тип лазера.
10. Типові матеріали та їх мікроструктура при спрямованому осадженні.
11. Переваги та недоліки процесу осадження за допомогою енергетичного підведення.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке фотополімеризація і як вона застосовується в адитивних технологіях?
2. У чому полягає хімічна суть процесу полімеризації фоточутливих матеріалів?

3. Які параметри важливі для налаштування процесу стереолітографії (SL)?
4. Чим відрізняються технології векторного сканування від маскового методу фотополімеризації?
5. Як працює двофотонна фотополімеризація і де її застосовують?
6. Що таке процес спрямованого підведення енергії у 3D-друці?
7. Які є способи доставки матеріалу до зони обробки в таких процесах?
8. Назвіть типові матеріали, що використовуються для осадження з підведенням енергії.
9. Які переваги має процес осадження зі спрямованим енергетичним впливом?
10. У чому полягають обмеження таких методів у промисловому застосуванні?

Тема 5. Технології порошкового адитивного виробництва. Параметри та моделювання порошкового адитивного виробництва. Оброблення порошку. Варіанти технології та комерційні машини. Переваги та недоліки процесу. Вибір технології адитивного виробництва. Вплив систем адитивного виробництва на технологію виготовлення. Інтелектуальна власність. Проривні інновації. Переваги та недоліки адитивних технологій. Галузі застосування адитивних технологій, недоступні конвенціональним технологіям.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацювати теоретичний матеріал з теми порошкових адитивних технологій.
2. Вивчити варіанти оброблення порошків та особливості їх використання у виробництві.
3. Ознайомитися з видами комерційного обладнання для порошкового 3D-друку.
4. Порівняти переваги й недоліки порошкових технологій з іншими видами адитивного виробництва.
5. Підготувати аналітичну довідку про сфери застосування адитивних технологій, недоступні традиційному виробництву.
6. Розглянути поняття інтелектуальної власності у контексті 3D-друку та проривних інновацій.

Вивчити такі питання:

1. Принципи порошкового адитивного виробництва: основа технології.
2. Які параметри впливають на якість виробів у порошкових процесах (швидкість, температура, діаметр частинок тощо)?
3. Методи оброблення та підготовки порошкових матеріалів до друку.
4. Класифікація технологій порошкового друку: SLS (Selective Laser Sintering), SLM (Selective Laser Melting), EBM (Electron Beam Melting) тощо.
5. Комерційні машини та системи, що реалізують порошкові технології.
6. Переваги та недоліки порошкового адитивного виробництва.
7. Критерії вибору відповідної технології адитивного виробництва залежно від завдань і матеріалів.
8. Вплив систем адитивного виробництва на традиційні технологічні ланцюги.
9. Роль інтелектуальної власності в умовах поширення 3D-друку.
10. Проривні інновації в галузі адитивного виробництва.
11. Галузі застосування адитивних технологій, недоступні для традиційного виробництва (біомедицина, аерокосмічна промисловість, складна геометрія виробів тощо).

Питання для самоперевірки:

1. У чому полягає суть порошкових адитивних технологій?
2. Які основні параметри впливають на ефективність і якість порошкового друку?
3. Які способи підготовки порошку до використання у виробництві?
4. Назвіть приклади технологій порошкового типу та принцип їх роботи.
5. Які виробники пропонують комерційні машини для порошкового друку?
6. Які переваги та недоліки має порошкове адитивне виробництво в порівнянні з іншими технологіями?
7. Як здійснюється вибір технології адитивного виробництва залежно від вимог до продукту?
8. Як впливають адитивні технології на класичні процеси виготовлення виробів?
9. Що таке інтелектуальна власність у контексті 3D-друку і які ризики виникають?

10. Наведіть приклади проривних інновацій у сфері адитивного виробництва.

11. У яких галузях застосування АТ є незамінними через обмеження традиційних технологій?

Тема 6. Постоброблення деталей та надання їм спеціальних властивостей. Видалення матеріалу підтримки. Покращення текстури поверхні. Покращення точності. Естетичні поліпшення. Підготовка до використання як моделі. Підвищення якості за допомогою нетермічних методів. Підвищення якості за допомогою термічних методів. Підготовка моделі та управляючої програми. Підготовка CAD моделей: файл STL. Проблеми з файлами STL. Маніпуляція з файлами STL. Додаткове програмне забезпечення. Формат файлів для адитивного виробництва.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою постоброблення виробів, надрукованих за допомогою АТ.
2. Ознайомитися з термічними та нетермічними методами підвищення якості надрукованих деталей.
3. Вивчити основи роботи з файлами STL: створення, виправлення, оптимізація.
4. Провести аналіз додаткового програмного забезпечення для підготовки моделей до друку.
5. Підготувати короткий звіт або презентацію про типові проблеми STL-файлів і способи їх усунення.

Вивчити такі питання:

1. Основні цілі та методи постоброблення деталей, виготовлених з використанням АТ.
2. Способи видалення підтримуючих структур: механічні, хімічні, термічні.
3. Методи покращення текстури поверхні: шліфування, полірування, обробка ультразвуком, хімічна обробка.
4. Технології підвищення точності готових деталей.
5. Естетичні поліпшення: фарбування, нанесення покриттів, обробка поверхні.
6. Готовність виробу до використання як функціональної моделі або кінцевого продукту.

7. Технології покращення якості за допомогою нетермічних методів (інфрачервоне опромінення, УФ-закріплення, обдування тощо).
8. Методи термічного постоброблення: відпалювання, термообробка, спікання.
9. Підготовка CAD-моделей до друку: правила збереження у форматі STL.
10. Типові проблеми STL-файлів: розриви, незамкнені поверхні, перетини, порожнини.
11. Способи редагування STL-файлів: програмне забезпечення, алгоритми виправлення.
12. Інші формати файлів, що використовуються в адитивному виробництві (AMF, 3MF тощо).

Питання для самоперевірки:

1. Які етапи включає постоброблення виробів після 3D-друку?
2. Як здійснюється видалення підтримуючих структур і які методи для цього існують?
3. Назвіть основні методи покращення поверхні надрукованих виробів.
4. Які заходи дозволяють покращити точність та естетичний вигляд виробу?
5. У яких випадках деталь вважається готовою до використання як модель?
6. Що таке нетермічні методи покращення якості і коли їх доцільно застосовувати?
7. Як відбувається термічна обробка виробів, виготовлених методом АТ?
8. Для чого використовується формат STL у 3D-друці?
9. Які найпоширеніші проблеми виникають із STL-файлами та як їх виправити?
10. Яке програмне забезпечення використовується для підготовки та редагування STL-моделей?
11. Які альтернативні формати файлів використовуються в сучасному адитивному виробництві і в чому їх переваги?

Тема 7. Адитивні технології в ливарному виробництві. Технології лиття металів з використанням синтез-моделей та синтезформ. Лиття полімерів з використанням синтезованих майстермоделей. Технології та машини для синтезу піщаних ливарних форм. Матеріали для порошкового спікання. Методи отримання металевих порошків. Обладнання для адитивного виробництва металевих деталей.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою використання АТ у ливарному виробництві.
2. Вивчити процеси лиття металів і полімерів із використанням синтезованих моделей і форм.
3. Ознайомитись із технологіями створення піщаних ливарних форм за допомогою адитивного виробництва.
4. Дослідити матеріали для порошкового спікання та способи отримання металевих порошків.
5. Підготувати огляд обладнання, що використовується для виготовлення металевих деталей за технологіями АТ.

Вивчити такі питання:

1. Особливості застосування адитивних технологій у ливарному виробництві.
2. Технології лиття металів з використанням синтез-моделей і синтез-форм: принцип, переваги, обмеження.
3. Лиття полімерних виробів із використанням 3D-друкованих майстер-моделей.
4. Технології виготовлення піщаних форм за допомогою 3D-друку: Binder Jetting, лазерне спікання піску.
5. Обладнання для створення ливарних форм і моделей адитивними методами.
6. Матеріали для порошкового спікання: вимоги, типи, властивості.
7. Методи отримання металевих порошків: розпилення, електроліз, механічне подрібнення тощо.
8. Типи обладнання для виготовлення металевих деталей методом АТ: SLM, EBM, DED.
9. Сфери застосування адитивного лиття в сучасній промисловості.

Питання для самоперевірки:

1. У чому переваги використання 3D-друку для виготовлення ливарних форм і моделей?
2. Які види синтез-моделей застосовуються при литті металів?
3. Як відбувається процес виготовлення майстер-моделей для лиття полімерів?
4. Які особливості створення піщаних форм за адитивними технологіями?
5. Які матеріали використовуються для порошкового спікання?
6. Назвіть основні методи отримання металевих порошків і коротко охарактеризуйте кожен.
7. Яке обладнання застосовується для виробництва металевих виробів методом 3D-друку?

8. У чому полягає відмінність між SLM, EBM і DED?
9. Які труднощі можуть виникати при застосуванні АТ у ливарному виробництві?

2 ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Однією з форм самостійної роботи здобувача вищої освіти є виконання домашніх контрольних робіт, передбачених навчальним планом. Ці рекомендації допоможуть студентам заочної форми навчання організувати їх самостійну роботу.

Номер варіанту контрольної роботи відповідає порядковому номеру за списком студентів. Домашня контрольна робота повинна бути зареєстрована та здана на перевірку в установленний термін.

До екзамену допускаються студенти, що мають зараховані та виправлені контрольні роботи, що надаються викладачу на екзамені. Контрольна робота, виконана не за своїм варіантом, не допускається до перевірки.

Якщо робота зарахована, але виконана з помилками, студент повинен розглянути всі зауваження рецензента, усвідомити їх сутність та внести відповідні виправлення, доповнення в текст самої роботи.

Якщо робота не зарахована, студент повинен заново виконати контрольне завдання з врахуванням зауважень і представити роботу на повторну перевірку разом з незарахованою роботою.

Перш ніж розпочати виконання домашньої контрольної роботи необхідно:

- 1) ознайомитись з програмою курсу;
- 2) вивчити навчальний матеріал з відповідних тем, використовуючи конспект лекцій, рекомендовані джерела інформації, інтернет - ресурси;
- 3) скласти конспект матеріалу, винесеного на самостійне вивчення, словник основних понять;
- 4) дати відповіді на питання для самоперевірки;
- 5) вивчити методичні рекомендації щодо виконання контрольної роботи, звернувши увагу на оформлення контрольної роботи.

Загальні вимоги до змісту та оформлення контрольної роботи

Контрольна робота повинна мати таку структуру:

- титульний лист (зразок оформлення наведено в додатку А);
- зміст;

- безпосередньо текст роботи;
- список джерел інформації;
- додатки (за необхідності).

1 Контрольну роботу виконують на аркушах друкарського паперу формату А4 (297 мм х 210 мм). Під час виконання таблиць, ілюстрацій та додатків дозволено використовувати формат А3 (297 мм х 420 мм). Аркуш формату А3 підшивається по стороні 297 мм та складається до формату А4.

На аркушах мають бути залишені береги: лівий, нижній та верхній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм.

2 Аркуші документа нумерують арабськими цифрами, проставляючи їх у правому верхньому кутку аркуша без будь-яких знаків. Нумерація аркушів повинна бути наскрізною для всього документа. На титульному аркуші (ТА), що є першим аркушем документа, номер не ставлять, але зараховують його у загальну нумерацію.

3 Текст документа виконують на одному боці аркуша одним зі способів:
а) за допомогою комп'ютерної техніки – через півтора інтервалу кегль шрифту 14 п., для елементів тексту (таблиць, приміток тощо) допускається шрифт 12 п., рекомендований шрифт – Times New Roman;

б) рукописним – чітким, розбірливим почерком або креслярським 4 шрифтом за ДСТУ 2.304 з висотою літер і цифр не менше 2,5 мм. Щільність запису повинна бути однаковою.

4. Помилки, описки та графічні неточності дозволено виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою

Вимоги щодо оформлення списку джерел інформації

Список джерел інформації – це список цитованих, згадуваних та використовуваних джерел інформації.

Джерелами інформації є: книги, статті, нормативно-технічні документи (НТД), звіти про науково-дослідну роботу, дисертації, техніко-економічні нормативи та норми, преїскуранти, реферати і рецензії, опубліковані у вигляді окремих документів.

У списку джерел бібліографічні описи джерел інформації розташовують у тому порядку, в якому джерела вперше згадуються у тексті. Порядкові номери описів у списку є номерами посилань на них.

Приклад виконання бібліографічного опису джерел інформації наведено у додатку В.

Критерії оцінювання контрольної роботи наведено в додатку В.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Постпроцеси адитивних технологій: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 91 с.
2. Манжілевський, О. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування [Текст] : навч. посіб. / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. - Вінниця : ВНТУ, 2021. - 105 с.
3. Інтегровані генеративні технології: навч. посібник [для студ. вис. навч. закладів]/О. І. Грабченка, Ю. Н. Внуков, Ст. Л. Доброскок [та ін] ; за ред. А. І. Грабченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 416 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

<http://archive.kpi.kharkov.ua/>

<http://repository.kpi.kharkov.ua/>

<http://web.kpi.kharkov.ua/lv/>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра «ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО»

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №
з навчальної дисципліни
«Адитивні технології у ливарному виробництві»

Роботу виконав студент

П.І.Б.

підпис

Група

Варіант

Роботу прийняв викладач

Іванов І.І.

П.І.Б.

підпис

Харків 20__

Критерії оцінювання контрольних робіт

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> - Глибоке знання навчального матеріалу, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі. 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.

64-74	D	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; - вміння вирішувати прості практичні задачі.	Невміння давати аргументовані відповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки; - невміння вирішувати складні практичні задачі.
60-63	E	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі.	Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом.	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі.
1-34	F (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання самостійних робіт
з навчальної дисципліни «Адитивні технології у ливарному виробництві»
для студентів денної та заочної форм навчання
за спеціальністю G10 Металургія

Укладач:
МАСАЛІТІНА Олена Володимирівна

Відповідальний за випуск

проф. Акімов О. В.

Роботу до видання рекомендував

проф. Пономаренко О. І.

В авторській редакції

План 2025 р., поз. 673

Підп. до друку 2025 р. Гарнітура Times New Roman

Видавничий центр НТУ «ХП»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронна версія