



## Інноваційні технології в машинобудуванні

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### • Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Прикладна механіка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс / осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 год / 5 кредитів ЄКТС, 54 годин лекцій, 18 годин практичних робіт, 78 години СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>За розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського <a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>професор, Головка Леонід Федорович</i> <i>leongolovko@gmail.com</i> доцент, <i>Анякін Микола Іванович</i> <i>anyakin@ukr.net</i> Практичні: <i>професор, Головка Леонід Федорович</i> <i>leongolovko@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya">https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya</a></i>

#### • Програма навчальної дисципліни

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

У освітньому компоненті представлені основні новітні технології машинобудування, інноваційні підходи до технологічних процесів виготовлення комплектуючих, складання та підтримки життєдіяльності продуктів машинобудівної галузі. Вивчення дисципліни формує у студента практичні навички командної роботи під час створення виробів та застосування методів системного інжинірингу для вибору

технологічних процесів виготовлення та складання виробу, а також підтримки актуальності або зміни технологічних процесів виготовлення виробів всього життєвого циклу виробу або технологічного процесу.

**Мета курсу:** надати студентам знання щодо ефективного використання новітніх технологічних процесів виготовлення виробів; вільно орієнтуватись в пулі виробників компонентів та вузлів; використовувати сучасні методи проектування технологічних процесів для виготовлення вузлів та компонентів машинобудівної галузі.

**Предмет курсу:** вивчення дисципліни зосереджено на опануванні основних понять та визначень системної інженерії, підтримки, розробки та оновлення бази знань при розробці технологічних процесів нетрадиційних методів обробки, розроблених з метою оптимізації продуктивності та якості технологічних процесів, забезпеченні повторюваності результатів технологічних процесів та ефективної імплементації в існуючі технологічні комплекси.

Вивчення навчальної дисципліни формує у студентів компетентності, передбачені науково-освітньою програмою «*Прикладна механіка*» другого (магістерського) рівня вищої освіти:

**Фахові компетентності:**

ФК 7. Здатність застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування.

**Результати навчання освітнього компонента:**

PH5 Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення

PH6 Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних та соціальних аспектів

PH12 Розробляти плани і програми організації інноваційної діяльності, техніко-економічне обґрунтування інноваційних проектів у професійній діяльності

PH14 Застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування

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

Вивчення даної дисципліни базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти. У свою чергу дисципліна “Інноваційні технології в машинобудуванні” є базою для ОК “Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2. Наукова робота за темою магістерської дисертації”, “Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 3. Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації”, «Науково-дослідна практика» та «Виконання магістерської дисертації».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Підготовка даних для створення виробів по технології “Rapid Prototyping”, “Laser Milling” та інш.

Тема 2. Головні відомості про взаємодію лазерного випромінювання з матеріалом заготовки

Тема 3. Головні відомості про сучасні адитивні технології

Тема 4. Функції мети при моделюванні технологічних процесів нетрадиційних методів обробки матеріалів

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основна література

1. Інтегровані технології обробки матеріалів [Текст]: підручник / Е.С. Геворкян, Л.А. Тимофеева, В.П. Нерубацький, О.М. Мельник. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 238 с. <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/2402/1/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf>
2. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: Підручник / А.І. Грабченко, М.В. Верезуб, Ю.М. Внуков, П.П. Мельничук, Г.М. Виговський / за ред. А.І. Грабченка. Житомир: ЖДТУ, 2011. 507 с. [http://library.kpi.kharkov.ua/files/new\\_postupleniya/roprvt.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/roprvt.pdf)
3. Тарасова Н. В. Промисловість України: тенденції, проблеми, перспективи / Тарасова Н. В., Клименко Л. П., Ємельянов В. М. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – 320 с. <https://lib.chmnu.edu.ua/index.php?m=9&b=52>

##### Додаткова література

1. Ajay, Singh H., Parveen, Almangour B., Handbook of Smart Manufacturing: Forecasting the Future of Industry 4.0, (2023) pp. 1 - 364, DOI: 10.1201/9781003333760
2. Hassan Assalih «3D Reconstruction and Motion Estimation Using Forward Looking Sonar» Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy Heriot-Watt University School of Engineering and Physical Sciences
3. Hamidreza Houshiar «Documentation and mapping with 3D point cloud processing» Dissertation submitted to the Faculty of Mathematics/Computer Science of the University of Würzburg in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor Rerum Naturalium
4. Matthew Berger, Andrea Tagliasacchi, Lee Seversky, Pierre Alliez, Gael Guennebaud, et al.. «A Survey of Surface Reconstruction from Point Clouds». / Computer Graphics Forum, Wiley, 2016, pp.27. ff10.1111/cgf.12802ff. fhal-01348404v2
5. Turner Whitted «An Improved Illumination Model for Shaded Display» / Communications of the ACM Volume 23 June 1980 Number 6
6. Applied Nonlinear Programming 2Nd Edition 2017 by Dr Sanjay Sharma, New Age International (P) Ltd Publishers
7. Mark French, Fundamentals of Optimization, Text book, Springer, 2018 – 249 p.
8. Gas-powder laser cladding with slot nozzles, Zhuk, R., Chen, Z., Anyakin, M., Yao, J. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2020, 108(4), pp. 1163–1171
9. Wenshu Lin, Yang Li, Jinzhuo Wu, Shanshan Zhang and Yuan Meng «Study on Fusion of Terrestrial 3D Laser Point-clouds and Camera Image Data» / International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition Vol. 10, No. 5 (2017), pp. 29-44 <http://dx.doi.org/10.14257/ijcip.2017.10.5.03> ISSN: 2005-4254 IJSIP Copyright © 2017 SERSC
10. Kandasamy J., Rajyalakshmi R.G., Sultan M.T.H, Metal Matrix Composites: Advances in Processing Methods, Machinability Studies and Applications(2023), pp. 1 - 198, DOI: 10.1201/9781003345466
11. Dahotre N.B., Pantawane M.V., Sharma S., Laser-Based Additive Manufacturing: Modeling, Simulation, and Experiments (2022), pp. 1 - 286, DOI: 10.1002/9783527828814 Arvi Kruusing HANDBOOK OF LIQUIDS-ASSISTED LASER ROCESSING/ Arvi Kruusing -Elsevier ISBN–13: 978-0-08-044498-7, p.465
12. Elijah Kannatey-Asibu Principles of laser materials processing /Elijah Kannatey-Asibu - Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 978-0-470-17798-3 (cloth) p.838
13. V.Navrots, A.Graichen, H.Brodin “Industrialisation of 3D printing (additive manufacturing) for gas turbine components repair and manufacturing”/ VGB Power Tech, 12, 2015

14. Asif Ur Rehman , Muhammad Arif Mahmood Keyhole Formation by Laser Drilling in Laser Powder Bed Fusion of Ti6Al4V Biomedical Alloy: Mesoscopic Computational Fluid Dynamics Simulation versus Mathematical Modelling Using Empirical Validation/Nanomaterials 2021, 11, 3284
15. A. Streek, Fundamentals of Energy Conversion and Dissipation in Powder Layers during Laser Micro Sintering/A. Streek, P. Regenfuss, H. Exner// Physics Procedia 41 ( 2013 ) 858 – 869/
16. High-fidelity numerical modelling of cold spatter formation during laser powder bed fusion of 316-l stainless steel M. BAYAT, J. H. HATTEL/ Preprint September 2022 DOI: 10.13140/RG.2.2.28595.50723
17. Thomas Schopphoven, Norbert Pirch, Stefan Mann, at al “Statistical/Numerical Model of the Powder-Gas Jet for Extreme High-Speed Laser Material Deposition” Coatings 2020, 10, 416; doi:10.3390/coatings10040416

• **Навчальний контент**

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В межах вивчення кредитного модуля впродовж семестру заплановано проведення лекційних та практичних занять.

Під час вивчення матеріалу застосовуються такі основні методи колективного та індивідуального активного навчання: проблемно-пошуковий, пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, інтерактивний, практичний та дослідницький під час проведення лекційних та практичних занять, а також метод самостійної роботи. Означені методи використовуються в контексті застосування таких навчальних технологій:

1) особистісно-орієнтовані технології, засновані на активних формах і методах навчання: колективні дискусії, інтерактивне спілкування тощо.

2) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (онлайн-лекції, онлайн-практики під час змішаного або дистанційного навчання).

Навчальний матеріал освітнього компоненту викладається на заняттях згідно табл. 1.

Таблиця 1. Структура викладання освітнього компоненту

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
Тема 1. Підготовка даних для створення виробів по технології “Rapid Prototyping”, “Laser Milling” та інш	16	6	2	8
Тема 2. Головні відомості про взаємодію лазерного випромінювання з матеріалом заготовки	36	14	4	18
Тема 3. Головні відомості про сучасні адитивні технології	64	24	8	32

Тема 4. Методи оптимізації операцій лазерної обробки матеріалів та елементів технологічного устаткування	34	10	4	20
МКР	1			
Екзамен	1			24
Разом	<b>150</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>78</b>

### 5.1 Лекційні заняття

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

#### Тема 1. Підготовка даних для створення виробів по технології “Rapid Prototyping”, “Laser Milling” та інш

**Лекція 1.** Вступ до інноваційних технологій машинобудування. Технологічні революції.

- Визначення інноваційних технологій
- Застосування інновацій в машинобудуванні
- Тенденції розвитку інноваційних технологій

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

**Лекція 2.** Основи технологічного проектування

- Етапи технологічного проектування
- «Зворотне» виготовлення. Методи швидкого 3-х вимірною вимірювання виробів та системи для їх реалізації.

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

**Лекція 3.** Методи обробки «хмари крапок» при описі поверхні деталі

- Методи обробки «хмари крапок» при описі поверхні деталі
- Методи відновлення образів (зворотна задача трасування променів) та їх практичне застосування

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### Тема 2. Головні відомості про взаємодію лазерного випромінювання з матеріалом заготовки

**Лекція 4.** Короткі відомості про взаємодію лазерного випромінювання з речовиною

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzlxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### **Лекція 5.** Технологічні фактори лазерної обробки матеріалів

- Технологічні фактори, що пов'язані з випромінювачами технологічних лазерів
- Технологічні фактори, що пов'язані з оснащенням технологічного процесу

#### **Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzlxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### **Лекція 6** Методи впливу на густину потужності сфокусованого лазерного випромінювання

- Вплив на розподіл густини потужності сфокусованого лазерного випромінювання

#### **Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzlxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### **Лекція 7** Методи впливу на густину енергії сфокусованого лазерного випромінювання

- Сканування сфокусованого лазерного випромінювання по поверхні заготовки.

#### **Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzlxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### **Лекція 8** Гібридні технологічні процеси

- Додаткові джерела енергії в зоні дії сфокусованого лазерного випромінювання

#### **Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzlxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### **Лекція 9** Експериментальні методи визначення режимів операцій лазерної обробки матеріалів

- Активна стратегія моделювання операцій лазерної обробки матеріалів

#### **Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzlxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### **Лекція 10** Моделювання операцій лазерної обробки матеріалів за допомогою розрахункових експериментів

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

- Короткі відомості про метод скінчених елементів та метод скінчених різниць
- Врахування нелінійностей моделей (залежності оптичних та теплофізичних властивостей матеріалу, який обробляється, від температури, врахування фазових перетворень та інш.) при проведенні розрахункових експериментів

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

### Тема 3. Головні відомості про сучасні адитивні технології

**Лекція 11.** Комп'ютерне моделювання та проектування

- Використання CAD/CAM систем
- Моделювання та аналіз деталей
- Створення та оптимізація машинних конструкцій

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 12.** Технології 3D-моделювання у машинобудуванні

- Основи 3D-моделювання
- Програмне забезпечення для 3D-моделювання
- Застосування 3D-моделей у машинобудуванні

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 13** Вплив густини потужності та часу дії лазерного випромінювання на результат його взаємодії з речовиною

- Обробка отворів сфокусованим лазерним випромінюванням. Особливості методів формоутворення отворів.

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 14** Лазерне різання. Моделювання та схеми обробки

- Особливості обробки гострих кромek
- Гідролазерна обробка. Особливості розрахунків системи фокусування випромінювання
- Мікрорізання. Стенти. Загальна технологія виготовлення та розрахунки

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання



Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 15** Лазерне фрезерування та маркування

- Підвищення якості обробки сфокусованим лазерним випромінюванням з модульованою добротністю

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 16** Лазерна обробка надкороткими імпульсами

- Моделювання процесу. Створення на деталі «поверхні лотоса»
- «Різнокольорове» маркування та обробка скла

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 17** Поверхнева лазерна обробка. Моделювання та схеми обробки

- Традиційне лазерне зміцнення
- Лазерна «ударна» обробка.

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 18** Виготовлення виробів по технології селективного лазерного плавлення (сплавлення/спікання порошку шар за шаром)

- Моделювання процесу поглинання випромінювання порошковим матеріалом
- «Відкриті» програмні пакети моделювання технології.

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 19** Лазерне наплавлення та легування. Гібридні технології. Виготовлення штампів та прес-форм за допомогою лазерного різання

- Додаткове магнітне поле та дефекти наплавленого щару

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 20** Виготовлення виробів по технології направлено лазерного вирощування



Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

- Моделювання процесу подачі газопорошкової суміші в зону дії лазерного випромінювання
- Методи вимірювання параметрів газопорошкової суміші

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 21** Лазерне зварювання та паяння. З'єднання багат шарових матеріалів.

- Моделювання процесу
- З'єднання багат шарових металів, полімер-метал та інш.

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 22** Імпульсне лазерне осадження. Рух об'єктів за допомогою сфокусованого лазерного випромінювання

- Моделювання процесу
- Методи вимірювання параметрів газопорошкової суміші

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

#### **Тема 4. Методи оптимізації операцій лазерної обробки матеріалів та елементів технологічного устаткування**

**Лекція 23.** Основні поняття методів оптимізації

- Вступ до чисельної оптимізації
- Функція мети. Формування функції мети при проектуванні операцій лазерної обробки матеріалів

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 24.** Одновимірною оптимізація

- Застосування одновимірної оптимізації для рішення обернених задач теплопровідності

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 25.** Багатовимірною оптимізація без обмежень

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

- Методи, які потребують явного вигляду функції мети

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 26.** Багатовимірна оптимізація з обмеженнями

- Обмеження на простір проектування та функцію мети
- Використання багатовимірної оптимізації для визначення режимів обробки

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

**Лекція 27.** Приклади застосування одно та багатовимірної оптимізації в лазерній технології

- Визначення температури в зоні дії лазерного випромінювання (вирішення оберненої задачі теплопровідності)
- Визначення режимів лазерної обробки в т.ч. пошук оптимального розподілу густини потужності в плямі фокусування та оптимального закону сканування сфокусованого лазерного випромінювання

**Завдання на СРС:** дати відповіді на контрольні запитання

<https://classroom.google.com/c/NTUyMDU0NzIxMDMz?cjc=kdcn7ya>

## 5.2 Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять полягають у закріпленні знань, отриманих на лекційних заняттях.

Тематика практичних занять:

Назва теми заняття
Заняття 1. Технологічні процеси в нетрадиційних методах обробки
Заняття 2. Аналіз можливості впровадження адитивних технологій у виробничі процеси
Заняття 3. Селективне лазерне спікання

Заняття 4. Технології лазерної наплавки
Заняття 5. Процеси фінішної обробки
Заняття 6. Створення плану робіт з впровадження інноваційних технологій
Заняття 7. Детальний план розробки технологічних процесів.
Заняття 8. Показники якості результатів
Заняття 9. Модульна контрольна робота.

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента полягає у підготовці до лекційних і практичних занять, модульної контрольної роботи, а також підготовці до екзамену шляхом опрацювання рекомендованої літератури, підготовці відповідей на контрольні запитання і розв'язуванні задач.

№ з/п	Назви тем для самостійного опрацювання та посилання на навчальну літературу
1.	Метод Монте-Карло <b>Література [1]</b>
2.	Системи контролю якості <b>Література [1]</b>
3.	Лазерний трекінг у виробництві <b>Література [1]</b>
4.	Параметричний підхід до тривимірного моделювання <b>Література [1,2]</b>

## • Політика та контроль

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

#### Правила відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Для студентів, які беруть на себе відповідальність за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опанувати дисципліну у змішаному режимі: ознайомлення з теоретичним матеріалом лекцій і розв'язування практичних завдань – самостійно, за необхідності проведення консультацій викладачем згідно графіку консультацій і відведеного на них часу, у відповідності до педагогічного навантаження викладача.

#### Правила поведінки на заняттях.

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку КПІ ім. Ігоря Сікорського, загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського майна.

Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а в разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів**

Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Порушення термінів виконання певного виду робіт враховується згідно рейтингової системи оцінювання. **Під час дії воєнного стану штрафні бали не нараховуються.**

### **Пропущені контрольні заходи:**

Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня. В разі порушення термінів виконання завдання з неповажних причин, студент не допускається до складання екзамену в основну сесію.

### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", [https://document.kpi.ua/2022\\_НОН-228](https://document.kpi.ua/2022_НОН-228).

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

**Поточний контроль:** експрес-контроль на лекційних заняттях, виконання практичних завдань, модульна контрольна робота.

**Календарний контроль:** проводиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

### **Семестровий контроль.**

В якості контролю знань, опанованих студентами за семестр викладання освітнього компоненту, навчальним планом передбачено складання екзамену, умови допуску до якого та принцип оцінювання викладено в PCO освітнього компоненту.

### **Рейтингова система оцінювання та критерії нарахування вагових балів:**

#### **1. Експрес-контроль на лекційних заняттях**

Оцінюються відповіді на контрольні питання.

Кожне опитування оцінюється в 1 бал. Передбачено 10 контрольних опитувань. Максимальна кількість балів, які можна отримати за опитування складає:  $r_1=1 \times 10=10$  балів.

#### Рейтингові бали за кожне опитування

Бали	Критерій оцінювання
1,0	Вірна відповідь більш, ніж на 95 %
0,8	Вірна відповідь більш, ніж на 80 %
0,6	Вірна відповідь більш, ніж на 60 %
0-0,5	Вірна відповідь менше, ніж на 60 %

## 2. Практичні завдання

Максимальна кількість балів, які можна отримати за виконання всіх практичних завдань (8 завдань) складає:  $r_2=8 \times 4=32$  бали.

#### Рейтингові бали за виконання кожного практичного завдання

Бали	Критерій оцінювання
4,0	Завдання виконано, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
3,6	Завдання виконано з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
3,2	Завдання виконано з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
2,8	Завдання виконано з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
2,4	Завдання виконано із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0	Завдання не виконано, рішення не представлено.

Мінімальна кількість балів за виконання усіх практичних завдань складає не менше 60% від максимальної кількості:  $r_2=32 \cdot 0,6=19,2$  бали.

## 3. Модульна контрольна робота.

Модульний контроль проводиться у вигляді тематичної контрольної. Модульна контрольна робота складається з теоретичних питань.

Максимальна кількість балів, які можна отримати за МКР складає:  $r_3=18$  балів.

#### Рейтингові бали за модульну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
18,0	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
16,2	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
14,4	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
12,6	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
10,8	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Мінімальна кількість балів за МКР складає не менше 60% від максимальної кількості:  $r_3=18 \cdot 0,6=10,8$  балів.

### Штрафні та заохочувальні бали:

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто  $60 \cdot 0,1 = 6$  балів.

### Умови календарного контролю

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

### Критерії екзаменаційного оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі.

### Умови допуску до екзамену.

1. Виконані усі практичні завдання.
2. Стартовий рейтинг  $r_c \geq 36$  балів.

Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту. Екзаменаційний білет складається з трьох завдань: два теоретичні питання і один кейс до аналізу. Правильна відповідь на кожне теоретичне питання оцінюється в 10 балів, за правильне представлення кейсу нараховується 20 балів.

Максимальна кількість балів за екзамен складає 40 балів.

### Рейтингові бали за завдання білету

Бали за теор. питання	Бали за кейс	Критерій оцінювання
10	20	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливе несуттєве зауваження або неточність
9	18	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань.
8	16	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
7	14	Достатня відповідь (не менше 65% інформації), є зауваження, відповідь тільки на частину питань
6	12	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання

0	0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня
---	---	---

**Екзамен в умовах дистанційного навчання проводиться через складання тесту on-line в системі дистанційного навчання Google Classroom.**

Тест складається з 20 питань, які випадковим способом обираються з бази питань. Кожне питання оцінюється в 2 бали.

Максимальна кількість балів, які можна отримати за складання тесту 20x2 б.=40 б. Правильних відповідей на питання може бути більше однієї, що програмно враховано при нарахуванні балів.

Тест зараховується, якщо студент набрав не менше від 60% від максимальної кількості балів, що становить не менше 24 балів.

### **Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни**

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних балів та екзамену:

$$R=r1+r2+r3+r4=R = 10 + 32 + 18 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку:

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 ... 100	Відмінно
85 ... 94	Дуже добре
75 ... 84	Добре
65 ... 74	Задовільно
60 ... 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

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

### **Перелік питань модульної контрольної роботи**

1. Можливості впровадження адитивних технологій у виробничі процеси
2. Аналіз показників якості результатів технологічних процесів
3. Генеративне формоутворення виробів
4. План робіт з впровадження інноваційних технологій
5. Вплив розумних виробничих ліній на ефективність та якість продукції
6. Застосування IoT в підготовці виробництва
7. Лазерний трекінг у виробництві
8. Параметричний підхід до тривимірного моделювання
9. Використання сенсорів та засобів збору даних
10. Робочі процеси лезової обробки інструментами із синтетичних полікристалічних алмазів
11. Етапи технологічного проектування



12. Встановлення взаємозв'язків між параметрами об'єкта дослідження за допомогою кореляційного аналізу
13. Функціонально-вартісний аналіз інженерних рішень.
14. Оновлення техніко-технологічної бази підприємства
15. Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження інновацій
16. Закономірності розвитку машин і технології їх виробництва.
17. Сучасні методи та засоби генерування ідей інноваційних товарів.
18. Теоретичні аспекти прогнозування техніко-економічного рівня машин
19. Методи прогнозування собівартості нових машин.
20. Сутність прогресивної технології розфрезерування отворів.
21. Методи, які застосовуються при обробці виробів з алмазів.
22. В чому сутність процесу комбінованого алмазного шліфування.
23. Призначення високих технологій і перспективи їхнього розвитку.
24. Приклади застосування високих технологій у машинобудівному виробництві України.
25. Приклади застосування інноваційних технологій на машинобудівних підприємствах.

### **Кейси**

1. Призначення високих технологій і перспективи їхнього розвитку.
2. Приклади застосування високих технологій у машинобудівному виробництві України.
3. Приклади застосування інноваційних технологій на машинобудівних підприємствах.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** професором Головка Леонід Федорович  
доцентом Анякіним Миколою Івановичем

**Ухвалено:** кафедрою ЛТФТТ (протокол № 14 від 12.06.2024)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім Є.О.  
Патона (протокол № \_\_\_ від \_\_\_.06.2024)