



ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) (магістр науковий)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Конструювання та дизайн машин
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна) / дистанційна
Рік підготовки, семестр	1 курс
Обсяг дисципліни	4 кредитів ЄКТС, 120 годин, лекції – 36 годин, практичні заняття – 18 годин, 66 СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	За розкладом на сайті університету https://roz.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Парненко В.С. art@artograph.com.ua Практичні заняття: к.т.н., доц. Парненко В.С.
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/Nzc1MzcxOTI0NzE0?cjc=2v6jywzm

Програма навчальної дисципліни

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

Мета дисципліни "Технологічність конструкції виробів машинобудування" полягає в тому, щоб дати студентам знання про технологічні аспекти конструювання виробів машинобудування. Курс охоплює техніки та методи розробки конструкцій виробів з урахуванням їх технологічності, ефективності та вартості виготовлення.

В межах цієї дисципліни будуть вивчатися базові принципи та методи design for X (дизайн для досконалості або DFX) — методології, яка надає рекомендації щодо дизайну для всіх аспектів процесу проектування та виробництва виробів, і яка складається з набору принципів у проектуванні і виробництві та використовує цілісний і системний підхід до дизайну, зосереджуючи увагу на всіх аспектах продукту – від створення концепції до кінцевої доставки.

Серед основних цілей дисципліни можна відзначити:

- знайомство зі способами оптимізації конструкцій виробів з метою покращення їх технологічності та вартості виготовлення;

- ознайомлення з методами розрахунку та проектування елементів машин з урахуванням технологічних обмежень;
- розвиток навичок аналізу технологічності виробів та вміння вибирати оптимальні рішення щодо їх конструювання;
- навчання розумінню взаємозв'язку між конструкцією виробу та його виробництвом;
- формування компетенцій для використання сучасних технологій проектування та моделювання конструкцій виробів.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати основні принципи технологічності конструкцій виробів машинобудування, вміти вибирати оптимальні рішення щодо їх конструювання та мати навички використання сучасних технологій проектування та моделювання конструкцій виробів.

Студенти, які вивчають дисципліну "Технологічність конструкції виробів машинобудування", отримують знання та вміння, необхідні для розробки технологічних та вартісних ефективних конструкцій виробів машинобудування. Серед найважливіших з них можна виділити наступні:

- Розуміння принципів конструювання та проектування елементів машин з урахуванням технологічних обмежень;
- Вміння використовувати сучасні технології проектування та моделювання конструкцій виробів;
- Розвиток навичок аналізу технологічності виробів та вміння вибирати оптимальні рішення щодо їх конструювання;
- Знання про методи та техніки оптимізації конструкцій виробів з метою покращення їх технологічності та вартості виготовлення;
- Розуміння взаємозв'язку між конструкцією виробу та його виробництвом;
- Вміння працювати з різними матеріалами та засобами обробки та з'єднання деталей виробів;
- Навички визначення оптимальних технологічних параметрів виготовлення виробів;

Отримання таких знань та вмінь дозволяє студентам бути ефективними при розробці технологічних та вартісно-ефективних конструкцій виробів машинобудування, що в свою чергу сприяє підвищенню їх конкурентоспроможності на ринку.

Дисципліна "Технологічність конструкції виробів машинобудування" відноситься до вибіркових освітніх компонентів, і вона самостійно не формує компетентностей, проте здатна підсилювати компетентності та результати навчання, які забезпечують нормативні освітні компоненти.

Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:

ЗК1 Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК3 Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК1 Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК6. Здатність використовувати досягнення науки та передових технологій у галузі сучасних технологічних машин і обладнання, процесів їх проектування та виробництва, підвищення їх якості, автоматизації технологічних процесів; застосування комп'ютерних технологій.

Завершитись навчання має наступними програмними результатами:

РН1 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН2 Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Дисципліна «Технологічність конструкції виробів машинобудування» базується на наступних дисциплінах:

- Дослідження, динаміка та надійність обладнання і машин
- Оцінка відповідності продукції машинобудування та системи управління якістю
- Основи інженерії та технології сталого розвитку

У свою чергу дисципліна «Технологічність конструкції виробів машинобудування» може бути корисною для подальшої підготовки з дисциплін:

- Практика
- Виконання магістерської дисертації

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 ПОНЯТТЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

- 1.1 Що таке оцінка технологічності заготовок
- 1.2 Як можна забезпечити технологічність конструкцій заготовок
- 1.3 Вибір матеріалу заготовки
- 1.4 Що таке проектування для технологічності (DFM)?
- 1.5 Історія дизайну для технологічності
- 1.6 Ключові переваги DFM
- 1.7 Хто відповідає DFM?

Розділ 4 ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ПЛАСТМАС І КОМПОЗИТІВ

- 4.1 Деталі з термореактивного пластика. Процеси термореактивного формування
- 4.2 Термопластичні деталі, виготовлені під тиском (Injection-molded thermoplastic parts)
- 4.3 Конструкційно-піноформовані деталі (Structural-foam-molded parts)
- 4.4 Пластмасові деталі процесу ротаційного формування
- 4.5 Видувні пластмасові деталі (Blow molding)
- 4.6 Арміровані пластикові/ композитні (rp/c) частини (Reinforced-plastic/composite (RP/C) parts)
- 4.7 Екструзія пластикових профілів (Plastic profile extrusions)

Розділ 5 ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ДЕТАЛЕЙ З ГУМИ

- 5.1 Процеси
- 5.2 Детальні рекомендації по дизайну

Розділ 6 ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ФОРМОВАНИХ МЕТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

- 6.1 Екструзія металів
- 6.5 Штampuвання металів (Sheet-metal shearing)
- 6.6 Прецезійне штампування
- 6.7 Пружини та дротяні форми
- 6.8 Відцентрове лиття (spun-metal parts)
- 6.9 Холодна осадка (висадка) (Cold heading)
- 6.10 Ударно- або холодно екструдійні деталі (Cold forming)
- 6.11 Ротаційне обтискання (Rolling, rotary-swaged parts)
- 6.12 Згини труб і секцій
- 6.13 Формування холоднокатаного листового металу (Sheet-metal forming)
- 6.14 Обтиск (Roll-Extrusion Bending Swaging)
- 6.15 Виробництво гнутих профілів (Sheet-metal forming)
- 6.16 Деталі порошкової металургії (Powder metallurgy)
- 6.17 Процеси кування (Forging)

- 6.18 Електроформування (Electroformed parts)
- 6.19 Деталі, виготовлені спеціальними методами формування
- 6.20 Електромагнітне формування (emf), інші процеси hvf
- 6.21 Лиття під тиском металу (mim)

Розділ 7 ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛЕЙ

- 7.1 Основні поняття технологічності виробу
- 7.2 Якісний аналіз технологічності
- 7.3 Кількісний аналіз технологічності виробу

Розділ 8 ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ ДОСКОНАЛОСТІ

- 8.1 Проектування для якості
- 8.2 Проектування для надійності
- 8.3 Проектування для зручності обслуговування/ремонтпридатності
- 8.4 Проектування для безпеки
- 8.5 Проектування для навколишнього середовища
- 8.6 Проектування для зручності користувача
- 8.7 Проектування для короткого виходу на ринок
- 8.8 DFX для виробництва малої кількості
- 8.9 Майбутнє DFX

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Основи технології виробництва машин : навчальний посібник / Г. П. Кремнев, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022.

(вільний доступ

<http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/27940/1/Кремнев%20Г.П.%20Основи%20технології%20вироб-ва%20машин%20-%20уч.%20пос.%20С%202022.pdf>)

2. Налобіна О. О., Бундза О. З., Серілко Д. Л., Голотюк М.В. К65 Конструювання вузлів та агрегатів : навч. посібник. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2020. – 331 с.

(вільний доступ <https://ep3.nuwm.edu.ua/17724/1/КОНСТРУЮВАННЯ%20ВУЗЛІВ%20ТА%20АГРЕГАТІВ-2019.pdf>)

3. Болтянська Н. І. Надійність технологічних систем: посібник-практикум / Н.І. Болтянська. – Мелітополь: Люкс, 2019. – 162 с.

(вільний доступ

<http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/9179/1/Надійність%20технологічних%20систем%20%28посі-бни-практикум%29%20Болтянська%20Н.І.%202019.pdf>)

4. Пасько М.М., Показаньева С.Л, ТЕХНОЛОГІЯ. СКОРОЧЕНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ для студентів денного та заочного відділення спеціальності 133 Галузеве машинобудування. 2018

(вільний доступ https://pitbddma.org.ua/wp-content/uploads/2018/02/лекції_технолог.машин..pdf)

Допоміжна література

1. Geoffrey Boothroyd, Peter Dewhurst, Winston A. Knight. Product Design for Manufacture and Assembly. CRC Press. Taylor & Francis Group. 2011, 670 с.
2. Azli Nawawi. Design for manufacture and assembly (DFMA). Introduction to Boothroyd dewhurst software. Department of manufacturing and Industrial engineering faculty of mechanical and manufacturing engineering. Cetakan Pertama (Modul Pembelajaran), 2014, 34 с.
3. Youssef, Helmi A. Machining technology : machine tools and operations / Helmi A. Youssef, Hassan El-Hofy. Taylor & Francis Group. 2008, 633 с.
4. K. G. Swift, J. D. Booker. Process Selection. From design to manufacture. Department of Engineering,

University of Hull, UK, 2003, 316 c.

5. Design for Manufacturability Handbook, 2nd Edition. James G. Bralla. The McGraw-Hill Companies, Inc. 1999
6. Bruno Lotter. Manufacturing Assembly Handbook. Blue Digest on Automation. 1986. 98 c.
7. Mikell P. Groover. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems. Wiley, 2007 – 1022
<https://www.fcusd.org/cms/lib/CA01001934/Centricity/Domain/4529/Fundamentals%20of%20Modern%20Manufacturing%20Materials%20%20Processes%20and%20Systems%20%204th%20Edition.pdf>
8. Product Design using Value Engineering. Department of Mechanical and Industrial Engineering IIT Roorkee. (вільний доступ до відео лекцій <https://youtu.be/QVATa8R1kvg>)
9. Manufacturing Guidelines for Product Design. Department of Mechanical and Industrial Engineering IIT Roorkee. (вільний доступ до відео лекцій <https://youtu.be/udM9CrT38AM>)
10. Design for Quality, Manufacturing and Assembly NPTEL-NOC IITM (National Programme on Technology Enhanced Learning (NPTEL)) (вільний доступ до відео лекцій https://youtube.com/playlist?list=PLYqSpQzTE6M_1kARI-8O0ZJjTwD9bAsRe)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекція 1. Тема 1. Поняття технологічності виробів машинобудування

1.1 Поняття технологічності заготовок

1.3 Вибір матеріалу заготовки

1.4 Що таке проектування для технологічності (DFM)?

1.5 Історія дизайну для технологічності

1.6 Які переваги розробки продукту з DFM?

Технологічність конструкції виробу (ТКВ). Забезпечення технологічності заготовок. Основні показники технологічності конструкцій виробів і властивості, що ними характеризуються. Алгоритм забезпечення технологічності конструкції виробу. Вимоги до матеріалів заготовки. Історія виникнення та розвитку проектування для виробництва (DFM).

Лекція 2. Тема 2. Економіка вибору методів виробництва деталей

2.1 Фактори вартості

2.2 Основні принципи проектування економічного виробництва

2.3 Загальні правила щодо проектування

Пряма праця. Непряма праця. Швидкопусвні інструменти та приладдя. Комунальні послуги. Інвестований капітал. Вплив на вибір матеріалів. Вплив на економічні обсяги виробництва. Вплив на рекомендації щодо конструювання. Вплив на точність розміри.

Практичне заняття 1. Вступне заняття. Ознайомлення з силабусом. Формування команд студентів. Отримання завдань.

Лекція 3. Тема 3. Загальні правила проектування для виливок

6.1 Лиття у вологий пісок (піщано -глинисту форму)

6.2 Лиття в оболонку

6.3 Лиття по піні, що виплавляється (випарний зразок)

6.4 Лиття в постійну форму

Формування у сухому піску. Формування холодним затвердінням. Лиття в оболонку. Лиття по піні, що виплавляється (випарний зразок). Лиття в постійну форму. Проектування та рекомендації. Усадка, лінія розділення форми. Осадка. Міцність виливок, проектування ребер міцності, кутів та заокруглень. Рекомендації щодо проектування товщини стінки. Проектування порожнин та зменшення ваги виливка. Використання сердечників. Рекомендовані допуски.

Лекція 4. Тема 3. Загальні правила проектування для виливок

6.5 Відцентрове лиття

6.6 Лиття в гіпсові форми

6.7 Лиття в керамічні форми

6.8 Лиття по виплавленим моделям (lost-wax process)

6.9 Лиття під тиском

Лиття в постійну форму та рекомендації щодо дизайну. Проектування та рекомендації. Припуски на механічну обробку. Відцентрове лиття - проектні міркування. Лиття в гіпсові форми. Усадка, лінія розділення форми. Осадка. Міцність виливок, проектування ребер міцності, кутів та заокруглень. Рекомендації щодо проектування товщини стінки. Проектування порожнин та зменшення ваги виливка. Використання сердечників. Рекомендовані допуски.

Практичне заняття 2. Проектування виливка. Визначення розрахункової маси виливка. Визначення типу виробництва і групи конструктивно-технологічної складності виливка, опис параметрів, по яким було визначено групу. Обрання способу виготовлення заготовки. Продовження практичного заняття 3. Вибір оптимального варіанта і обґрунтування вибору. Аналіз технологічності деталі з точки зору отримання виливка (використовувати рекомендації, надані в лекціях відповідно до обраного способу лиття).

Лекція 5. Тема 4. Технологічність деталей із пластмас і композитів

4.1 Деталі з термореактивного пластика. Процеси термореактивного формування

Компресійне формування (Compression molding). Трансферне формування (Transfer molding). Вакуумне формування або технологія гарячого вакуумного формування (Vacuum forming). Відповідні термореактивні матеріали. Рекомендації по дизайну.

Лекція 6. Тема 4. Термопластичні деталі, виготовлені під тиском (Injection-molded thermoplastic parts)

4.2 Технологічність термопластичних деталей

Процес термопластичного формування. Рекомендації по дизайну деталей. Конструювання деталей з урахуванням подальшого для складання.

Практичне заняття 3. Проектування деталей з термореактивного пластика. МКР 1 (45 хвилин).

Детальний розгляд чотирьох процесів термореактивного формування та вибір матеріалів. Дизайн деталі із термореактивного пластика для обраного процесу. Проектування товщини стінки, підрізів, ліній розділення прес-форм, призначення радіусів заокруглення на гострі кути. Призначення допустимих відхилень.

Лекція 7. Тема 4. Конструкційно-піноформовані деталі (Structural-foam-molded parts).

4.3 Технологічність конструкційно-піноформованих деталей

4.4 Пластмасові деталі процесу ротаційного формування

Конструкційно-піноформувальні процеси. Лиття під низьким тиском (Low-pressure injection molding). Лиття під високим тиском (High-pressure injection molding). Інжекційне лиття під тиском (RIM) (Reaction injection molding). Характеристики та застосування. Відповідні матеріали. Рекомендації по дизайну.

Лекція 8. Тема 4. Видувні пластмасові деталі (Blow molding)

4.5 Технологічність видувних пластмасових деталей

Процес видування пластмас. Типові характеристики та застосування. Відповідні матеріали. Рекомендації по дизайну.

Практичне заняття 4. Проектування піноформованих деталей.

Детальний розгляд процесів формування деталей. матеріалу. Проектування піноформованої деталі.

Лекція 9. Тема 4. Армовані пластикові/композитні частини (Reinforced-plastic/composite (RP/C) parts)

4.6 Технологічність деталей з армованого пластику

4.7 Екструзія пластикових профілів (Plastic profile extrusions)

Процеси. Типові характеристики та застосування. Загальні проектувальні міркування. Відповідні матеріали. Детальні рекомендації по дизайну. Рекомендації по дизайну. Матеріали для екструзії. Пінопрофільні екструзії. Пультрузії.

Лекція 10. Тема 5. Технологічність деталей з гуми

5.1 Процеси виготовлення деталей з гуми

Типові характеристики та застосування. Економічні обсяги виробництва. Загальні проектувальні міркування. Відповідні матеріали. Детальні рекомендації по дизайну. Допустимі відхилення.

Практичне заняття 5. Проектування деталі для штампування.

Оптимізація використання матеріалу. Визначення розмірів кутів та заокруглень. Вибір допусків на обробку. Проектування ребер міцності. Визначення допусків і відхилень відцентрового лиття.

Лекція 11. Тема 6. Технологічність формованих металевих деталей

6.1 Детальні рекомендації по дизайну холодно екструдійних деталей.

6.1 Прецизійне штампування

6.2 Пружини та дротяні форми

6.3 Холодна осадка (висадка)

Детальні рекомендації по дизайну деталей отриманих методом екструзії. Розмірні фактори. Рекомендовані допуски. Штампування металів, рекомендації щодо використання матеріалу. Проектування кутів та заокруглень. Смуга невикористаного матеріалу. Допуск на обробку. Проектування ребра міцності. Рекомендації щодо малосерійного штампування. Розмірні фактори. Прецизійне штампування. Пружини та дротяні форми. Види пружин. Рекомендації щодо проектування цих елементів. Відцентрове лиття. Допуски і відхилення.

Лекція 12. Тема 6. Технологічність формованих металевих деталей

6.4 Ротаційне обтискання

6.5 Виробництво гнутих профілів

6.6 Деталі порошкової металургії

6.7 Процеси кування

Ротаційне обтискання, рекомендації щодо проектування. Розмірні фактори та допуски. Згини труб і секцій. Розмірні фактори та допуски. Виробництво гнутих профілів, радіуси вигину, довжина деталі. Проектування широких секцій. Симетричні або збалансовані форми. Розмірні фактори та допуски. Деталі порошкової металургії, рекомендації щодо проектування товщини стінки, радіусів та заокруглень. Процеси кування, рекомендації щодо креслень.

Практичне заняття 6. Проектування деталі для порошкової металургії.

Визначення розмірів та допусків деталей для порошкової металургії. Проектування товщини стінки, радіусів та заокруглень.

Лекція 13. Тема 6. Технологічність формованих металевих деталей

6.10 Електроформування

6.11 Деталі, виготовлені спеціальними методами формування

6.12 Електромагнітне формування (EMF), інші процеси HVF

6.13 Лиття під тиском металу (іноді його називають ініціалами MIM)

Рекомендації щодо дизайну деталей, отриманих методом електроформування. Деталі, виготовлені спеціальними методами формування. Витягнуті деталі. Електромагнітне формування (EMF), інші процеси HVF. Рекомендації щодо дизайну та допуски.

Лекція 14. Тема 7. Оцінка технологічності конструкції деталей

7.1 Основні поняття технологічності виробу

7.2 Якісний аналіз технологічності

7.3 Кількісний аналіз технологічності виробу

Практичне заняття 7. МКР 2 (45 хвилин). Проектування деталей для виготовлення спеціальними методами формування (на вибір). Детальний розгляд процесів. Дизайн деталі для обраного спеціального метода формування. Вибір допусків на розміри.

Лекція 15. Тема 8. Дизайн для досконалості. Атрибути якісно спроектованого виробу.

10.1 Проектування для якості

10.2 Проектування для надійності

10.3 Проектування для зручності обслуговування/ремонтпридатності

10.4 Проектування для безпеки

Атрибути якісно спроектованого виробу. Продуктивність: наскільки добре працює продукт. Особливості продукту: скільки вторинних характеристик має продукт, щоб посилити його основну функцію.

Надійність: деякі визначають як якість у часовому вимірі; наскільки продукт зберігає свою якість. Відповідність: наскільки продукт відповідає встановленим для нього специфікаціям або стандартам. Довговічність: як довго виріб служить у використанні. Ремонтопридатність: наскільки легко обслуговувати продукт. Естетичність: наскільки привабливий продукт. Відчувана якість. Наскільки висока, на думку користувачів, якість продукту; тобто репутація якості продукту.

Лекція 16. Тема 10. Дизайн для досконалості. Атрибути якісно спроектованого виробу.

10.5 Проектування для навколишнього середовища

10.6 Проектування для зручності користувача

Безпека: наскільки конструкція знижує ризик для осіб, які з нею контактують. Екологічність тісно пов'язана з безпекою та охоплює три фази: (1) виготовлення, (2) використання та (3) утилізація продукту.

Зручність або ергономічність: наскільки продукт підходить людям і наскільки простий у використанні.

Практичне заняття 8. Аналіз обраного виробу на його якість, надійність, зручність обслуговування, безпеку, ергономічність.

Лекція 17. Тема 10. Дизайн для досконалості. Атрибути якісно спроектованого виробу.

10.7 Проектування для короткого виходу на ринок

10.8 DFX для виробництва малої кількості

10.9 Майбутнє DFX

Короткий час виходу на ринок: наскільки дизайн підходить для виробництва за короткий час. Можливість оновлення: наскільки легко продукт можна модифікувати в майбутньому для включення покращених або додаткових функцій.

Практичне заняття 9. Заключне заняття. Задача практичних робіт.

6. Самостійна робота студента

Для самостійної роботи студента передбачено 66 годин. Самостійна робота студента призначена для опанування навчальної дисципліни, зокрема, підготовка до лекцій та практичних робіт. Підготовка до практичних занять складається з підготовки презентацій, де студент відображає результати виконання завдань з практичних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи та заліку. Також до самостійної роботи відноситься опрацювання додаткових літературних джерел, перегляд відео за темою лекційних і практичних робіт, які надаються на практичних заняттях для розширення знань з лекційного матеріалу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опрацьовуючи навчальний матеріал дисципліни студенти протягом семестру працюють над завданнями, які задаються на практичних заняттях. Виконане завдання оформлюється у вигляді окремої роботи з потрібними розрахунками(якщо необхідно) та кресленнями по кожному практичному заняттю згідно з темою поточного практичного заняття. За бажанням і узгодженням з викладачем, студенти можуть працювати в команді із 2-5 чоловік, а також самостійно. Якщо студенти працюють у команді, всі студенти-учасники команди отримують однакову кількість балів за виконання завдань. Розподілення робіт між учасниками команди відбувається самостійно. Підготовка до заліку є самостійною роботою студента по опрацюванню матеріалів.

Модульна контрольна робота (МКР) складається з двох частин за тематикою розділів дисципліни. Кожну частину МКР студенти виконують самостійно на практичних заняттях.

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Для студентів, які бажають повноцінно засвоїти програму курсу й отримати відмінні результати навчання, бажано 100% відвідування лекційних і практичних занять. Всі завдання, які виконуються на практичних заняттях потрібно виконати та захистити на наступному практичному занятті. Студенти зобов'язані брати

активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання. У разі відсутності у день написання модульної контрольної роботи (МКР) студент може поза межами аудиторних годин написати МКР. Повторне написання МКР не допускається.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів, списування під час контрольних робіт, копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи. 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>.

Політика академічної поведінки і етики

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>.

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

Поточний контроль: практичні роботи, модульна контрольна робота.

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

Семестровий контроль: залік.

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

- 1) Виконання завдань з практичних робіт – 60 балів
- 2) виконання модульної контрольної роботи – 40 балів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 10. На практичних заняттях виконується 6 робіт. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $10 \text{ балів} \times 6 = 60 \text{ балів}$.

Виконане завдання потрібно здати до наступного практичного заняття. Якщо робота здана невчасно, відбувається зниження балів. За затримку здачі завдання на два тижні відбувається зниження на 10% від отриманої оцінки, затримання на більший строк – на 20% від отриманої оцінки.

Критерії оцінювання знань студентів:

№	Оцінка	Кількість балів
1	Завдання не виконано	0
3	Завдання виконано, багато помилок, розрахунки виконані частково або не всі правильно, висновки не зроблені (або зроблені неправильно)	6
2	Завдання виконано, є помилки або неточності в розрахунках, висновки зроблені	6.1 - 9.9

4	Завдання виконано правильно, повністю продемонстровано знання у рамках програми вивчення дисципліни, висновки зроблені абсолютно правильно	10
---	--	----

2. Модульна контрольна робота:

Ваговий модульної контрольної роботи 40 балів Робота розділена на дві частини, відповідно по 20 балів кожна. Модульна контрольна робота проводиться у вигляді тестів. Студенти мають відповісти на запитання, що відносяться до різних тем навчальної дисципліни. Одна модульна робота включає 10 запитань. Ваговий бал за кожну правильну відповідь складає 2 бала. Кожна з відповідей оцінюється окремо, після чого отримані бали підсумовуються.

Максимальна кількість балів за написання однієї модульної контрольної роботи дорівнює:

$$2 \text{ бала} \times 10 \text{ завдань} = 20 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання відповіді на модульній контрольній роботі:

№	Оцінка	Кількість балів
1	відповідь на запитання відсутня	0
2	відповідь на запитання правильна	2

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені. На практичних заняттях студенту задаються завдання, виконання яких є обов'язковими та здача їх без зниження балів передбачена на наступному практичному занятті. Якщо завдання не було здано вчасно, передбачено зниження балів.

Умови календарного контролю

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться відповідно до графіку освітнього процесу. 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.

Семестровий контроль

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Рейтингова шкала дисципліни (RD) складає 100 балів та формується як сума рейтингових балів, отриманих студентом за підготовку презентації та доповіді на практичних заняттях, написання модульної контрольної роботи:

$$RD = 10 \times 6 + 20 \times 2 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання всіх практичних робіт та написання двох модульних контрольних робіт.

Студенти, які набрали 60 балів та бажають підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються.

Залікова контрольна робота оцінюється у 100 балів.

На заліку студенти отримують завдання, яке складається з 20 запитань. Кожне питання оцінюється окремо. Ваговий бал за кожну правильну відповідь складає 5 балів.

Для отримання студентом залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру або на заліковому занятті рейтингових балів переводиться згідно з таблицею:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно

94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою відповідно до Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті <https://osvita.kpi.ua/node/179>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцент, Парненко Валерія Сергіївна

Ухвалено кафедрою конструювання машин НН MMI (протокол №14 від 16.04.2025р.).

Погоджено Методичною комісією НН MMI (протокол №9 від 25.04.2025р.).