



Математичне моделювання та оптимізація технологічних об'єктів та систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій (2024)
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	IV курс, весінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS (120 годин): (36 год. – лекції, 36 год. – лабораторні, СРС – 48 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР, РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: ст.. викл. Козирев Олексій Сергійович, kozyriev.oleksii@lil.kpi.ua Лабораторні: ст.. викл. Козирев Олексій Сергійович, kozyriev.oleksii@lil.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/ Посилання на клас надається студентам на першому занятті

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасна інженерна практика вимагає від фахівця з лазерних та фізико-технічних технологій здатності кількісно описувати технологічні процеси, передбачати їх поведінку та знаходити оптимальні режими роботи. Математичне моделювання є інструментом, що перетворює фізичне розуміння процесу на числовий результат, придатний для інженерних рішень.

Предмет дисципліни: методи побудови математичних моделей технологічних об'єктів та систем, чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь, методи оптимізації технологічних процесів.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей у галузі математичного моделювання, чисельних методів та оптимізації, необхідних для вирішення інженерних задач у сфері лазерних та фізико-технічних технологій.

Загальні компетентності (ЗК)

- | | |
|--------------|---|
| ЗК 01 | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. |
| ЗК 02 | Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. |
| ЗК 03 | Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми. |
| ЗК 04 | Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. |
| ЗК 06 | Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. |
| ЗК 07 | Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. |
| ЗК 09 | Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. |
| ЗК 12 | Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. |
| ЗК 13 | Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. |

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

- | | |
|--------------|---|
| ФК 01 | Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки. |
| ФК 05 | Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин. |
| ФК 07 | Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки. |
| ФК 10 | Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук. |
| ФК 15 | Здатність використовувати знання в галузі фундаментальних наук для вирішення технічних задач зі зварювання та споріднених технологій. |

Програмні результати навчання

- ПРН 01** Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.
- ПРН 08** Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.
- ПРН 09** Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми.
- ПРН 12** Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).
- ПРН 20** Знати і розуміти фізичні, теплові, термомеханічні та фізико-хімічні процеси при зварюванні та споріднених технологіях, причинно-наслідкові зв'язки між характером цих процесів та умовами отримання нерознімних з'єднань або функціональних поверхонь.
- ПРН 28** Знати і розуміти фізичну суть і технологічні можливості базових процесів механічного оброблення, вміти призначати режими за рекомендаціями, визначати можливості оптимізації.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Дисципліна базується на знаннях, отриманих студентом у попередніх курсах: «Вища математика», «Загальна фізика», «Інформатика та програмування» (Python, MATLAB). Отримані компетентності є основою для виконання дипломного проекту та науково-дослідної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Блок 1. Що і навіщо ми моделюємо

Тема 1. Поняття математичної моделі. Класифікація моделей: статичні/динамічні, зосереджені/розподілені, детерміновані/стохастичні. Місце дисципліни в інженерній практиці.

Тема 2. Фізичні сутності та їх математичні образи: матеріальна точка, тверде тіло, суцільне середовище, поле, випромінювання. Баланс як універсальний принцип побудови моделі.

Тема 3. Етапи побудови моделі: концептуалізація, формалізація, ідентифікація параметрів, верифікація, валідація. Типові помилки. Огляд Python (Jupyter) та MATLAB.

Блок 2. Диференціальні рівняння та числові методи

Тема 4. ОДУ першого порядку як мова фізики. Охолодження кави, зарядка RC-кола, розпад ізотопу, зростання популяції — одне рівняння, чотири явища. Фазовий портрет.

Тема 5. Системи ОДУ: механіка (маятник, пружина-маса-демпфер), хімічна кінетика (рівняння Арреніуса як складова системи), хижак-жертва. Стійкість. Жорсткі системи.

Тема 6. Від ОДУ до рДУ: вивід рівняння теплопровідності через баланс потоку на елементарному об'ємі. Аналогія для дифузії та електростатики. Крайові умови 1–3 роду.

Тема 7. Числові методи як дискретизована фізика. МСР: явна та неявна схеми, стійкість, число Куранта. МСО та МСЕ: та сама ідея, довільна геометрія. Огляд COMSOL, OpenFOAM.

Тема 8. МСЕ: триангуляція, базисні функції, матриця жорсткості, збирання глобальної системи. Порівняння МСР і МСЕ на спільній задачі. Коли який метод обирати.

Тема 9. Чисельне диференціювання та інтегрування. Скінченні різниці, похибка апроксимації. Методи трапецій, Сімпсона, Гаусса.

Теми 10–11. Інтерполяція, екстраполяція, апроксимація (2 лекції). Методи Лагранжа, Ньютона, сплайни. Небезпека екстраполяції. Апроксимація МНК, вибір степеня полінома.

Тема 12. Чутливісний аналіз: які параметри моделі найбільше впливають на результат. Локальний та глобальний аналіз. Невизначеність параметрів. Від моделювання до оптимізації.

Блок 3. Методи оптимізації технологічних систем

Тема 13. Постановка задачі оптимізації. Цільова функція, обмеження, область допустимих рішень. Локальний і глобальний мінімум. Класифікація методів.

Тема 14. Однопараметрична оптимізація: метод ділення навпіл, метод золотого перетину, метод парабол.

Тема 15. Безумовна багатовимірна оптимізація: Нелдер-Мід, градієнтний спуск, BFGS. Візуалізація траєкторій на контурному графіку.

Тема 16. Нелінійне програмування з обмеженнями. Умови Куна-Такера. Метод штрафних функцій. SLSQP / fmincon.

Тема 17. Глобальна оптимізація: Монте-Карло, генетичні алгоритми (селекція, схрещування, мутація), PSO.

Теми 18–19. Багатокритеріальна оптимізація і фронт Парето (2 лекції). Поняття домінування. Побудова фронту Парето. Методи згортки критеріїв. Роль інженерного судження.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Численні методи: навч. посібник / за ред. М.Ф. Кравченка. – К.: Вища школа, 2005.
2. Бояршинов М.Г. Математичне моделювання в технічних системах. – Дніпро: НГУ, 2018.
3. Strang G. Computational Science and Engineering. – Wellesley-Cambridge Press, 2007.

Додаткова література:

4. Nocedal J., Wright S. Numerical Optimization. – 2nd ed. – Springer, 2006.
5. Deb K. Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms. – Wiley, 2001.

Інформаційні ресурси:

- ltft.kpi.ua (сайт кафедри ЛТФТ)
- campus.kpi.ua (КАМПУС КПІ)
- [docs.scipy.org](https://docs.scipy.org/doc/scipy/), mathworks.com/help/matlab (документація Python/scipy та MATLAB)
- Google Classroom: [посилання]

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Навчальний матеріал освітнього компоненту викладається на заняттях згідно зі наступною структурою (табл. 1).

Табл. 1. Структура викладання освітнього компоненту

Назви розділів та тем	Усього	У тому числі				
		Лекції	Практ.	Лаб. роботи	МКР	СРС
Блок 1. Що і навіщо ми моделюємо						
Тема 1. Поняття математичної моделі. Класифікація. Місце дисципліни	5	2				3
Тема 2. Фізичні сутності та математичні образи. Баланс як принцип	5	2				3
Тема 3. Етапи побудови моделі. Верифікація, валідація. Огляд Python та MATLAB	4	2				2
Л-1. Інструментальний старт. Балансова модель	8			4		4
Разом за блоком 1	22	6		4		12
Блок 2. Диференціальні рівняння та числові методи						
Тема 4. ОДУ першого порядку. Охолодження кави, RC-коло, розпад, популяція. Фазовий портрет	4	2				2
Тема 5. Системи ОДУ: механіка, хімічна кінетика (Арреніус), хижак-жертва. Жорсткі системи	4	2				2
Тема 6. Від ОДУ до рДУ: вивід рівняння теплопровідності. Крайові умови 1–3 роду	4	2				2
Тема 7. МСР, МСО, МСЕ. Явна/неявна схема, стійкість, число Куранта	4	2				2
Тема 8. МСЕ: триангуляція, матриця жорсткості. Порівняння МСР і МСЕ	4	2				2
Тема 9. Чисельне диференціювання та інтегрування	3	2				1
Теми 10–11. Інтерполяція, екстраполяція, апроксимація (2 лекції)	5	4				1
Тема 12. Чутливісний аналіз. Невизначеність параметрів. Від моделювання до оптимізації	3	2				1

Назви розділів та тем	Усього	У тому числі				
		Лекції	Практ.	Лаб. роботи	МКР	СРС
Л-2. Система ОДУ: реактор. Порівняння методів інтегрування	8			4		4
Л-3. МСР 1D: теплопровідність. Явна та неявна схеми	7			4		3
Л-4. МСР 2D: стаціонарне поле в пластині. Теплова карта	7			4		2
МКР (частина 1): блоки 1–2	4				2	2
Разом за блоком 2	57	18		12	2	20
Блок 3. Методи оптимізації технологічних систем						
Тема 13. Постановка задачі оптимізації. Класифікація методів	3	2				1
Тема 14. Однопараметрична оптимізація: золотий перетин, метод парабол	3	2				1
Тема 15. Безумовна багатовимірна оптимізація: Нелдер-Мід, градієнтний спуск, BFGS	3	2				1
Тема 16. Нелінійне програмування: умови Куна-Такера, SLSQP / fmincon	3	2				1
Тема 17. Глобальна оптимізація: Монте-Карло, генетичні алгоритми, PSO	3	2				1
Теми 18–19. Багатокритеріальна оптимізація і фронт Парето (2 лекції)	5	6				1
Л-5. Безумовна оптимізація. Траєкторії на контурному графіку	7			4		3
Л-6. Нелінійна оптимізація з обмеженнями. Технологічний режим	7			4		3
Л-7. Ідентифікація параметрів моделі	4			2		2
Л-8. Глобальна оптимізація: Монте-Карло + еволюційний метод	7			4		3
Л-9. Комплексна робота: оптимізація власної моделі. Захист	4			2		2
МКР (частина 2): блок 3	4				2	2
Разом за блоком 3	50	16		16	2	16
Всього годин	120	36		36	4	48

Лекційні заняття

№	Тема лекції та завдання на СРС	К-сть годин
1	Поняття математичної моделі. Класифікація: статичні/динамічні, зосереджені/розподілені, детерміновані/стохастичні. Місце дисципліни в інженерній практиці. СРС: порівняти аналітичну та числову моделі одного процесу	2
2	Фізичні сутності та їх математичні образи: матеріальна точка, тверде тіло, суцільне середовище, поле, випромінювання. Баланс як універсальний принцип. СРС: знайти рівняння балансу у своїй спеціальності	2
3	Етапи побудови моделі: концептуалізація, формалізація, ідентифікація, верифікація, валідація. Огляд Python (Jupyter) та MATLAB. СРС: встановити Jupyter, запустити перший скрипт	2
4	ОДУ першого порядку як мова фізики. Охолодження кави, зарядка RC-кола, розпад ізотопу, зростання популяції — одне рівняння, чотири явища. Фазовий портрет. СРС: розв'язати задачу Коші аналітично та методом Ейлера, порівняти	2
5	Системи ОДУ: механіка (маятник, пружина-маса-демпфер), хімічна кінетика (Арреніус як складова системи), хижак-жертва. Стійкість. Жорсткі системи. СРС: дослідити вплив жорсткості на крок інтегрування	2
6	Від ОДУ до рДУ: вивід рівняння теплопровідності через баланс потоку на елементарному об'ємі. Аналогія для дифузії та електростатики. Крайові умови 1–3 роду. СРС: записати аналогічне рівняння для дифузії речовини	2
7	Числові методи як дискретизована фізика. МСР: явна та неявна схеми, стійкість, число Куранта. МСО та МСЕ: та сама ідея, довільна геометрія. Огляд COMSOL, OpenFOAM. СРС: вивести умову стійкості явної різницевої схеми	2
8	МСЕ: триангуляція, базисні функції, матриця жорсткості, збирання глобальної системи. Порівняння МСР і МСЕ на спільній задачі. СРС: ознайомитися з інтерфейсом COMSOL або FreeFEM (демо-версія)	2
9	Чисельне диференціювання: скінченні різниці вперед/назад/центральна, похибка апроксимації. Чисельне інтегрування: прямокутників, трапецій, Сімпсона, Гаусса. СРС: порівняти методи інтегрування на тестовій функції (точний результат відомий)	2
10	Інтерполяція: постановка задачі, методи Лагранжа та Ньютона, сплайни. Небезпека екстраполяції. Практичне застосування до оброблення результатів вимірювань. СРС: побудувати інтерполяційний поліном для таблиці значень	2
11	Апроксимація МНК як узагальнення інтерполяції. Вибір степеня апроксимуючого полінома. Порівняння інтерполяції та апроксимації. СРС: підібрати апроксимуючу функцію до свого набору даних	2

№	Тема лекції та завдання на СРС	К-сть годин
12	Чутливісний аналіз: які параметри моделі найбільше впливають на результат. Локальний (часткові похідні) та глобальний аналіз (метод Морріса). Невизначеність параметрів. Від моделювання до оптимізації. СРС: оцінити вплив похибки одного параметра на результат власної моделі з Л-2	2
13	Постановка задачі оптимізації. Цільова функція, обмеження, область допустимих рішень. Локальний і глобальний мінімум. Класифікація методів оптимізації. СРС: сформулювати задачу оптимізації для конкретного технологічного процесу	2
14	Однопараметрична оптимізація. Метод ділення навпіл. Метод золотого перетину. Метод парабол (квадратична інтерполяція). Критерії зупинки. СРС: реалізувати метод золотого перетину та протестувати на функції $\sin(x)+0.1x$	2
15	Безумовна багатовимірна оптимізація. Метод Нелдера-Міда. Градієнтний спуск та вибір кроку. Квазіньютонівські методи (BFGS). Візуалізація траєкторій на контурному графіку. СРС: порівняти збіжність Нелдера-Міда та градієнтного спуску на функції Розенброка	2
16	Нелінійне програмування з обмеженнями. Умови Куна-Такера — геометричний зміст. Метод штрафних функцій. Метод бар'єрних функцій. SLSQP та fmincon. СРС: розв'язати задачу оптимізації з 2 нерівностями аналітично та програмно	2
17	Глобальна оптимізація. Монте-Карло як інструмент стохастичного пошуку. Генетичні алгоритми: селекція, схрещування, мутація. PSO: роїння частинок. Surrogate-based — коротко. СРС: пояснити чому локальні методи не підходять для многоекстремальної задачі	2
18	Багатокритеріальна оптимізація. Від однокритеріальної до двокритеріальної задачі. Поняття домінування. Побудова фронту Парето. Геометрична інтерпретація. СРС: знайти фронт Парето для двох критеріїв аналітично	2
19	Фронт Парето при 3 і більше критеріях. Методи згортки критеріїв. Роль інженерного судження у виборі точки на фронті. Приклади для ЛТФТ: швидкість різання, якість краю, ЗТВ. Підсумкова лекція / залік. СРС: підготовка до заліку	2

Лабораторні заняття

№	Завдання лабораторної роботи	К-сть годин
Л-1	Інструментальний старт + балансова модель. Перша година: разом відкриваємо Jupyter та MATLAB, перші рядки, перший графік. Далі: складання рівнянь теплового або матеріального балансу для заданого об'єкта, чутливісний аналіз параметрів. Інструменти: Python (numpy, matplotlib) або MATLAB — за вибором студента.	4

№	Завдання лабораторної роботи	К-сть годин
Л-2	Система ОДУ: реактор з екзотермічною реакцією. Моделювання динаміки температури та концентрації реагентів у часі. Порівняння методів: Euler explicit, RK4, solve_ivp / ode45. Аналіз жорсткості системи. Інструменти: Python scipy.integrate.solve_ivp або MATLAB ode45, ode23s.	4
Л-3	МСР 1D: рівняння теплопровідності в стрижні. Стаціонарний розподіл температури з крайовими умовами 1 і 2 роду. Нестационарний прогрів: явна та неявна схеми, перевірка стійкості за числом Куранта. Інструменти: Python numpy.linalg.solve або MATLAB (оператор \).	4
МКР-1	Перша частина МКР: блоки 1–2. Теоретичні питання (2 питання × 5 балів) + розрахункова задача (5 балів). Загальна оцінка 15 балів.	2
Л-4	МСР 2D: стаціонарне температурне поле в пластині. Збирання системи рівнянь для 2D сітки методом скінченних різниць. Розв'язання системи. Візуалізація у вигляді теплової карти. Вплив крайових умов на розподіл поля. Інструменти: Python (numpy, matplotlib imshow/contourf) або MATLAB (mesh, contour).	4
Л-5	Безумовна оптимізація. Мінімізація функції кількох змінних методами Нелдера-Міда та градієнтного спуску. Візуалізація траєкторій методів на контурному графіку цільової функції. Порівняння збіжності. Інструменти: Python scipy.optimize.minimize або MATLAB fminsearch, fminunc.	4
Л-6	Нелінійна оптимізація з обмеженнями. Оптимізація параметрів технологічного режиму (температура, витрата, тиск) при заданих обмеженнях на якість продукту та умови безпеки процесу. Інструменти: Python scipy.optimize.minimize (method='SLSQP') або MATLAB fmincon.	4
Л-7	Ідентифікація параметрів моделі. Є набір експериментальних даних і аналітична або ОДУ-модель процесу — треба підібрати параметри моделі. Постановка як задачі мінімізації нев'язки. Оцінка якості підгонки. Інструменти: Python scipy.optimize.curve_fit, least_squares або MATLAB lsqnonlin, lsqcurvefit.	2
Л-8	Глобальна оптимізація: Монте-Карло + еволюційний метод. Многоекстремальна тестова задача: порівняння локального методу (BFGS), випадкового пошуку МК та генетичного алгоритму або PSO. Аналіз збіжності та обчислювальної вартості. Інструменти: Python differential_evolution або MATLAB ga, particleswarm.	4
Л-9	Комплексна робота. Студент самостійно обирає модель із Л-2, Л-3 або Л-4 і формулює власну задачу оптимізації: ідентифікація параметрів, оптимізація режиму або геометрії. Захист із поясненням постановки задачі, вибору методу та аналізу результату.	2
МКР-2	Друга частина МКР: блок 3. Теоретичні питання (2 питання × 5 балів) + задача оптимізації (5 балів). Загальна оцінка 15 балів.	2

Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (48 год) включає: підготовку до лабораторних робіт та оформлення звітів (орієнтовно 3–4 год на роботу), виконання завдань СРС після кожної лекції, підготовку до обох частин МКР (по 4 год) та підготовку до заліку (12 год).

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Блок 1. Що і навіщо ми моделюємо		
1	Завдання на СРС: Порівняти аналітичну та числову моделі одного процесу. Знайти рівняння балансу у своїй спеціальності. Встановити Jupyter, запустити перший скрипт.	12
Блок 2. Диференціальні рівняння та числові методи		
	Завдання на СРС: Розв'язати задачу Коші аналітично та методом Ейлера, порівняти результати. Дослідити вплив жорсткості на крок інтегрування. Записати аналогічне рівняння для дифузії речовини. Вивести умову стійкості явної різницевої схеми. Ознайомитися з демо-версією COMSOL або FreeFEM. Порівняти методи Сімпсона та Гаусса на тестовій функції. Побудувати інтерполяційний поліном та підібрати апроксимуючу функцію. Сформулювати задачу оптимізації для свого технологічного процесу.	20
Блок 3. Методи оптимізації технологічних систем		
	Завдання на СРС: Реалізувати метод золотого перетину. Порівняти збіжність методів Нелдер-Мід, градієнтний спуск та BFGS на функції Розенброка. Розв'язати задачу з 2 нерівностями аналітично та програмно. Пояснити чому локальні методи не підходять для багатоекстремальних задач. Знайти фронт Парето для двох критеріїв аналітично.	16

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни

Правила відвідування занять

Згідно Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, студенти мають право на вільне відвідування лекційних занять (з дозволу директора інституту) на третьому і наступних курсах у випадку, коли середній бал не менше 4,0 (нормований інтегральний рейтинг студента не менше 80%).

Правила поведінки на заняттях

Активність студентів на лекційних, практичних та лабораторних заняттях всіляко заохочується. Проведення занять базується на засадах доброзичливого партнерства задля досягнення мети вивчення дисципліни. Разом з тим, проведення занять має відповідати Дисциплінарним правилам, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Правила захисту лабораторних робіт

Після представлення готового протоколу лабораторної роботи, який має містити всі необхідні компоненти (тема, ціль роботи, короткі теоретичні відомості, методи та результати вимірювання та обробки результатів, графічні ілюстрації, висновок) студент (або група студентів, якщо таке передбачено) надають пояснення, яким чином було досягнуто ціль роботи і відповідають на додаткові запитання, якщо в них виникне потреба.

Правила захисту індивідуальних завдань

Робочий навчальний план передбачає виконання розрахунково-графічної роботи, завдання на яку індивідуальне для кожного студента. Після представлення оформленої роботи з усіма необхідними розрахунками, РГР оцінюється за критерієм правильності отриманих результатів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні та штрафні бали не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

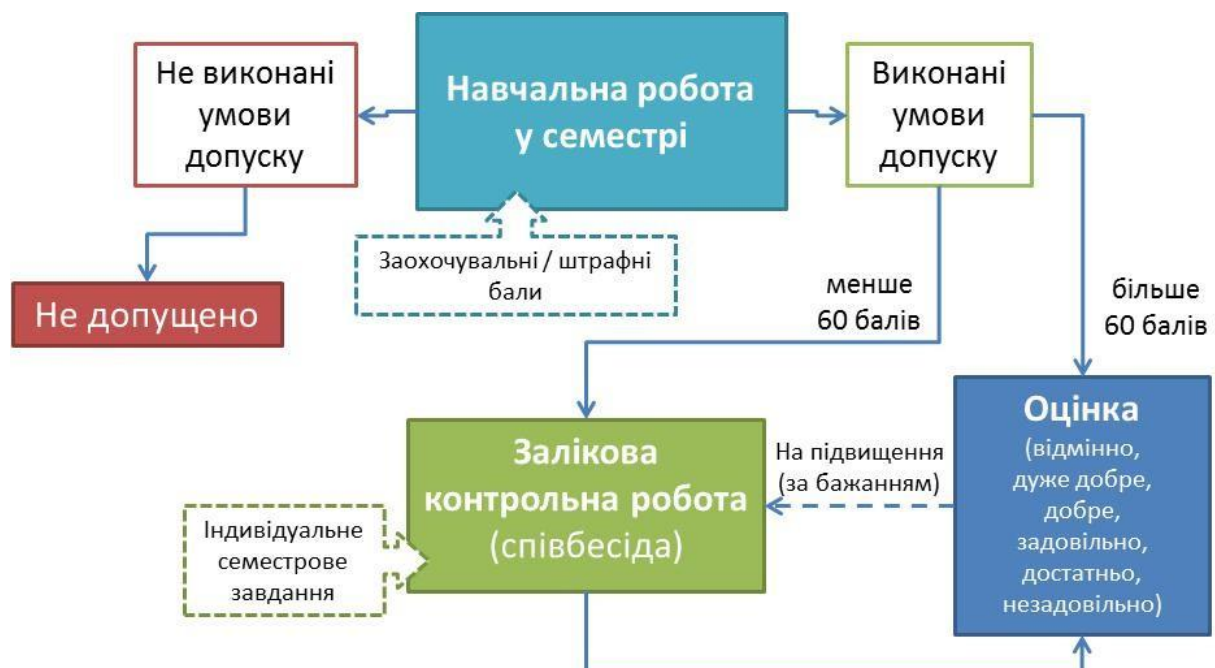
Дана політика регулюється Положенням про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положенням про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського та багатьма іншими документами.

Політика щодо академічної доброчесності

Академічна недоброчесність неприпустима. Система індивідуальних завдань на лабораторні РГР дозволяє максимально уникнути списування, а унікальність завдань дозволяє уникнути плагіату.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Оцінювання результатів навчання відбувається за схемою:



Контрольні заходи:

1. Поточний контроль: виконання та захист лабораторних робіт, МКР, РГР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Таблиця видів контролю та максимальної кількості балів за ними.

Вид контролю	Кількість	Балів за 1	Разом балів
Виконання та захист лабораторних робіт	9	4	36
МКР (2 частини)	2	15	30
РГР	1	34	34
Всього			100

Оцінювання лабораторних робіт:

Критерії	Бали
до виконаної роботи немає зауважень, протокол роботи оформлений правильно і поданий на захист вчасно, надані правильні відповіді під час захисту	4
наявність одного з критеріїв: - є не принципові зауваження до виконаної роботи, - є зауваження до оформлення протоколу роботи, - протокол роботи поданий на захист не вчасно, - надані відповіді з помилками під час захисту	3
наявність двох і більше з критеріїв: - є не принципові зауваження до виконаної роботи, - є зауваження до оформлення протоколу роботи, - протокол роботи поданий на захист не вчасно, - надані відповіді з помилками під час захисту	2
наявність одного або більше з критеріїв: - є принципові зауваження до виконаної роботи (відсутність на самій роботі і робота не відпрацьована в інший час), - відсутній належним чином оформлений протокол роботи, - не дані відповіді (дані неправильні) під час захисту	робота не здана

РГР складається з чотирьох індивідуальних завдань, пов'язаних одне з одним єдиним задумом. В залежності від складності оцінюються від 7 балів (завдання 1) до 9 балів (завдання 2 – 4).

Оцінювання РГР:

Критерії	Бали Завдання 1	Бали Завдань 2-4
завдання вирішене повністю, з використанням вірної методики, відсутні помилки в одиницях вимірювання, отримано правильну відповідь	7	9
наявність одного з критеріїв: - є не принципові зауваження до виконання завдання - присутні технічні помилки, які не вплинули на результат - не повністю наведена методика розв'язання завдання - завдання виконано не вчасно		8
наявність двох з критеріїв: - є не принципові зауваження до виконання завдання - присутні технічні помилки, які не вплинули на результат - не повністю наведена методика розв'язання завдання - завдання виконано не вчасно	6	7
наявність трьох і більше з критеріїв: - є не принципові зауваження до виконання завдання - присутні технічні помилки, які не вплинули на результат - не повністю наведена методика розв'язання завдання - завдання виконано не вчасно	5	6
наявність одного або більше з критеріїв: - є принципові зауваження до виконаних розрахунків (помилки з одиницями вимірювання, грубі математичні помилки тощо) - використання невірної методики призвело до не правильного результату розрахунків - принципові етапи розрахунків не вказано в рішенні	робота не здана	робота не здана

МКР поділена на 2 частини та відбувається у вигляді проходження тестів. Відповіді на запитання тесту, в залежності від складності, оцінюються від 1 до 2 балів. Максимально можлива оцінка за 2 частини МКР – 30 балів.

Календарний контроль проводиться двічі на семестр 7 та 13 тижні навчання. Умовою позитивної оцінки під календарного контролю є наявність у здобувачів балів сумарно більше 50% від максимально можливої на момент проведення контролю.

Умовою допуску до заліку є виконання всіх лабораторних робіт, здані 2 частини МКР, здана РГР.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді співбесіди за темами, з якими здобувач мав проблеми протягом семестру. На співбесіді здобувачу пропонується відповісти на декілька (в залежності від кількості «проблемних» тем) запитань, які раніше зустрічалися на МКР, і які відповідним чином оцінюються. Отримані на співбесіді бали додаються до тих, що були отримані протягом семестру.

Якщо сумарна кількість отриманих таким чином балів менше 60, то залік вважається не зданим (незадовільно). Для перескладання заліку є дві додаткові спроби.

Отриманні слухачем рейтингові бали переводять в університетські оцінки за шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст. викл. Козирев О.С.

Ухвалено кафедрою лазерної техніки та фізико-технічних технологій
(протокол № 3 від 08.10.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона
(протокол № 2/26 від 20.02.2026 р.)