



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

СИНТЕЗ ТА АНАЛІЗ ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ

Шифр та назва спеціальності
G10 – Металургія

Інститут
ННІ Механічної інженерії та транспорту

Спеціалізація
–

Кафедра
Ливарного виробництва (142)

Освітня програма
Металургія

Тип дисципліни
Вибіркова.

Рівень освіти
Третій (доктор філософії)

Форма навчання
Денна

Семестр
3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Пономаренко Ольга Іванівна,

Olha.Ponomarenko@khpi.edu.ua

доктор технічних наук, професор кафедри ливарного виробництва НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 35 років. автор більш ніж 380 науково- та навчально-методичних праць, з них 20 навчально-методичного характеру, 8 методичних посібників з грифом Міністерства України, 1 підручник, 3 монографії та 17 авторських свідоцтв і патентів.

Курси: «Формувальні матеріали і суміші», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Теорія формування відливок», «Аналіз і синтез ливарних систем», «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями», «Конструювання литих виробів та оснащення», «Адитивні технології у ливарному виробництві».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

У курсі лекцій розглядається методика розробки сплавів із заздалегідь заданими властивостями, названа синтезом ливарних сплавів. Курс включає аналіз узагальнених даних за властивостями існуючих сплавів: в першу чергу механічних та технологічних. Основними інструментами узагальнення є періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва, фізико-хімічний аналіз, а також традиційні уявлення про властивості ливарних сплавів. Наводиться наукове обґрунтування вибору легуючих елементів та комплексів для ливарних сплавів, таких як сплавів на основі Al, Mg, Ni, Cu, Au, Ag, Ni, Zn, P) b, Sn, Cr, V, W, Fe.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу – надати майбутнім фахівцям глибоких теоретичних знань та практичних навичок по основним методам розробки сплавів із заздалегідь заданими властивостями.

В результаті вивчення курсу аспірант повинен знати методику розробки сплавів із заздалегідь заданими властивостями:

- вміти чітко сформулювати завдання на сплав;
- здійснити вибір основи сплаву;
- зробити вибір рядів легуючих елементів та визначення шкідливих домішок;
- зробити вибір легуючого комплексу;
- розробити технологію для конкретного сплаву;
- на основі планованого експерименту побудувати математичну модель сплаву та провести його оптимізацію;
- обґрунтувати з економічної точки зору вибраний сплав та технологічний процес його одержання.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, реферат, самостійна робота, консультації.
Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми металургії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК02. Здатність планувати і виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в металургії і дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з металургії та суміжних галузей.

СК03. Здатність самовдосконалюватися, презентувати результати досліджень фахівцям і нефаківцям, читати лекції, вести спеціалізовані навчальні і наукові семінари.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері металургії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК05. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень, а також методи моделювання металургійних процесів та/або обладнання для розв'язання комплексних проблем металургії.

Результати навчання

РН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефаківцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми металургії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях в провідних наукових виданнях.

РН03. Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в металургії.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних обладнання та методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, бази даних та інформаційні системи.



Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 30 год., лабораторні роботи -10 год, самостійна робота –80 год. Курс передбачає підготовку реферату за індивідуальною темою.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Організація науково-дослідної та інноваційної діяльності», «Педагогічно-інформаційні технології у вищій освіті та наукових дослідженнях механічної інженерії», «Прикладне матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів», «Ливарні сплави та технологія плавки», «Ресурсозберігаючі технології в ливарному виробництві», «Печі ливарних цехів».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На заняттях використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій в галузі аналізу та синтезу ливарних сплавів.

Навчальні матеріали доступні аспірантам через OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Вступ. Значення та задачі ОК. Література. Історичні передумови появи потреби по аналізу та синтезу сплавів. Огляд досягнень у сфері металургії і ливарного виробництва за останні роки. Сфера їх застосування.	1
Тема 1. Загальні положення по синтезу сплавів. Основні поняття. Редукція задач аналізу та синтезу сплавів	2
Тема 2. Властивості компонентів сплавів. Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва, як основа систематизації компонентів сплавів. Фізичні та робочі властивості. Поширеність у природі та виробництво. Техніко-економічні характеристики.	3
Тема 3. Фізико-хімічна взаємодія між компонентами у сплавах. Рівновага у сплавах. Форми взаємодії компонентів. Елементи діаграм стану. Метасистеми діаграм стану. Прогнозування діаграм стану.	3
Тема 4. Вибір компонентів сплавів. Вибір основи сплаву. Склад сплаву – діаграма стану – властивість. Ряди легуючих елементів та домішок для сплавів. Вплив легування на технологічні властивості сплавів.	3
Тема 5. Вибір складу сплавів. Монолеговані сплави. Легуючі комплекси. Остаточний вибір складу сплаву.	2
Тема 6. Легування основних технічних сплавів. Легкі сплави. Сплави алюмінію. Сплави магнію. Сплави титану.	3
Тема 7. Легування основних технічних сплавів. Важкі метали. Сплави міді. Сплав золота. Сплави срібла. Сплави нікелю.	3
Тема 8. Легування основних технічних сплавів. Легкоплавкі сплави. Сплави цинку. Сплави свинцю. Сплави олова.	4
Тема 9. Легування основних технічних сплавів. Тугоплавкі метали. Сплави хрому. Сплави молібдену. Сплави вольфраму.	3



Тема 10. Легування основних технічних сплавів. Сплави заліза.	3
Загальна кількість годин	30

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Плавка алюмінієвих сплавів. Мета роботи – вивчити технологічний процес плавки алюмінієвих сплавів, зробити дегазацію металу за допомогою хлористих солей.	2	1
Тема 2. Вплив рафінування та модифікування на властивості алюмінієвих сплавів. Мета роботи - встановити вплив рафінування та модифікування на ливарні властивості алюмінієвого сплаву.	2	1
Тема 3. Вивчення впливу хімічного складу ливарних сплавів на їх механічні властивості. Мета роботи - засвоїти методику випробування на розтягнення, визначити вплив хімічного складу ливарних сплавів на межі міцності, текучості, пластичні властивості, модуль пружності, теоретичну міцність.	2	1
Тема 4. Плавка і модифікування магнієвих сплавів Мета роботи – вивчити технологічний процес плавки з наведенням рафінуючого флюсу ВІЗ і модифікуванням магнієвих сплавів методом перегріву.	3	1
Тема 5. Плавка сплавів на основі міді. Мета роботи – вивчити технологічний процес плавки сплавів на основі міді, перевірити якість і механічні властивості (твердість) сплаву.	3	1
Загальна кількість годин	10	$\sum_{i=1}^n a_i = 5$

Практичні заняття

Практичні заняття в рамках ОК не передбачені.

Контрольні роботи

Контрольні роботи з курсу «Синтез та аналіз ливарних сплавів»	Вагові коефіцієнти b
Модульна контрольна робота № 1	1
1. Які основні положення лежать в основі синтезу сплавів у металургії? 2. Що розуміють під поняттям «синтез сплавів» і які його основні етапи? 3. Які фактори визначають вибір складу сплаву при його синтезі? 4. У чому полягає редукція задач синтезу сплавів і для чого вона застосовується? 5. Як формулюються вихідні умови та обмеження при редукції задач синтезу сплавів? 6. Які приклади практичного використання редукції задач синтезу сплавів у ливарному виробництві? 7. Яке значення має періодична система Д.І. Менделєєва для класифікації та систематизації компонентів сплавів?	



-
8. Які фізичні властивості металів і неметалів найбільш суттєво впливають на їх використання як компонентів сплавів?
 9. Що розуміють під робочими властивостями компонентів сплавів і які приклади можна навести?
 10. Як поширеність хімічних елементів у природі впливає на вибір матеріалів для металургії та ливарного виробництва?
 11. Які методи виробництва основних металів-компонентів сплавів застосовуються у промисловості?
 12. Які техніко-економічні характеристики компонентів сплавів є визначальними при проектуванні їх складу?
 13. Які основні типи фізико-хімічної взаємодії можливі між компонентами у сплавах?
 14. У чому полягає поняття рівноваги у сплавах та як воно визначається?
 15. Які форми взаємодії компонентів у сплавах розрізняють і чим вони відрізняються?
 16. Які основні елементи діаграм стану двокомпонентних сплавів?
 17. Що таке метасистеми діаграм стану та яке їх практичне значення?
 18. Якими методами здійснюється прогнозування діаграм стану для нових сплавів?
 19. Які принципи визначають вибір основи сплаву для конкретного призначення?
 20. Як пов'язані між собою склад сплаву, діаграма стану та властивості матеріалу?
 21. Які ряди легуючих елементів використовуються для отримання сплавів із заданими властивостями?
 22. Яке значення мають домішки в складі сплавів і як вони впливають на їх властивості?
 23. Яким чином легування змінює механічні та фізико-хімічні властивості сплавів?
 24. Як легування впливає на технологічні властивості сплавів (ливарні, зварювальні, оброблюваність тощо)?
-

Модульна контрольна робота № 2

1

1. Які основні критерії враховуються при виборі складу сплавів?
2. Що таке монолеговані сплави та які приклади їх застосування у промисловості?
3. Які переваги й обмеження мають монолеговані сплави порівняно з багатокомпонентними?
4. Що розуміють під поняттям «легуючі комплекси» та яку роль вони відіграють у формуванні властивостей сплавів?
5. Які принципи використовуються для підбору легуючих елементів у складі легуючих комплексів?
6. Які етапи передбачає остаточний вибір складу сплаву для забезпечення заданих експлуатаційних і технологічних властивостей?
7. Які цілі та завдання легування основних технічних сплавів?
8. Які особливості легування легких сплавів порівняно з чорними та важкими металами?
9. Які легуючі елементи найчастіше застосовують в сплавах алюмінію та який їх вплив на властивості?
10. Чим відрізняється легування сплавів магнію та які проблеми виникають при їх використанні?
11. Які легуючі елементи використовуються у сплавах титану та як вони впливають на експлуатаційні властивості?
12. У яких галузях промисловості найбільше застосовують леговані сплави алюмінію, магнію та титану?
13. Які особливості легування сплавів на основі важких металів у порівнянні з



легкими сплавами?

14. Які легуючі елементи застосовують у сплавах міді та який їх вплив на властивості бронз і латуней?

15. З якою метою здійснюють легування сплавів золота та які властивості при цьому змінюються?

16. Як легування впливає на механічні та декоративні властивості сплавів срібла?

17. Які основні напрями легування нікелевих сплавів і як це позначається на їх жаростійкості та корозійній стійкості?

18. У яких галузях застосовуються леговані сплави міді, золота, срібла та нікелю?

19. Які характерні властивості легкоплавких сплавів та їхні основні області застосування?

20. Які легуючі елементи використовуються в сплавах цинку та як вони впливають на їхні механічні й технологічні властивості?

21. Які властивості сплавів свинцю визначають їх придатність у ливарному виробництві та інших галузях?

22. Як змінюються властивості олова при легуванні й які сплави на його основі є найбільш поширеними?

23. Які переваги та обмеження мають легкоплавкі сплави у порівнянні з технічними сплавами на основі алюмінію чи міді?

24. У яких виробках і технологіях найчастіше застосовують сплави цинку, свинцю та олова?

25. Які основні властивості відрізняють тугоплавкі метали від інших технічних металів?

26. Які особливості мають сплави хрому та як вони застосовуються у промисловості?

27. Як легування впливає на властивості молібденових сплавів і які галузі їх використовують?

28. Які основні характеристики сплавів вольфраму та їх роль у високотемпературних процесах?

29. Які труднощі виникають при плавці та обробці сплавів тугоплавких металів?

30. У яких напрямках сучасної техніки найбільш широко використовуються сплави хрому, молібдену та вольфраму?

31. Які цілі та завдання легування сплавів заліза (сталей і чавунів)?

32. Які основні легуючі елементи застосовуються в сплавах заліза та який їхній вплив на властивості?

33. Як легування змінює механічні, фізико-хімічні та технологічні властивості сталей?

Загалом

$$\sum_{i=1}^n b_i = 2$$

Самостійна робота

Курс передбачає підготовку реферату за індивідуальною темою..

Реферат оформлюється у письмовий звіт. Аспірантам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Загальні положення по синтезу сплавів.

3

Вихідні умови та обмеження при редукції задач синтезу сплавів. Приклади практичного використання редукції задач синтезу сплавів у ливарному виробництві?



Тема 2. . Властивості компонентів сплавів. Фізичні властивості металів і неметалів які найбільш суттєво впливають на їх використання як компонентів сплавів. Робочі властивості сплавів. Приклади.	4
Тема 3. Фізико-хімічна взаємодія між компонентами у сплавах. Поняття рівноваги у сплавах. Форми взаємодії компонентів у сплавах. Методи прогнозування діаграм стану для нових сплавів.	5
Тема 4. Вибір компонентів сплавів. Принципи вибору основи сплаву. Вплив легування на технологічні властивості сплавів.	4
Тема 5. Вибір складу сплавів. Основні критерії при виборі складу сплавів. Переваги й обмеження монолегованих сплавів порівняно з багатокомпонентними. Принципи які використовуються для підбору легуючих елементів у складі легуючих комплексів.	4
Тема 6. Легування основних технічних сплавів. Легкі сплави. Особливості легування легких сплавів порівняно з чорними та важкими металами. Легуючі елементи у сплавах алюмінію та який їх вплив на властивості. Легування сплавів магнію. Легуючі елементи у сплавах титану.	4
Тема 7. Легування основних технічних сплавів. Важкі метали. Особливості легування сплавів на основі важких металів у порівнянні з легкими сплавами. Легуючі елементи у сплавах міді та їх вплив на властивості бронз і латуней. Легування сплавів золота та срібла. Напрями легування нікелевих сплавів.	4
Тема 8. Легування основних технічних сплавів. Легкоплавкі сплави. Сплави цинку. Сплави свинцю. Сплави олова. Легуючі елементи у сплавах цинку та їх вплив на механічні й технологічні властивості. Властивості сплавів свинцю та олова. Переваги та обмеження легкоплавкі сплави у порівнянні з технічними сплавами на основі алюмінію чи міді.	4
Тема 9. Легування основних технічних сплавів. Тугоплавкі метали. Особливості які мають сплави хрому . Властивості молібденових сплавів та галузі їх використання. Основні характеристики сплавів вольфраму та їх роль у високотемпературних процесах.	4
Тема 10. Легування основних технічних сплавів. Сплави заліза Цілі та завдання легування сплавів заліза. Основні легуючі елементи у сплавах заліза та їх вплив на властивості.	4
Загальна кількість годин	40

Тематика індивідуальних завдань

Виконання реферату передбачає виконання завдання з використання різних методів синтезу сплавів відповідно до мети навчальної дисципліни. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг реферату звіту: 15–20 сторінок основного тексту. Реферат має бути оформлений відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [8]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Розрахунок складу сплаву за заданими механічними властивостями

Визначення процентного вмісту легуючих елементів для досягнення потрібної міцності, твердості та пластичності. Навести список використаної літератури.



Тема 2. Прогнозування температури плавлення сплаву.

Розрахунок точки плавлення багатокомпонентного сплаву за допомогою правил сумісності компонентів та фазових діаграм. Навести список використаної літератури.

Тема 3. Розрахунок фазового складу сплаву при заданій температурі

Використання фазових діаграм для визначення співвідношення твердих і рідких фаз у сплаві. Навести список використаної літератури.

Тема 4. Оцінка впливу легуючих елементів на корозійну стійкість сплаву

Кількісна оцінка підвищення або зниження стійкості до окислення та корозії при зміні складу. Навести список використаної літератури.

Тема 5. Розрахунок кристалізаційних характеристик сплаву

Визначення швидкості кристалізації, розмірів зерна та температурного інтервалу затвердіння. Навести список використаної літератури.

Тема 6. Синтез спеціальних сплавів для високотемпературних умов

Підбір легуючих елементів для забезпечення термостійкості та збереження механічних властивостей. Навести список використаної літератури.

Тема 7. Розрахунок теплового балансу при плавленні сплаву

Визначення витрат тепла на плавлення, перегрів та нагрів формувальних матеріалів. Навести список використаної літератури.

Тема 8. Моделювання впливу домішок на структуру і властивості сплаву

Аналіз того, як присутність оксидів, сірки або фосфору змінює твердість, крихкість та структуру сплаву. Навести список використаної літератури.

Загальна кількість годин

40

Література та навчальні матеріали

Основна література

- 1.Металургія рідкісних металів: підручник / І.Ф.Червоний, І.В. Пітак, О.І. Пономаренко та інші. – Харків: «Друкарня Мадрид», 2019. – 162с.
2. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Akimov, O., Vasilets, V., Lopes, H. (2025). Study of the Laws of Random Fluctuations in the Parameters of Foundry Processes and the Quality of Castings. In: Machado, J., Trojanowska, J., Ottaviano, E., Xavior, M.A., Valášek, P., Basova, Y. (eds) Innovations in Mechanical Engineering IV. icseng 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-93554-1_36
3. Пантейков С.П. Спеціальна металургія сталей і сплавів. Т.2. Процеси спеціальної металургії: навч. посібник. / С.П. Пантейков, М.А. Кащеев – Кам'янське: ДДТУ. 2022. – 273с.
4. Пантейков С.П. Спеціальна металургія сталей і сплавів. Т.1. Процеси спеціальної металургії: навч. посібник. / С.П. Пантейков, М.А. Кащеев – Кам'янське: ДДТУ. 2021. – 118с.
5. Позапічне оброблення сталі: способи, процеси, технології [Текст] / В.О. Шаповалов, Ф.К. Біктагіров, В.Г. Могилатенко - К.: Хімджест, 2023. – 360с.
6. Треньов М. С. Аналіз способів вводу наночасток в сплави на основі алюмінія. / М.С. Треньов, О.І. Пономаренко, Князев С.А. // Метал та лиття України – 2025. – Том 33. – № 1 (340). – С. 25-31.
DOI: <https://doi.org/10.15407/steelcast2025.01.025>

Додаткова література

7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни " Синтез ливарних сплавів» [Електронний ресурс] : для студентів денної та заочної форми навчання за спец. G10 "Металургія" / уклад.: Пономаренко О. І., Масалітіна О. В, Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2025. – 38 с.
8. Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «" Синтез ливарних сплавів» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності G10 «Металургія» / уклад. Пономаренко О. І. –Х.: НТУ «ХПІ», 2025 – 24 с.



9. Tatiana Lysenko, Kyryll Kreitser, Evgeny Kozishkurt, Vadym Dotsenko, Olga Ponomarenko (2022) New Technology for Producing Castings from Magnesium Alloys with Increased Corrosion Resistance (Новая технология получения отливок из магниевых сплавов с повышенной коррозионной стойкостью). International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2022, June 7–10, 2022, Poznan, Poland – Volume 1: Manufacturing and Materials Engineering. Pages 445-454. Springer, Cham. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85131956683&origin=resultlist&sort=plf-f>

10. Калініна Н. Є. Дослідження процесу модифікування ливарних алюмінієвих сплавів./ Н. Є. Калініна, Т. В. Носова., С. І. Мамчур., Н. І. Цокур, М. О. Комаров. //Вісник ХНАДУ–2021. – Вип.94. – С. 55-58. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2021.94.0.55

11. Структурування гетерофазних сплавів на основі чавунів, легованих міддю: колективна монографія / Д.А. Гусачук, І.О. Парфентьева, М.В. Дмитріюк, Ю.П. Фещук. – Луцьк : ЛНТУ, 2022. – 177 с.

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силabusу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні та лабораторні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з заліком), k_4
0,2	0,4	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

I – оцінка за виконання індивідуального завдання,

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

$Пк$ – оцінка за підсумковий контроль.

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^2 b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($П, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно	FX

(потрібне додаткове ви-



	вчення)	
1-34	Незадовільно (потрібне повторне ви- вчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Аспірант повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2025

Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри
Ольга ПОНОМАРЕНКО

30.06.2025 Дата погодження,
підпис



Гарант ОП
Олег АКІМОВ

