



# Механіка покриттів

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	<i>131-- прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технологічні системи інженерії з'єднань та поверхонь</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весніний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150/5 кредитів ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>згідно rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор Копилов Вячеслав Іванович, kopviacheslav@gmail.com
Розміщення курсу	Аспіранти отримують лекції по електронній пошті або періодично у вигляді конференції з використанням платформи дистанційного навчання

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліну треба вивчати для розуміння досягнень щодо інноваційних процесів і проектів в інженерії поверхні та покриттів, для освоєння сукупності новітніх підходів, методів і способів аналізу фазового складу, структурного і напружено-деформованого стану багатофазових покриттів і поверхневих шарів композиційних матеріалів. Аспірант повинен вміти оцінити пружні, міцнісні характеристики покриттів, їхню тріщиностійкість, що відповідають за експлуатаційні властивості виробів та конструкцій в цілому, призначити матеріали для напilenня та відповідне обладнання для досліджень.

**Метою дисципліни** є формування у аспірантів компетенцій в галузі нових технологій щодо розроблення композиційних матеріалів і виробів шляхом утворення покриттів різного функціонального призначення, отримання базових знань з технологій нанесення і оброблювання покриттів та різноманітних фізико-механічних методів досліджень і випробувань сучасних композицій.

#### **Загальні компетентності (ЗК):**

- ЗК1. Вміння виявляти та вирішувати проблеми.
- ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК4. Здатність розробляти та управляти проектами.

**Фахові компетентності (ФК):**

ФК1. Здатність критичного аналізу, оцінки і синтезу нових та складних ідей в процесі досліджень механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі новітніх знань в галузі механіки та суміжних предметних галузей.

ФК2. Здатність представлення та обговорення результатів своєї наукової роботи, зокрема англійською мовою, в усній та письмовій формі, а також повного розуміння іншомовних наукових текстів за спеціальністю.

ФК3. Здатність генерувати нові ідеї та вміння обґрунтування нових інноваційних проектів та просування їх на ринку.

ФК4. Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей.

ФК5. Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК6. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

**Програмні результати навчання:**

РН1. Знати загальну теорію і методики проведення наукових досліджень та вміння їх практично застосовувати для досліджень об'єктів в галузі механічної інженерії.

РН2. Виконувати науковий пошук і на основі аналізу його результатів визначати шляхи вирішення поставлених задач.

РН3. Знати теорію планування експериментів та методики оцінювання достовірності їх результатів.

РН4. Практичні навички академічного письма англійською мовою і представлення результатів своєї наукової роботи в зарубіжних наукових виданнях та матеріалах конференцій.

РН5. Читати та розуміти іншомовні тексти за спеціальністю та представляти і обговорювати свою наукову роботу іноземною мовою.

РН6. Знати процедури та володіти навичками підготовки проектів наукових досліджень за вітчизняними та міжнародними грантами і конкурсами.

РН7. Навички підготовки матеріалів заявок для захисту прав інтелектуальної власності.

РН8. Навички використання сучасних комп'ютерних засобів та інформаційних технологій у науковій діяльності, зокрема при виконанні експериментальних досліджень.

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

*Перелік попередніх навчальних курсів, які необхідні фахівцю для успішного засвоєння дисципліни:*

- Матеріалознавство та термічна обробка матеріалів; Технологія нанесення покриття; Газотермічна обробка матеріалів; Поверхневі фізико-хімічні процеси; Інженерія покриття; Технологія зміцнення поверхонь; Обладнання для нанесення покриття; Обробка поверхонь з покриттям; Методи планування експерименту в інженерії покриття.

**3. Зміст навчальної дисципліни**

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО МІЦНІСТЬ І РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Тема 1.1. Основні положення механіки деформації і міцності металів і сплавів.

Тема 1.2. Фізичні основи міцності

РОЗДІЛ 2.. СИСТЕМИ МАТЕРІАЛІВ

Тема 2.1. Загальні положення створення різних систем матеріалів

Тема 2.2 Повзучість і тривала міцність матеріалів з покриттями

Тема 2.3 Руйнування матеріалів при втомі

Тема 2.4 Зносостійкість покриттів

Тема 2.5 Тріщиностійкість (в'язкість руйнування) об'ємно - зміцнених сплавів

### РОЗДІЛ 3. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ З БАГАТОФАЗНИМИ ПОКРИТТЯМИ

Тема 3.1. Адгезійно-когезійна міцність плазмових покриттів

Тема 3.2. Основні підходи до дослідження внутрішнього тертя в твердих тілах

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базова

4.1. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. пособие: В 4 т./Под общей ред. Панасюка В.В. – Киев: Наук. Думка, 1988.

4.2. Екобори Такео. Научные основы прочности и разрушения материалов. Пер. с яп.- Киев.: Наукова думка, 1978.- 352 с.

4.3. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. Пер. с английского. – М.: Мир.– 1972. – 408 с.

4.4. Тушинский Л.И, Плохов А.В. Исследование структуры и физико- механических свойств покрытий.- Новосибирск.: Наука, 1986.- 197 с.

4.5. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. Изд. 3-е перераб. и доп. в двух частях. – М: Машиностроение. – 1974.

4. 6. Хасуй А. Техника напыления.- М.: Машиностроение, 1975.- 288 с.

4.7. Аппен А.А. Температуроустойчивые неорганические покрытия.- Л.:Изд.-во "Химия", 1967.- 240 с.

4.8. Кудинов В.В. Плазменные покрытия.- М.: Наука, 1977.- 184 с.

4.9. Максимович Г.Г., Шатинский В.Ф., Копылов В.И. Физико-химические процессы при плазменном напылении и разрушении материалов с покрытиями.- Киев: Наук. думка, 1983.- 264 с.

4.10. Антоненко Д.А Копылов В. И. Трещиностойкость композитных материалов с нанокерамическими составляющими / В. И. Копылов, // Вісник донбаської державної машинобудівної академії.– № 3(28) – 2012.- С. 24–29.

4.11. Копылов В. И. Взаимосвязь между вязкостью разрушения и адгезионнокогезионными характеристиками газотермических покрытий / В. И. Копылов, Д. А. Антоненко // Проблемы техники – № 4 – 2013.- С.145–160.

4.12. Копылов В.И., Смирнов И.В., Селиверстов И.А. Формирование и свойства плазменных многофазных покрытий с наноразмерными составляющими. Монография. – Киев:«Наукова думка», 2019. – 312 с.

4.13. Копылов В. И. Влияние состава и микроструктуры керамических оксидных покрытий на физико-механические свойства композиционных материалов / В. И. Копылов, И. В. Смирнов, С. В. Рыбаков // Проблемы техники. – 2005. – №2. – С. 3 – 19.

4.14. Башта А.В. Механические характеристики прочности приповерхностных слоев конструкционной керамики / А.В. Башта // Вісник НТУ «ХТУ».- 2012.- №48 (954).- С.15-24.

4.15. Копылов В. И. Физико-механические характеристики и внутреннее трение материалов с многофазными плазменными покрытиями / В. И. Копылов, Д. А. Антоненко // Проблемы техники – № 2 – 2014. С. 72–89.

4. 16. Регель В. Р. Кинетическа яприрода прочности твердых тел / В. Р. Регель, А. И. Слуцкер, Э. Е. Томашевский. – М.: Наука, 1974. – 560 с.

4.17. Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение. Пер. с англ.– М: Атомиздат.– 1975.- 472 с.

- 4.18. Крагельский И. В. Основы расчетов на трение и износ. / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов.– М.: Машиностроение, 1977.– 526 с.
4. 19. Черновол М.И. Упрочнение и восстановление деталей машин композиционными покрытиями.-Киев.: Вища школа, 1992.- 79 с.
- 4.20. Зенкин Н.А., Копылов В.И. Повышение эксплуатационных характеристик композиционных материалов путем оптимизации упрочняющих технологий. Монография. – Киев: Голов. спеціаліз. ред. літ. мовами нац. меншин України. – 202.– 272 с.
- 4.21. Бакли Д. Поверхностные явления при адгезии и фрикционном взаимодействии.- М.: Машиностроение, 1986.- 359 с
- 4.22. Авдеев Н.В. Технология и выбор способа материалопокрытия..- Ташкент.: Мехнат, 1990.- 270 с.
- 4.23. Копылов В.І., Смирнов І.В., Антоненко Д.О. Адгезійні властивості і міцність зчеплення газотермічних покриттів Наукові вісті НТУУ «КПІ». -2010.-№1.- 19 с.
- 4.24. Красулин Ю.Л. Структура и разрушение материалов из порошков тугоплавких соединений / Ю.Л. Красулин, С.М. Баринов, В.С. Иванов. - М.: Наука, 1985.- 148с.
- 4.25. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах..– М.: Металлургия. – 1974.– 352 с.
- 4.26. Криштал М. А. Внутреннее трение и структура металлов / М. А. Криштал, Н. С. Головин. – М.: Металлургия, 1976. – 376 с.
- 4.27. Копылов В. И. Влияние плазменных покрытий из порошков с наноразмерными составляющими на внутреннее трение железа / В. И. Копылов, С. Л. Рево, И. В. Смирнов, Е. А. Иваненко, Ф. В. Лозовый, Д. А. Антоненко // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнології. Збірник наукових праць. — 2010. — том.8.— Випуск 1. — С.209-215.
- 4.28. Копылов В. И. Основные особенности формирования многокомпонентных газотермических покрытий, обуславливающие физико-механические свойства композиций при напылении / В. И. Копылов, И. А. Варвус, Б. Г. Стронгин и др. // Физ. - хим. механика материалов. – 1991. – №1. – С. 65 – 70.

#### **Додаткова**

- 4.29. Копылов В.І., Смирнов І.В. Поверхневі фізико-хімічні процеси. Київ: НТУУ «КПІ», 2012.- 285 с.
- 4.30. Ляшенко Б. А. О критериях адгезионно-когезионной равнопрочности и термостойкости защитных покрытий / Б.А. Ляшенко// Проблемы прочности. – 1980. – № 10. – С. 114-116.
- 4.31. Головин Ю.И. Наноиндентирование и механические свойства твердых тел в субмикрообъемах, тонких приповерхностных слоях и пленках. (Обзор) / Физика твердого тела.- 2008.- т.50, вып. 12.- С.-2113-2142.
- 4.32. Долгов А. Н. Метод определения модуля упругости газотермических покрытий. // Порошковая металлургия. – 2004. – №7/8. – С. 110 – 115.
- 4.33. Копылов В. И. Использование критериев разрушения для оценки прочностных свойств газотермических покрытий/ В. И. Копылов, И. В. Смирнов, Н. А. Долгов // Проблемы техники. — 2004. — №4. — С.3-11.
- 4.34. Алехин В.П. Физика прочности и пластичности поверхностных слоев материалов.- М: Изд-во "Наука", 1983.- 280 с.
- 4.35. Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидоренко С.Л., Ардатовская Е.Н. Газотермические покрытия из порошковых материалов. Справочник.- Киев.: Наукова думка, 1987.- 544 с.
- 4.36. Хасуй А., Моригаки О. Наплавка и напыление.- М.: Машиностроение, 1985.- 240 с.

Базовими для вивчення дисципліни є джерела 4.1-4.28, решта – факультативні.  
Зазначені джерела є у вільному доступі у бібліотеці КРІ та інтернеті.  
Наведені джерела повністю відображають зміст вказаних для вивчення тем.

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ.

Найменування розділів, тем  1	Розподіл начального часу				
	Всього 2	Лекц. 3	Прак. 4	Лаб. 5	СРС 6
<b>Семестр 2</b>					
РОЗДІЛ 1. РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО МІЦНІСТЬ І РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ					30
Тема 1.1. Основні положення механіки деформації і міцності металів і сплавів.		8			15
Тема 1.2. Фізичні основи міцності		8			15
РОЗДІЛ 2.. СИСТЕМИ МАТЕРІАЛІВ					50
Тема 2.1. Загальні положення створення різних систем матеріалів		10			10
Тема 2.2 Повзучість і тривала міцність матеріалів з покриттями		6			10
Тема 2.3 Руйнування матеріалів при втомі		4			10
Тема 2.4 Зносостійкість покриттів		4			8
Тема 2.5 Тріщиностійкість (в'язкість руйнування) об'ємно - зміцнених сплавів		4			12
РОЗДІЛ 3. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ З БАГАТОФАЗНИМИ ПОКРИТТЯМИ					14
Тема 3.1. Адгезійно-когезійна міцність плазмових покриттів		4			6
Тема 3.2. Основні підходи до дослідження внутрішнього тертя в твердих тілах		6			8
<b>Всього лекцій</b>		<b>54</b>			
<b>Екзамен</b>		<b>2</b>			
<b>Всього</b>	<b>150</b>	<b>56</b>			<b>94</b>

5.2 ЛЕКЦІЇ.

Семестр 3

Розділ 1. Сучасні уявлення про міцність і руйнування конструкційних матеріалів.

**Тема 1. Основні положення механіки деформації і міцності металів і сплавів.**

**Лекція 1.** Загальні поняття про міцність матеріалів. Комплекс методик досліджень властивостей покриттів і матеріалів з покриттями.

Основна література: [4.1, стор. 16-23; 4.2, стор. 15-18; 4.4, стор. 13-20]

Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.

**Лекція 2.** Елементи механіки деформованого твердого тіла; деякі вихідні поняття.

Основна література: [4.17, стор.7-18, 167-174]

Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.

**Лекція 3.** Теоретична міцність твердих тіл при відриві і зсуві.

Основна література: [4.2, стор.18-26; 4.3, стор.40-41; 17, стор. 189-191]

Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.

**Лекція 4.** Класичні критерії міцності і пластичності ізотропних матеріалів.

Основна література: [4.2, стор. 41-56].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему*

## **Тема 2. Фізичні основи міцності.**

**Лекція 5.** Дефекти в кристалах. Загальні відомості про теорію дислокацій.

Основна література: [4.1, стор. 23-28; 4.2, стор. 57-86; 4.3, стор. 41-63; 4.5, стор. 415-431].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом – 1 год.*

**Лекція 6.** Розмноження дислокацій, механізм роботи джерела Франка-Рида.

Основна література: [4.2, стор. 87-103; 4.3, стор. 47-53].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом – 1 год.*

**Лекція 7.** Чинники, що викликають зниження міцності. Концентратори напруги.

Основна література: [4.1, стор. 69-103; 4.2, стор. 104-107]

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 8.** Енергетичний критерій руйнування Гріффітса. Концепція Ірвіна-Орвана.

Основна література: [4.2, стор. 130-156].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

## **Розділ 2. Системи матеріалів.**

### **Тема 1. Загальні положення створення різних систем матеріалів.**

**Лекція 9.** Характеристика основних факторів, які впливають на властивості системи основа-покриття.

Основна література: [4.9, стор. 146-155].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему*

**Лекція 10.** Утворення і розрахунок залишкової напруги в композиціях.

Основна література: [4.7, стор. 194-207; 4.9, стор. 111-145]

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 11.** Статичні методи визначення характеристик міцності матеріалів з покриттями.

Основна література: [4.4, стор. 21-76; 4.9, стор. 146-167; 4.14, стор. 15-24; 4.20, стор. 118-136].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 12.** Основні методи та параметри дослідження процесів руйнування плазмових покриттів.

Основна література: [4.4, стор. 21-76; 4.6, стор. 25-36; 4.8, стор. 56-73; 4.9, стор. 163-169; 4.10, стор. 24-29; 4.11, стор. 145-160; 4.12, стор. 181-200; 4.13, стор. 3-194; 4.15, стор. 72-89].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 13.** Моделювання процесу розтріскування і відшаровування плазмових покриттів.

Основна література: [4.10, стор. 24-29; 4.11, стор. 145-160; 4.12, стор. 201-214].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

### **Тема 2. Повзучість і тривала міцність матеріалів з покриттями.**

**Лекція 14.** Характер деформації і руйнування матеріалів при повзучості.

Основна література: [4.9, стор. 168-172; 4.17, стор. 400-403].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему*

**Лекція 15.** Кінетична концепція міцності твердих тіл (термофлуктуаційний механізм руйнування).

Основна література: [4.9, стор. 173-178; 4.16, стор. 66-140]

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 16.** В'язкий мікромеханізм руйнування композицій при повзучості.

Основна література: [4.9, стор. 178-189].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему*

### **Тема 3. Руйнування матеріалів при втомі**

**Лекція 17.** Характеристики втоми; цикли напруги. Загальні поняття втоми матеріалів.

Основна література: [4.3, стор. 341-366; 4.9, стор. 156-163].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 18.** Пошкоджуваність при втомі і ініціація тріщин. Кінетика тріщинообразовання і руйнування матеріалів з покриттями при втомі.

Основна література: [4.3, стор. 341-366; 4.9, стор. 156-163; 4.17, стор. 396-400].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом.*

#### **Тема 4. Зносостійкість покриттів.**

**Лекція 19.** Твердість і знос матеріалів покриттів. Види зносу.

Основна література: [4.12, стор. 264-283; 4.18, стор. 271-312; 4.20, стор. 176-220; 4.21, стор. 203-266].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему*

**Лекція 20.** Розробка складу зносостійких покриттів.

Основна література: [4.4, стор. 95-125; 4.19, стор. 28-67].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему*

#### **Тема 5. Тріщиностійкість (в'язкість руйнування) об'ємно зміцнених сплавів.**

**Лекція 21.** Загальні відомості про в'язкість руйнування матеріалів з покриттями

Основна література: [4.4, стор. 134-154; 4.11, стор. 145-160; 4.12, стор. 201-214; 4.24, стор. 56-81].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 22.** Тріщиностійкість конструктивних матеріалів з плазмовими покриттями, що містять наноскладові

Основна література: [4.11, стор. 145-160; 4.12, стор. 207-229].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

### **Розділ 3. Фізико-механічні властивості матеріалів з багатофазними покриттями.**

#### **Тема 1. Адгезійно-когезійна міцність плазмових покриттів.**

**Лекція 23.** Умови формування міцних адгезійних зв'язків покриття з основою

Основна література: [4.9, стор. 79-110; 4.11, стор. 145-160; 4.12, стор. 92-108; 4.23, стор. 6-25].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом.*

**Лекція 24.** Трибологічні властивості плазмових покриттів з нанорозмірними складовими.

Основна література: [4.11, стор. 145-160; 4.12, стор. 264-283; 4.20, стор. 195-201].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

#### **Тема 2. Основні підходи до дослідження внутрішнього тертя в твердих тілах.**

**Лекція 25.** Загальні положення про внутрішнє тертя.

Основна література: [4.9, стор. 190-197; 4.25, стор. 9-56; 4.26, стор. 5-102.....].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 26.** Внутрішнє тертя матеріалів з плазмовими покриттями.

Основна література: [4.9, стор. 197-204; 4.27, стор. 209-215].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

**Лекція 27.** Внутрішнє тертя матеріалів з плазмовими керамічними покриттями, що містять наноскладові.

Основна література: [4.12, стор. 229-257; 4.15, стор. 72-87; 4.27, стор. 209-215; 4.28, стор. 65-70].

*Завдання на СРС: Праця над конспектом. Підготовка реферату на додаткову тему.*

## **5. Самостійна робота студента/аспіранта**

Самостійна робота спрямована на засвоєння лекційного матеріалу, рекомендованої літератури, підготовки до експрес-контролю на лекціях, для самостійної роботи – 94 год.

### **Політика та контроль**

## **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

### **Правила відвідування занять**

Вивчення кредитного модуля відбувається згідно графіку навчального процесу з обов'язковим відвідуванням всіх видів занять. є можливість опанувати кредитний модуль у



змішаному режимі: ознайомлюватись з теоретичним матеріалом лекцій – самостійно, з можливістю проведення консультацій викладачем.

#### **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 НТУУ «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.

#### **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.

**Політика щодо академічної доброчесності** докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

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

#### **Поточний контроль.**

На лекціях студент виконує письмову самостійну роботу у вигляді Експрес тестів - надає відповіді на контрольні питання.

#### **Календарний контроль.**

Календарний контроль не передбачено.

#### **Семестровий контроль.**

В якості контролю знань, опанованих студентами за семестр викладання освітнього компоненту, навчальним планом передбачено складання заліку.

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

Рейтинг студента по дисципліні складається з балів, отриманих їм за:

1. Експрес-контроль на лекції.
2. Відповідь на екзамені.

Система нарахування рейтингових (вагових) балів і критерії оцінювання.

##### 1. Експрес-контроль на лекції.

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів, які можна одержати за позитивні результати експрес-контролю на лекціях (26 занять):  $3 \times 26 = 78$  балів.

##### Штрафні та заохочувальні бали:

1. За несвоєчасне виконання певного виду робіт знімається 20% від максимального балу.
2. Заохочувальні бали нараховуються за розв'язок студентом індивідуальних завдань (за бажанням студента/аспіранта) з дисципліни «+1...5 балів».

#### **Розрахунок шкали (R) рейтингу:**



Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = \sum r_k = 78 \text{ балів}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює — 22 балів

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає  $R = R_C + R_{зал} = 100$  балів

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менший 60% від  $R_C$  тобто 46 балів.

Семестровий контроль: екзамен.

Максимальна кількість балів за правильні відповіді на екзамені – 24.

На заліку студенти/аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три питання. Кожне питання оцінюється у 8 балів,

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) 7–8 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) 6 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) 5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь 0 балів.

Сума стартових балів і балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Таблиця для переведення рейтингової оцінки по навчальній дисципліні.

<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

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В умовах **on-line** лекційні заняття проводяться з використанням платформи дистанційного навчання

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

**Складено:** д.т.н., професор Копилов Вячеслав Іванович

**Ухвалено** кафедрою \_\_\_\_\_ (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.