



# Міцність та руйнування елементів конструкцій

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий) рівень
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Динаміка і міцність машин
Статус дисципліни	Обов'язкова дисципліна
Форма навчання	очна(денна)/заочна
Рік підготовки, семестр	5 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	36 год. — лекцій, 18 год. — практичних, 66 год. — самостійна робота
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доц., д.т.н., Долгов Микола Анатолійович, <a href="mailto:mykoladnk+kpi@gmail.com">mykoladnk+kpi@gmail.com</a> Практичні: доц., д.т.н., Долгов Микола Анатолійович, <a href="mailto:mykoladnk+kpi@gmail.com">mykoladnk+kpi@gmail.com</a>
Профіль викладача	
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс в Google classroom:

### Програма навчальної дисципліни

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

##### **Мета дисципліни.**

Мета навчальної дисципліни «Міцність та руйнування елементів конструкцій» полягає у застосуванні багатьох теоретичних знань, що одержані раніше з механіки матеріалів для вирішення конкретних практичних задач. Дисципліна базується на знаннях, які одержані студентом під час вивчення математики, фізики, матеріалознавства, теоретичної механіки, механіки матеріалів і конструкцій, теорії пружності, теорії пластичності та повзучості, тривалої міцності та інших дисциплін.

Поряд з лекціями передбачається проведення практичних занять, що охоплюють всі основні розділи курсу. Вирішальне значення має самостійна робота студентів, яка включає в себе вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури, оволодіння теоретичними основами і методикою науково-практичних

досліджень міцності і руйнування елементів конструкцій та використання результатів експерименту в дослідженні міцності і механізмів руйнування.

### **Предмет дисципліни.**

Навчальна дисципліна «Міцність та руйнування елементів конструкцій» вивчає міцність як одну із фундаментальних властивостей матеріалів та процеси, які виникають під час руйнування елементів конструкцій.

Під час навчання з дисципліни «Міцність та руйнування елементів конструкцій» застосовуються: метод проблемно-орієнтованого навчання; стратегія активного навчання, за якою зв'язок педагога з студентами здійснюється за допомогою опитувань, самостійних, контрольних робіт, тестів тощо; особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), парна робота (think-pair-share), метод мозкового штурму, тощо); евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення).

### **Програмні результати навчання:**

#### *Програмні компетентності*

- ЗК1. Вміння виявляти та вирішувати проблеми.
- ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК5. Здатність розробляти та управляти проектами.
- ФК7. Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук

#### *Програмні результати навчання*

- РН1. Знати загальну теорію і методики проведення наукових досліджень та вміти їх практично застосовувати для досліджень об'єктів в галузі механічної інженерії.
- РН9. Вміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
- РН10. Знати методологію наукових досліджень у предметній області та сучасних методів планування та постановки експериментів.

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

Дисципліна «Міцність та руйнування елементів конструкцій» має міждисциплінарний характер. За структурно-логічною схемою програми підготовки доктора філософії дисципліна «Міцність та руйнування елементів конструкцій» тісно пов'язана з дисциплінами загальної та професійної підготовки: «Загальна фізика», «Матеріалознавство», «Механіка матеріалів і

конструкцій», «Теоретична механіка», «Технологія конструкційних матеріалів» та інші вибіркові дисципліни.

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Міцність та руйнування елементів конструкцій» можна використовувати у подальшому під час опанування навчальних дисциплін з вибіркового дисциплін освітньої програми «Динаміка і міцність машин».

### 3. Зміст навчальної дисципліни

*Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.*

№ з/п	Тема
	<b>Розділ 1. Фізичні основи міцності</b>
1.	Основні поняття щодо кристалічної будови металів
2.	Теоретична та реальна міцність кристалічних тіл
3.	Теорія дефектів кристалевої ґратки
4.	Точкові дефекти
5.	Лінійні дефекти - дислокації
6.	Механізми розмноження дислокацій
7.	Плоскі дефекти
8.	Механічні властивості металів
9.	Руйнування металів
	<b>Розділ 2. Міцність та руйнування шаруватих елементів конструкцій</b>
10.	Адгезія та адгезійна міцність
11.	Напруження у міжфазному шарі та їх релаксація
12.	Руйнування та довговічність адгезійних з'єднань
13.	Міцність та руйнування елементів конструкцій з покриттями
	<b>Розділ 3. Корозійне руйнування елементів конструкцій</b>
14.	Вплив механічних навантажень на процес корозії
15.	Методи захисту металевих конструкцій від корозії

	<b>Розділ 4. Основи механіки руйнування</b>
16.	Види руйнування матеріалів
17.	Критерії руйнування
18.	Тріщиностійкість матеріалів
19	Залік

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова література:**

1. Лебедев А.А. Феноменологические основы расчетов конструкций на прочность. - К.: КПИ, 1984. – 104 с.
2. Лебедев А.О., Бобир М.І., Ламашевський В.П. Механіка матеріалів. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 288с.
3. Писаренко Г.С., Лебедев А.А. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии. - К.: Наук. думка, 1976. – 416 с.
4. Фридман Я.Б. Механические свойства материалов. Ч. 1. Деформация и разрушение. - М. : Машиностроение, 1972. – 472 с.
5. Красовский А.Я. Физические основы прочности. - К.: Наук. Думка, 1977. – 139 с.
6. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. Учебник для вузов. - Metallurgy, 1983. - 352с.
7. Сиратори М., Миэси Т., Мацусита Х. Вычислительная механика разрушения. - М. : Мир, 1986. - 334 с.
8. Долгов Н.А. Сопротивление деформированию и разрушению материалов с функциональными покрытиями. – Тернополь: Крок, 2010. – 231 с.

##### **Додаткова література (електронні ресурси):**

1. Справочное пособие по расчету машиностроительных конструкций на прочность / Под ред. акад. АН УССР А.А. Лебедева. - К.: Техніка, 1990. – 240 с.
2. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение. - М.: Мир, 1984. – 624 с.
3. Макклиток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. - М.: Мир, 1970. – 443 с.
4. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов. - М.: Metallurgy. 1983. – 472 с.
5. Херцберг Р.В. Деформация и механика разрушения конструкционных материалов. М.: Metallurgy, 1989. – 576 с.
6. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. М.: Наука, 1974. – 640 с.
7. Механика разрушения и прочность материалов. Справ. пособие : В 4-х т. / Под общей ред. акад. В.В. Панасюка. – К. : Наук. думка, 1988. – 488 с



<i>Тема 2. Напруження у міжфазному шарі та їх релаксація</i>	4	2							2
<i>Тема 3. Руйнування та довговічність адгезійних з'єднань</i>	4	2							2
<i>Тема 4. Міцність та руйнування елементів конструкцій з покриттями</i>	4	2							2
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>18</b>	<b>8</b>		0		0		0	10
<b>Розділ 3. Корозійне руйнування елементів конструкцій</b>									
<i>Тема 1. Вплив механічних навантажень на процес корозії</i>	8	2							6
<i>Тема 2. Методи захисту металевих конструкцій від корозії</i>	6	2							4
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>14</b>	<b>4</b>		0		0		0	10
<b>Розділ 4. Основи механіки руйнування</b>									
<i>Тема 1. Руйнування матеріалів</i>	4	2							2
<i>Тема 2. Механізми руйнування матеріалів</i>	6	2							4
<i>Тема 3. Критерії руйнування</i>	6	2							4
<b>Разом за розділом 4</b>	<b>16</b>	<b>6</b>		0		0		0	10
<i>Залік</i>	16								16
<b><i>Всього годин</i></b>	<b>120</b>	<b>36</b>		0		0		0	66

**Рекомендації щодо засвоєння навчальних занять (у формі деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи):**

### **Аудиторні заняття**

№	Теми аудиторних занять	кільсТЬ
1	<p><b>Лекція 1. Основні поняття щодо кристалічної будови металів</b>  <i>Заплановано:</i> Кристалічні та аморфні тіла. Основні типи міжатомних зв'язків. Типи просторових кристалічних ґраток металів.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2
2	<p><b>Лекція 2. Теоретична та реальна міцність кристалічних тіл</b>  <i>Заплановано:</i> Теоретична міцність твердих тіл. Енергія зв'язку. Модель металевого зв'язку.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2
3	<p><b>Лекція 3. Теорія дефектів кристалічної ґратки</b>  <i>Заплановано:</i> Дефекти кристалічної ґратки. Теплові коливання атомів. Закони Больцмана про теплову енергію. Кінетичне рівняння термоактивуємих процесів.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2
4	<p><b>Лекція 4. Точкові дефекти</b>  <i>Заплановано:</i> Різновиди точкових дефектів. Пружні спотворення навколо точкових дефектів. Рухливість точкових дефектів. Вплив точкових дефектів на механічні властивості металів.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2
5	<p><b>Лекція 5. Лінійні дефекти - дислокації</b>  <i>Заплановано:</i> Крайова дислокація. Вектор Бюргерса. Рухливість крайової дислокації. Винтова дислокація. Поперечна рухливість винтової дислокації. Густина дислокацій. Джерела дислокацій Франка-Ріда.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2
6	<p><b>Лекція 6. Механізми розмноження дислокацій</b>  <i>Заплановано:</i> Типи механізмів розмноження дислокацій. Співвідношення між кількістю рухомих та нерухомих дислокацій. Динамічні властивості дислокацій. Основні типи перешкод на шляху руху дислокацій. Термічно активуємо подолання перешкод дислокаціями. Дислокаційні реакції об'єднання та расщиплення. Поняття щодо дефекту упаковки.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2

7	<p><b>Лекція 7. Плоскі дефекти</b>  <i>Заплановано:</i> Класифікація границь. Розвиток уявлень щодо границь в металах. Зернограничні дислокації. Зміцнююча дія границь зерен.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2
8	<p><b>Лекція 8. Механічні властивості металів</b>  <i>Заплановано:</i> Механічні властивості моно- та полікристалів. Повернення. Фізична природа границі текучості. Динаміка початкових стадій необоротної деформації металів: повзучість, деформування з постійною швидкістю, релаксація напружень. Непружні явища в кристалах.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139 с.</p>	2
9	<p><b>Лекція 9. Руйнування металів</b>  <i>Заплановано:</i> Крихке руйнування. Механізми зародження тріщин. В'язке руйнування. Втомне руйнування. Схема Котрела-Хола зародження екструзії та інтрузії. Руйнування металів в наслідок повзучості. Діаграма Віртмана. Види руйнування в залежності від механізму повзучості. Особливості пошкодження та руйнування металів під впливом навколишнього середовища. Руйнування металів під час динамічного (ударного та імпульсного) навантаження. Особливості пошкодження та руйнування металів під дією фізичних полів різної природи.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Красовский А.Я. Физические основы прочности. – К.: Наук. думка, 1977. – 139с.</p>	2
10	<p><b>Лекція 10. Адгезія та адгезійна міцність</b>  <i>Заплановано:</i> Визначення поняття адгезії. Адгезійна міцність. Теорії адгезії: механічна, дифузійна, електрона та адсорбційна.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Дерягин Б. В., Кротова Н. А., Смилга В.П. Адгезия твердых тел / – М.: Наука, 1973. – 280 с.</p>	2
11	<p><b>Лекція 11. Напруження у міжфазному шарі та їх релаксація</b>  <i>Заплановано:</i> Роль межфазної взаємодії в забезпеченні міцності полімерних композиційних матеріалів. Взаємодія фаз на границі контакту. Локальні напруження на границі розділу. Теорія виникнення залишкових напружень в адгезійних з'єднаннях. Структурні та термічні залишкові напруження. Релаксаційні процеси в адгезійних з'єднаннях. Фактори, які впливають на залишкові напруження. Способи зниження залишкових напружень.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров – М.: Химия, 1974. – 392 с.</p>	2
12	<p><b>Лекція 12. Руйнування та довговічність адгезійних з'єднань</b>  <i>Заплановано:</i> Характер руйнування адгезійних з'єднань. Вплив конструктивних особливостей адгезійних з'єднань. Вплив температури та агресивних середовищ.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров – М.: Химия, 1974. – 392 с.</p>	2



13	<p><b>Лекція 13. Міцність та руйнування елементів конструкцій з покриттями</b>  <b>Заплановано:</b> Дефекти в покриттях. Механізми руйнування покриттів.  Дослідження міцності зчеплення покриттів.</p> <p><b>Рекомендовано:</b> Долгов Н.А. Сопротивление деформированию и разрушению материалов с функциональными покрытиями. – Тернополь: Крок, 2010. – 231 с.</p>	2
14	<p><b>Лекція 14. Вплив механічних навантажень на процес корозії</b>  <b>Заплановано:</b> Корозійне розтріскування. Водневе руйнування. Кавітаційна корозія. Фретінг-корозія.</p> <p><b>Рекомендовано:</b> Методи захисту обладнання від корозії та захист на стадії проектування : підр. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М. В. Бик, О. І. Букет, Г. С. Васильєв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 318 с.</p>	2
15	<p><b>Лекція 15. Методи захисту металевих конструкцій від корозії</b>  <b>Заплановано:</b> Легування. Захисні плівки. Грунтовки та фосфатування. Силикатні покриття. Металеві покриття. Електрохімічні методи захисту. Інгібітори. Неметалеві захисні покриття.</p> <p><b>Рекомендовано:</b> Коррозия и защита металлов: Учебно-методическое пособие (для студентов IV курса химического факультета) / Сост. доц. В.А. Мухин. – Омск: Омск. гос. унт., 2004. – 112 с.</p>	2
16	<p><b>Лекція 16. Види руйнування матеріалів</b>  <b>Заплановано:</b> Загальні відомості щодо руйнування матеріалів. Класифікація видів руйнування. Ієрархія структурних рівнів руйнування (за Хольцманом)</p> <p><b>Рекомендовано:</b> Холявко В.В. Фізичні основи міцності та руйнування [Текст]: Конспект лекцій з дисципліни для студентів напряму підготовки 6.050403 „Інженерне матеріалознавство” спеціальності 8(7).05040303 – «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» денної та заочної форм навчання. – К.: НТУУ „КПІ”, 2015. - 100 с.</p>	2
17	<p><b>Лекція 17. Критерії руйнування</b>  <b>Заплановано:</b> Енергетичний критерій руйнування. Силовий критерій руйнування. Розподіл напружень в околі тріщини.</p> <p><b>Рекомендовано:</b> Херцберг Р.В. Деформация и механика разрушения конструкционных материалов. М.: Металлургия, 1989. – 576 с.</p>	2
18	<p><b>Лекція 18. Тріщиностійкість матеріалів</b>  <b>Заплановано:</b> Концепція тріщиностійкості. Фізична природа тріщиностійкості. Властивості тріщиностійкості. Експериментальне визначення тріщиностійкості матеріалу.</p> <p><b>Рекомендовано:</b> Холявко В.В. Фізичні основи міцності та руйнування [Текст]: Конспект лекцій з дисципліни для студентів напряму підготовки 6.050403 „Інженерне матеріалознавство” спеціальності 8(7).05040303 – «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» денної та заочної форм навчання. – К.: НТУУ „КПІ”, 2015. - 100 с.</p>	2
<b>Разом</b>		<b>36</b>

## Практичні заняття

№ з/п	Теми практичних занять	Кількість годин
1	Розрахунок основних параметрів різних типів кристалічних ґраток. Визначення індексів Мілера в кристалічній ґратці. Операції з індексами Мілера	2
2	Визначення типа та розмірів елементарної ґратки кристалу	2
3	Визначення модуля пружності та коефіцієнту об'ємного розширення для міді	2
4	Визначення енергії зв'язку в іонному кристалі	2
5	Визначення сили, яка діє на крайову дислокацію в площині ковзання	2
6	Розрахунок напружень, що необхідні для руху гвинтової та крайової дислокації в кристалах, які мають різну будову	2
7	Визначення рівноважних концентрацій точкових дефектів в кристалах	2
8	Кількісні характеристики пружних властивостей дислокацій: енергія дислокацій, зміна об'єму коло ядра	2
9	Розрахунок параметрів, які характеризують дислокації: густина дислокації, модуль вектора Бюргерса	2
Разом		18

## Позааудиторні заняття

Передбачається в межах вивчення навчальної дисципліни участь студентів у міжнародних науково-практичних конференціях в рамках «Форум інженерів механіків» та ін.

## Платформа дистанційного навчання:

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни «Міцність та руйнування елементів конструкцій» і засвоєння матеріалу використовується електронна пошта, електронний кампус КПІ, платформа дистанційного навчання «Сікорський» на основі системи Moodle КПІ-Телеком та сервіс для проведення онлайн- нарад Zoom, за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку з студентами стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та їх оцінювання.

## 6. Самостійна робота студента

*Види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо):*

### *Самостійна робота*

№ з/п	Теми самостійних робіт	Кількість годин
1	Розрахунок напружень, які викликають адгезійне руйнування покриттів	10
2	Міцність конструкцій за наявності тріщин	10
3	Методи гальмування тріщин	10
4	Визначення роботи адгезії полімерного зв'язувача до волокна	10
5	Шляхи підвищення міцності та пластичності металів	10
6	Методи поверхневого зміцнення металів	10
7	Дефекти, які виникають під час термічної обробки сталі	16
Разом		66

## Політика та контроль

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

#### Правила відвідування занять

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

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентами практичних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

#### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Своєчасне виконання практичної роботи (за кожну таку роботу)	+ 4 бали	Порушення термінів виконання практичної роботи (за кожну таку роботу)	- 1 бал
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	+ 15 балів	Невчасне написання модульної контрольної роботи (на запланованому занятті)	- 5 балів

#### Пропущені контрольні заходи

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, але до терміну виставлення поточної атестації (або заліку/ іспиту), оцінюються зі штрафними балами.

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання та після терміну виставлення поточної атестації(або заліку/ іспиту), не оцінюються.

#### Академічна доброчесність

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

#### Норми етичної поведінки

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

### **Навчання іноземною мовою**

Навчальна дисципліна «Міцність та руйнування елементів конструкцій» не передбачає її вивчення англійською мовою. У процесі викладання навчальної дисципліни використовуються матеріали та джерела англійською мовою.

Враховуючи студентоцентризований підхід, за бажанням україномовних студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійськомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна «Міцність та руйнування елементів конструкцій» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім осіб з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

### **Види контролю та бали за кожен елемент контролю:**

№ з/п	Контрольний захід		Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Практична робота	60	5	12	60
4.	Залік	40	40	1	40
Всього					100

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі Moodle або е-поштою).

### **Поточний контроль: модульна контрольна робота, оцінювання дистанційного навчання**

#### **1. Модульна контрольна робота**

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	90	30	3	90
2.	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	75	25	3	75
3.	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60	20	3	60
4.	Відповідь на тестове запитання з варіантами відповідей	10	10	1	10
5.	Відповідь відсутня або не правильна	0	0	3	0
Максимальна кількість балів					100

## 2. Дистанційне навчання

Виставлення оцінки за дистанційне навчання шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів у системі Moodle передбачено лише для контрольних запитань і результатів тестування за виконання індивідуального завдання.

Виставлення оцінки за контрольні заходи (практичні роботи, модульна контрольна робота) шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів не передбачено.

№ з/п	Дистанційне навчання	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь на контрольні запитання в онлайн-системі Webex або Zoom	40	10	4	40
2.	Відповідь на тести у системі Moodle	50	10	5	50
3.	Вчасність проходження дистанційного навчання	10	10	1	10
Всього					100

У разі виявлення академічної не добросовісності під час дистанційного навчання — контрольний захід не враховується, студент до захисту не допускається.

### Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі—атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу <sup>3</sup>.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація	
Термін атестації <sup>4</sup>		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг <sup>5</sup>	> 15 балів	> 30 балів	
	Виконання практичних робіт	Практична робота № 1-5	+	+
		Практична робота № 6-9	—	+
	Виконання модульної контрольної роботи	Модульна контрольна робота	—	—

<sup>3</sup> Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

Тамсамо.

Тамсамо.

### **Семестровий контроль: залік**

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 30$

### **Умови допуску до семестрового контролю:**

1. Виконання практичних робіт;
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації;
3. Відвідування 60% лекційних занять.

### **Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою <sup>2</sup>**

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	є
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	є
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	є
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	немає
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	немає
$RD < 60$	Незадовільно	–
Не виконані умови допуску	Не допущено	–

<sup>2</sup> Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

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

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто викладачем згідно із наперед визначеними процедурами.

Додаткова інформація стосовно процедури оскарження результатів: студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

### **Додаткова інформація стосовно іспиту/заліку/співбесіди:**

На заліку студентам дозволяється користуватись учбово-методичним забезпеченням з практичних занять.

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

### ***Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль***

1. Основні поняття щодо кристалевої будови металів.
2. Теоретична та реальна міцність кристалевих тіл.
3. Теорія дефектів кристалевої ґратки.
4. Точкові дефекти.
5. Лінійні дефекти – дислокації.
6. Механізми розмноження дислокацій.
7. Плоскі дефекти.
8. Механічні властивості металів.
9. Руйнування металів.
10. Адгезія та адгезійна міцність.
11. Напруження у міжфазному шарі та їх релаксація.
12. Руйнування та довговічність адгезійних з'єднань.
13. Міцність та руйнування елементів конструкцій з покриттями.
14. Вплив механічних навантажень на процес корозії.
15. Методи захисту металевих конструкцій від корозії.
16. Види руйнування матеріалів.
17. Критерії руйнування.
18. Тріщиностійкість матеріалів.

### ***Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних курсів***

#### ***1. Проходження онлайн-курсів у системі Moodle***

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів у системі Moodle за певною тематикою допускається за умови погодження з студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні (практичні роботи, модульна контрольна робота).

#### ***2. Проходження онлайн-курсів на платформі Coursera***

Студентам пропонуються курси на платформі *Coursera*, які дають їм можливість отримання кредитів у якості змішаного чи додаткового навчання, а також отримати додаткові бали з навчальної дисципліни.

Курси з каталогу *Coursera for Campus* або он-лайн курси обрані самими студентами з більшого каталогу *Coursera* доповнюють навчальну програму з дисципліни. Перелік дистанційних курсів наведено на сайті кафедри біомедичної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського: <http://bmi.fbmi.kpi.ua/non-formal-education>



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

Склав: доц., д.т.н., Долгов Микола Анатолійович;

Ухвалено кафедрою динаміки міцності машин та опору матеріалів

(протокол № 9 від 27 травня 2021 року);

Погоджено Методичною комісією Механіко-машинобудівного інституту

(протокол № \_ від \_\_ \_\_\_\_\_ 2021 року).

---

<sup>1</sup>[Шаблон силабусу погоджено методичною радою університету](#)