



Факультет Інженерно-фізичний
Кафедра Фізичне матеріалознавство

СИЛАБУС
нормативна навчальної дисципліни
(загальноуніверситетського/факультетського/кафедрального) каталогу
ЕКСПЕРТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНУВАННЯ ВИРОБІВ
3/90 (кредитів/годин)

першого рівня вищої освіти

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА



ПІБ, посада, науковий ступінь (за наявності)

Глотка Олександр Анатолійович, кандидат технічних наук,
доцент кафедри «Фізичне матеріалознавство»

Контактна інформація:

Глотка О.А Телефон викладача: +38(096)4275651 e-mail:
glotka-alexander@ukr.net Аудиторія: 156

Час і місце проведення консультацій:

Згідно з графіком консультацій

ОПИС КУРСУ

Дисципліна присвячена розвитку володіння логікою та методологію наукового пізнання; Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності; Знати вимоги галузевих нормативних документів; Уміти застосувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі; Уміти експериментувати та аналізувати дані; Здатність поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання; Демонструвати навички спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; Використовувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів; Уміти обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки; Демонструвати знання методів та навички практичного застосування методів експериментальних досліджень хімічних, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів та виробів; Уміти використовувати базові методи аналізу речовин, матеріалів та відповідних процесів з коректною інтерпретацією результатів.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Мета

навчальної

дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є дослідження причин та механізмів розвитку



пошкоджень, що приводять до повного або часткового руйнування виробів або елементів конструкції. До руйнування можуть привести механічні, термічні та експлуатаційні фактори. Причиною руйнування може бути неправильний вибір матеріалу, технології обробки або недотримання режимів обробки, а також порушення експлуатаційного режиму. Для встановлення причин відмови та повернення системи до штатного режиму функціонування необхідно застосовувати комплексний підхід, враховуючи конструкторські, виробничо-технологічні та експлуатаційні чинники. На лабораторних заняттях здобувачі освіти набувають практичних навичок у проведенні експертних досліджень руйнування виробів.

Загальні компетентності (КЗ):

- **КЗ.01.** Здатність до системного мислення, аналізу та синтезу.
- **КЗ.02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **КЗ.03.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- **КЗ.04.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- **КЗ.05.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- **КЗ.06.** Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- **КЗ.07.** Здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології.
- **КЗ.08.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- **КЗ.09.** Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- **КЗ.12.** Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- **КЗ.13.** Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського суспільства, сталий розвиток, верховенство права.
- **КЗ.14.** Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності суспільства, вести здоровий спосіб життя.

Фахові (предметні) компетентності (КС):

- **КС.01.** Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань.
- **КС.02.** Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів.
- **КС.03.** Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства.
- **КС.04.** Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства.
- **КС.05.** Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.
- **КС.06.** Здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань.
- **КС.09.** Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.
- **КС.12.** Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів.
- **КС.13.** Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень.
- **КС.14.** Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів.
- **КС.15.** Здатність застосовувати знання технічних характеристик, умов роботи для вибору контрольних-вимірних приладів.
- **КС.16.** Здатність обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації.



- **КС.17.** Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей.
- **КС.18.** Здатність застосовувати базові знання з фізики твердого тіла, фазових рівноваг для розуміння процесів формування структури і властивостей матеріалів, прогнозування їх експлуатаційних характеристик.

Очікувані результати навчання (РН):

- **РН1.** Володіти логікою та методологією наукового пізнання.
- **РН3.** Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій для професійної діяльності.
- **РН4.** Передавати свої знання, рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі.
- **РН7.** Володіти навичками, які дозволяють продовжувати вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- **РН8.** Уміти застосувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.
- **РН9.** Уміти експериментувати та аналізувати дані.
- **РН10.** Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства.
- **РН12.** Знати інженерні дисципліни, що лежать в основі спеціальності, мати обізнаність в їх останніх досягненнях.
- **РН13.** Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів, обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей.
- **РН19.** Обирати і застосовувати типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.
- **РН23.** Володіти методами забезпечення та контролю якості матеріалів.
- **РН29.** Використовувати залежність між будовою, структурою і властивостями матеріалів для досягнення необхідних показників якості виробів.
- **РН30.** Знати і розуміти можливі порушення технологічних процесів і причини відмов деталей машин та конструкцій.
- **РН31.** Володіти методами та принципами підвищення міцності матеріалів і ресурсу деталей машин.
- **РН33.** Знати та застосовувати методи експериментальних досліджень фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Для успішного опанування матеріалу дисципліни здобувачам вищої освіти необхідно:

- Володіти базовими знаннями з фундаментальних наук, що лежать в основі спеціальності.
- Розуміти основи технологій виготовлення, обробки та модифікації матеріалів.
- Мати навички застосування математичних методів та фізичних принципів для аналізу властивостей матеріалів.
- Бути обізнаними з основними методиками дослідження структури та властивостей матеріалів.
- Демонструвати здатність до самостійного навчання, критичного мислення та аналізу технічної інформації.
- Мати навички роботи з інформаційними системами та технологіями для вирішення фахових завдань.



ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

| Номер тижня | Теми лекцій, год. | Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год. |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Змістовий модуль 1 <u>Методика проведення експертних досліджень при встановленні причин руйнування виробів.</u> | | |
| 1-3. | <i>Вступ. Фактори, що можуть привести до руйнування. Основні етапи дослідження причин руйнування. Методи дослідження. Алгоритм дослідження.</i> | <i>Дослідження процесів руйнування кристалічних та аморфних матеріалів (4 год)</i> |
| Змістовий модуль 2 <u>Теорія руйнування</u> | | |
| 3-5. | <i>Тверді матеріали, класифікація твердих матеріалів. Розподіл матеріалів на аморфні та кристалічні, їх властивості. Класифікація твердих матеріалів в залежності від виду руйнування. Основні ознаки. Руйнування. Розподіл руйнування в залежності від характеру попередньої деформації та від характеру активізації процесу в просторі. Три вида напружень, що діють в матеріалах. Механізми зародження тріщини. Схема Стро. Модель Котрелла. Утворення тріщин в металах з ГЦП ґраткою. Зародження тріщин при зустрічі двійника деформації з бар'єром. Схема зародження тріщини на межах трьох зерен. В'язке руйнування. Характерна ознака. Форма зламів. Крихке руйнування. Критерій Гріффітса. Теорія Гріффітса-Орована. Схема Іоффе</i> | <i>Особливості поширення тріщин у кристалічних матеріалах при крихкому та в'язкому руйнуванні (4год)</i> <i>Дослідження причин зародження тріщин. Руйнування (4год)</i> |
| Змістовий модуль 3 <u>Фрактографія</u> | | |
| 6-8. | <i>Класифікація зламів та їх характерні ознаки. Фактографічні особливості, що виявляють за допомогою світлового, електронного, растрового мікроскопу. Використання фрактографії при аналізі експлуатаційних пошкоджень. дефекти металу, які можна виявити за допомогою фрактографії</i> | <i>Приклад виконання експертної роботи на тему «Дослідження причин руйнування колінчатого валу тепловозу» (4год)</i> <i>Приклад виконання роботи на тему «Дослідження причин зниженої стійкості ливарних мульд» (4год)</i> |
| Змістовий модуль 4 <u>Осередки руйнування</u> | | |
| 8-10. | <i>Осередки руйнування. Види, причини появи, вигляд зламу. Визначення місця розташування осередку руйнування. Рекомендації щодо встановлення осередку руйнування.</i> | <i>Провести експертизу причин руйнування робочої лопатки І ступені компресора ГТД (4год)</i> |
| Змістовий модуль 5 <u>Особливості руйнування від втоми, термовтоми, корозійної втоми, корозійного розтріскування</u> | | |



| | | |
|--------|--|---|
| 10-15. | <p><i>Руйнування від втоми. Втома. Витривалість. Будова зламу. Характерні ознаки. Руйнування від термічної втоми. Термічна втома. Термічний удар. Термічні напруження. Вид тріщини. Будова зламу.</i></p> <p><i>Корозійне розтріскування (корозій під навантаженням). Фактори, що впливають на корозійне розтріскування. Стадії розвитку корозійного розтріскування. Вид зламу і особливості розповсюдження тріщини.</i></p> <p><i>Корозійна втома. Характерні ознаки корозійної втоми. Вид тріщини при корозійній втомі. Макроскопічні ознаки корозійно-втомного зламу.</i></p> | <p><i>Провести експертизу причин руйнування жарової труби авіаційного ГТД (4год)</i></p> <p><i>Провести експертизу причин руйнування робочої лопатки I ступені газової турбіни авіаційного ГТД (4год)</i></p> |
|--------|--|---|

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота – це вид розумової діяльності, за якої студент самостійно (без сторонньої допомоги) опрацює в кожному змістовному модулі перелік тем та на основі опрацювання інформаційних джерел веде пошук відповідей на існуючі питання.

Головною метою самостійної роботи є засвоєння навчального матеріалу, розвиток у здобувачів когнітивного мислення і формування у них свідомості.

Самостійна робота здобувачів вищої освіти є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від аудиторних навчальних занять час. Навчальний час, відведений для самостійної роботи здобувачів, регламентується робочим навчальним планом.

Самостійна робота здобувачів передбачає виступи на наукових конференціях (друковані тези); участь у Інтернет-конференціях; реферат з теми (модуля) або вузької проблематики; написання есе, творчих завдань тощо.

Рівень виконання здобувачами самостійної роботи враховується при виставленні підсумкової оцінки за змістовими модулями навчальної дисципліни.

Здобувачі вищої освіти мають змогу отримати завдання та завантажити свої напрацювання в систему дистанційного навчання (moodle) НУ «Запорізька політехніка» (<https://moodle.zp.edu.ua/>).

Консультативна допомога здобувачам вищої освіти надається у таких формах:

- особистої зустрічі викладача і здобувача за графіком консультацій;
- відеоконференцій на платформі zoom (особиста або колективна);
- листування за допомогою електронної пошти;
- відеозустріч, аудіоспілкування або у месенджерах (за графіком консультацій викладача);
- спілкування по телефону (крім вихідних та святкових днів)

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

1. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. К.: Либідь, 2002. — 328 с. [ISBN 966-06-0247-2](#)
2. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство : навч. посіб. / С.М. Уминський, Б. В. Лебедев, П. І. Осадчук, С. С. Житков ; Одес. держ. аграр. ун-т. — Одеса : ТЕС, 2020. — 180 с
3. Куцова В.З., Федоркова Н.М. Експертиза ма-теріалів та металів: Навч. посібник. – Дніп-ропетровськ: НМетАУ, 2017. – 51 с.
4. Експертиза товарів: навч. посіб. /А.А. Дубі-ніна, І.О. Дудла, М.Р. Мардар, С.В. Сорокіна, Т.М. ЛетутаТ.М. – Харків: ХДУХТ, 2017



5. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Практикум [Текст]: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. за напрямом «Інж. механіка»] / В. В. Попович, А. І. Кондир, Е. І. Плешаков та ін. — Львів: Світ, 2009. — 551 с. — [ISBN 978-966-603-401-7](#)

Допоміжна

1. Матеріалознавство [Текст]: підручник / [Дяченко С. С., Дощечкіна І. В., Мовлян А. О., Плешаков Е. І.] ; ред. С. С. Дяченко ; Харківський нац. автомобільно-дорожній ун-т. — Х. : ХНАДУ, 2007. — 440 с. — [ISBN 978-966-303-133-0](#)
2. Кофанова О.С., Кофанов А.В., Кобилянський О.Л. К 74 Експертиза металів, сплавів та виробів з них. – Методичні рекомендації. – Київ: КИИ, 2010. – 48 с. – (Серія „Криміналістичне забезпечення”).

Інформаційні джерела

1. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. URL: <https://cutt.ly/08JNNyK> (дата звернення: 04.10.2023)
2. Основи матеріалознавства. Навчальний посібник. 2019 рік URL: <https://cutt.ly/N8JNoGQ> (дата звернення: 04.10.2023)

ОЦІНЮВАННЯ

Контроль успішності здобувачів, як сукупність усвідомлених дій, спрямованих на отримання відомостей про рівень опанування ним програмного матеріалу, оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками і вміннями, що необхідні для виконання завдань професійної діяльності, є важливою ланкою навчального процесу. Формами контролю, що використовується при перевірці (виявлені знань, умінь та навичок), оцінюванні (вимірюванні знань, умінь, навичок) та обліку (фіксування) отриманих результатів є поточний, рубіжний (модульний) та підсумковий контролю. Поточний контроль знань, умінь та навичок пов'язаний з усіма видами навчальної роботи і спонукає здобувачів готуватись до занять систематично і планомірно, накопичуючи тим самим максимально можливу суму балів за встановлений період навчання (модуль, семестр тощо). Рубіжний (модульний) контроль знань, умінь та навичок є показником якості вивчення окремих розділів, тем і пов'язаних з цим пізнавальних, методичних, психологічних і організаційних якостей здобувачів. Підсумковий контроль є формою перевірки здобувачів щодо оцінки набутих ними тих компетентностей, що передбачені освітньою програмою. З основних форм організації перевірки знань, навичок і умінь (індивідуальна, фронтальна і групова) використовуються індивідуальна та групова. Для реалізації цих форм перевірки, залежно від форми контролю, використовують такі методи, як усне опитування (виконання завдань для виступу на семінарському занятті), письмовий контроль (перевірка виконаних групою модульних контрольних робіт), презентаційний контроль (перевірка підготовлених презентаційних та відеоматеріалів), тестовий контроль (перевірка тестів) письмово або ж за допомогою комп'ютерних технологій. Підсумковий контроль з освітнього компонента здійснюється у формі екзамену.

Поточний контроль: – Виконання та захист звітів з лабораторних робіт всього максимально 50 балів. Оцінюється самостійність виконання роботи, грамотність в оформленні та правильність виконання. Критерії оцінювання та кількість балів за лабораторні роботи:

- робота виконана правильно і самостійно та звіт зданий з першого разу (відмінно) – 10-9 балів;
- робота виконана самостійно, але є неточності у розрахунках та оформленні (добре) – 8-7 балів;



- робота виконана самостійно, але є помилки у розрахунках та оформленні, неповні відповіді на запитання (задовільно) – 5-6 балів;

- робота виконана несамотійно, є помилки у розрахунках та оформленні, незадовільні відповіді на запитання – 4 бали і менше.

До кожної лабораторної роботи студент повинен підготувати звіт, який складається із: номера; назви; мети; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначання та умовні позначення; порядок виконання. На занятті студенти після опитування допускаються до виконання лабораторної роботи. Після чого викладач проводить ознайомлення студентів із обладнанням і алгоритмом проведення лабораторної роботи. В кінці лабораторної роботи студенти отримують результати досліду. У продовж тижня студенти дооформляють звіт лабораторної роботи відповідно до вимог завдання і на наступному занятті її захищають

Рубіжний (модульний) контроль проводять двічі на семестр. Максимальна оцінка 50 балів за тест. Мінімальна позитивна оцінка за тест 12 балів. Бали знижуються за неточності, помилки та неправильні відповіді.

Критерії оцінювання та кількість балів:

- повна відповідь – 50-45 балів;
- неповна відповідь – 44-36 балів;
- неповна відповідь з неточностями – 35-12 балів;
- незадовільна відповідь – 11 балів і менше.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий позитивний рейтинг не менше 60 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт.

Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Залікова контрольна робота складається з чотирьох питань. Проводиться письмово, на написання відводиться 2 академічні години часу. Сумарна максимальна оцінка складає 100 балів, яка складається з балів, які студент отримує за відповіді на питання, максимум 25 балів за кожне питання, тобто, 25 балів \times 4 = 100 балів.

Критерії оцінювання відповідей на питання та кількість балів за залікову контрольну роботу: – «відмінно» (25-24 бали), повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації), студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу; – «дуже добре» (23-22 бали), достатньо повна відповідь (не менше 85 % потрібної інформації), студент демонструє хороші знання навчального матеріалу; – «добре» (21-19 балів), достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності; – «задовільно» (18-17 балів), неповна відповідь (але не менше 65 % потрібної інформації), студент задовільно засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань; – «достатньо» (16-15 балів), неповна відповідь (але не менше 60 % потрібної інформації), студент задовільно засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві помилки, щодо використання отриманих знань; – «незадовільно» (14 балів і менше), незадовільне знання теорії (менше 60 % потрібної інформації) та відсутність вміння та навичок у вирішенні поставлених завдань, відповідь не відповідає умовам до «задовільно». Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді, за неповну відповідь, неточності, за неправильне використання термінів.

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Політика щодо дедлайнів та перескладання:

- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;



- самостійна робота включає в себе самостійне опрацювання питань, що стосуються тем лекційних занять, які не викладені під час занять або ж були розглянуті коротко, їх поглиблене опрацювання за рекомендованою літературою, а також виконання практичних завдань з метою закріплення теоретичного матеріалу;
- індивідуальну роботу студент виконує самостійно, відповідно до методичних вказівок та визначених викладачем завдань і термінів;
- ліквідація заборгованості відбувається під час проведення консультацій з дисципліни за графіком визначеним викладачем;
- здобувачі вищої освіти мають право отримати оцінку за залік автоматично – у випадку, якщо впродовж семестру набрали від 60-100 балів;
- здобувачі вищої освіти, після завершення аудиторних занять, мають право підвищити свою оцінку лише під час складання заліку (підсумкового оцінювання) за графіком екзаменаційної сесії.

Політика щодо відвідування:

- відвідування занять (лекцій, практичних занять) є обов'язковим компонентом навчання;
- з об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, індивідуальний графік, карантин) навчання може відбуватись у дистанційному режимі. За погодженням із керівником курсу студент може презентувати виконані завдання під час консультацій;
- здобувач зобов'язаний дотримуватися термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Політика щодо проведення аудиторних занять. Під час проведення аудиторних занять слід дотримуватися встановленого порядку, брати активну участь в обговоренні запропонованих питань, висловлюючи та відстоюючи власну думку, виказуючи повагу та толерантність до чужої думки. Мобільні пристрої можна використовувати під час проведення аудиторних занять лише з дозволу викладача. За «гострої» потреби дозволяється залишати аудиторію на короткий час.

Політика щодо академічної доброчесності спрямована на самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності визначених Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізької політехніки» від 29.06.2021 р. (Див. URL: https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних. Обмін персональними даними між викладачем і здобувачем вищої освіти в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (Див. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>).

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.