


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра механіки**

**Затверджено**

На засіданні кафедри механіки  
механіко-математичного факультету  
Львівського національного університету імені  
Івана Франка  
(протокол № 1 від 27.08.2025 р.)



В.о. завідувача кафедри

 Володимир СТАНКЕВИЧ

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Механіка сповільненого руйнування конструкцій”,**  
**що викладається в межах ОПП**  
**“Інформаційні технології моделювання механічних процесів і си-**  
**стем” другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів**  
**зі спеціальності F1 “Прикладна математика”**

|  |  |
|--|--|
| <b>Назва дисципліни</b>  | Механіка сповільненого руйнування конструкцій  |
| <b>Адреса викладання дисципліни</b>                              | Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка<br>м. Львів, вул. Університетська, 1   |
| <b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>       | механіко-математичний факультет<br>кафедра механіки  |
| <b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>                 | F – Інформаційні технології<br>F1 – Прикладна математика   |
| <b>Викладач дисципліни</b>                                       | Слободян Богдан Степанович, доцент кафедри механіки, канд.фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник  |
| <b>Контактна інформація викладачів</b>                           | <a href="mailto:bogdan.slobodyan@lnu.edu.ua">bogdan.slobodyan@lnu.edu.ua</a><br><a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/slobodyan-b-s">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/slobodyan-b-s</a>  |
| <b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b> | Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).<br>Головний корпус Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, вул. Університетська, 1.<br>Кафедра механіки, каб. 148.   |
| <b>Сторінка дисципліни</b>                                       | <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/osnovy-mehaniky-rujnuvannyadlya-mehanikiv">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/osnovy-mehaniky-rujnuvannyadlya-mehanikiv</a>  |
| <b>Інформація про дисципліну</b>                                 | Спецкурс “Механіка сповільненого руйнування конструкцій” є важливим у забезпеченні спеціалізації в області механіки деформівного твердого тіла. Спецкурс передбачає вивчення сучасних уявлень про заповільнене руйнування матеріалів за довготривалого навантаження, дії водневмісних і корозійно агресивних середовищ та підвищених температур, основних мікро-механізмів деформування та руйнування матеріалів за повзучості. При цьому передбачається за допомогою енергетичного підходу, в основу якого покладений перший закон термодинаміки, розробити математичні моделі і, відповідно, розрахункові методи для визначення ресурсу елементів конструкцій за дії довготривалого статичного навантаження і фізико-хімічних факторів зовнішнього середовища. |
| <b>Коротка анотація дисципліни</b>                               | Дисципліна “Механіка сповільненого руйнування конструкцій” є нормативною дисципліною зі спеціальності F1 – “Прикладна математика” для освітньої програми “Інформаційні технології моделювання механічних процесів і систем”, яка викладається в 2-му семестрі в обсязі 6-и кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).  |
| <b>Мета та цілі дисципліни</b>                                   | <b>Метою</b> вивчення нормативної дисципліни “Механіка сповільненого руйнування конструкцій” є освоєння студентами теоретичних і практичних основ механіки сповільненого руйнування матеріалів за дії довготривалого статичного навантаження і фізико-хімічних факторів зовнішнього середовища, а також вміння моделювати зазначене руйнування матеріалів в реальних умовах експлуатації і визначати ресурс (залишковий ресурс) елементів конструкцій.<br><b>Завданням</b> вивчення навчальної дисципліни є: коректний вибір студентами математичних розрахункових моделей сповільненого руйнування конструкцій; формування навичок практичних розрахунків руйнування конструкцій з урахуванням тривалого статичного навантаження та негативного                 |

|   |   |
|---|---|
|   | впливу чинників зовнішнього середовища; застосування обчислювальної техніки для коректної комп'ютерної симуляції руйнування конструктивних елементів споруд.  |
| <b>Література для вивчення дисципліни</b> | <p style="text-align: center;"><i>Основна література</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Андрейків О.Є., Скальський В.Р., Долінська І.Я. Замовільнене руйнування матеріалів за локальної повзучості. Львів: Видавництво ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 400 с.</li> <li>2. Черепанов Г. П. Механіка руйнування. – М. : – Іжевськ: Інститут комп'ютерних досліджень, 2012. – 872 с. (рос.)</li> <li>3. Панасюк В.В., Андрейків О.Є., Партон В.З. Основи механіки руйнування матеріалів. – Київ: Наукова думка, 1988. – 488 с. (рос.)</li> <li>4. Андрейків О.Є., Дарчук А.І. Втомне руйнування і довговічність конструкцій. – Київ: Наукова думка, 1992. – 184 с. (рос.)</li> </ol> <p style="text-align: center;"><i>Література додаткова</i></p> <p>Періодичні видання</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фізико-хімічна механіка матеріалів</li> <li>2. Вісник Львівського університету. Серія механіко-математична.</li> <li>3. Математичні методи та фізико-механічні поля.</li> </ol> |
| <b>Обсяг курсу</b>                        | Загальний обсяг: 180 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 години лабораторних занять. Самостійної роботи: 116 год.   |
| <b>Очікувані результати навчання</b>      | <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен <b>Знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основні види замовільненого руйнування тіл та їх механізми;</li> <li>– Основні положення високотемпературної повзучості матеріалів;</li> <li>– Про вплив агресивного середовища на сповільнене руйнування матеріалів;</li> <li>– Кінетику і період докритичного росту тріщин високотемпературної повзучості.</li> </ul> <p><b>Вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Моделювати сповільнене руйнування матеріалів в реальних умовах експлуатації;</li> <li>– Визначати ресурс (залишковий ресурс) елементів конструкцій.</li> </ul>  |
| <b>Ключові слова</b>                      | Механіка сповільненого руйнування конструкцій, ресурс (залишковий ресурс) елементів конструкцій, циклічні навантаження і напруження, агресивні середовища, розрахункові моделі.   |
| <b>Формат курсу</b>                       | Очний, дистанційний<br>Проведення лекцій, лабораторних занять і консультацій.   |

|   |  |
|---|--|
| <b>Теми</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Деякі види заповільненого руйнування тіл та їх механізми.</li> <li>2. Основні положення повзучості матеріалів.</li> <li>3. Мікромеханізми деформування та руйнування матеріалів за повзучості.</li> <li>4. Деформаційна модель локального поширення тріщини повзучості.</li> <li>5. Математичне моделювання визначення періоду докритичного росту тріщин високотемпературної повзучості.</li> <li>6. Кінетика і період докритичного росту тріщин за високотемпературної повзучості.</li> <li>7. Визначення періоду докритичного росту еліптичної тріщини за високо-температурної повзучості.</li> <li>8. Розрахункова модель для визначення ресурсу тонкостінних елементів конструкцій з тріщинами за довготривалого статичного навантаження</li> <li>9. Визначення періоду докритичного росту тріщин в елементах конструкцій великих перерізів.</li> <li>10. Вплив наявності систем тріщин у пластинах на їхню довговічність в умовах дії довготривалого статичного розтягу.</li> <li>11. Визначення залишкового ресурсу елементів енергетичних установок.</li> <li>12. Визначення періоду докритичного росту поверхневої тріщини високо-температурної повзучості в трубі.</li> </ol> |
| <b>Підсумковий контроль, форма</b>  | Екзамен у кінці семестру   |
| <b>Пререквізити</b>   | <p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опору матеріалів;</li> <li>– теорії пружності і пластичності;</li> <li>– основ механіки крихкого руйнування;</li> <li>– теорії втоми матеріалів;</li> <li>– фізичної хімії;</li> <li>– фізики твердого тіла,</li> </ul> <p>достатніх для сприйняття методів досліджень механіки сповільненого руйнування матеріалів і елементів конструкцій.</p>  |
| <b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b> | Презентації, лекції<br>Індивідуальні завдання  |
| <b>Необхідне обладнання</b>   | <p>Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4 ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа, (в т.ч. проектор).</p> <p>Для проведення практичних/лабораторних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4 ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet, (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4 ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet.</p> <p>Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows 10, програмні додатки (MS TEAMS, ZOOM, Jupiter Notebook з вбудованим компілятором мови програмування ).</p>   |
| <b>Критерії оцінювання</b>  | Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:   |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>(окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• індивідуальні завдання, контрольні роботи (2 роботи по 25 балів): 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50;</li> <li>• екзамен: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p><b>Письмові роботи:</b> Очікується, що студенти виконають дві письмові роботи (тест з теоретичних завдань);</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідувати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p><b>Оцінювання завдань письмових робіт</b> відбувається шляхом перевірки написаних студентом 2-х індивідуальних контрольних робіт (по 25 балів кожна) та екзаменаційної роботи (50 балів).</p> <p>Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне завдання нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>75-100% – тема відтворюється у повному обсязі, правильно, обгрунтовано, логічно;</li> <li>50-75% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності;</li> <li>25-50% – виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення відсутні або частково помилкові;</li> <li>0-25% – тема майже не відкрита, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи.</li> </ul> |
| <p><b>Питання до заліку екзамєну чи</b></p>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основні причини виникнення науки “Механіка сповільненого руйнування конструкцій”.</li> <li>– Високотемпературна повзучість металів і сплавів, діаграма повзучості і її складові ділянки.</li> <li>– Основні мікромеханізми локального деформування і руйнування металів і сплавів за повзучості.</li> <li>– Особливості поширення тріщин за повзучості.</li> <li>– Високотемпературна міцність металевих матеріалів з тріщинами.</li> <li>– Формулювання задачі Сакка поширення тріщини високо температур ної</li> </ul>  |

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | <p>повзучості.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Формулювання задачі Гріффітса поширення тріщини високотемпературної повзучості за циклічного навантаження.</li><li>– Розрахункова модель поширення тріщини високотемпературної повзучості за механізмом утворення і росту пор.</li></ul> |
| <b>Опитування</b> | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.  |

## Схема курсу

| Тижні | Тема, план, короткі тези  | Форма діяльності (заняття) | Література, ресурси в Інтернеті | Завдання, год. | Термін виконання |
|-------|---|----------------------------|---------------------------------|----------------|------------------|
| 1     | Деякі види заповільненого руйнування тіл та їх механізми.   | лекц.                      | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 1     | Класифікація видів, механізмів та причин заповільненого руйнування конструктивних елементів споруд.     | лаб.                       | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 2     | Основні положення теорії повзучості матеріалів.   | лекц.                      | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 2     | Засади, припущення та феномени математичної теорії повзучості   | лаб.                       | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 3     | Мікромеханізми деформування та руйнування матеріалів за повзучості.                                     | лекц.                      | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 3     | Фізичні та математичні моделі руйнування конструктивних матеріалів в умовах повзучості                  | лаб.                       | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 4     | Деформаційна модель локального поширення тріщини повзучості   | лекц.                      | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 4     | Дослідження підросання тріщини в умовах повзучості  | лаб.                       | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 5     | Математичне моделювання визначення періоду докритичного росту тріщин високотемпературної повзучості.    | лекц.                      | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 5     | Побудова математичних та комп'ютерних моделей підросання тріщин в умовах високотемпературної повзучості | лаб.                       | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 6     | Кінетика і період докритичного росту тріщин високотемпературної повзучості.                             | лекц.                      | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 6     | Комп'ютерна симуляція докритичного росту тріщин високотемпературної повзучості.                         | лаб.                       | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |
| 7     | Визначення періоду докритичного росту еліптичної тріщини високотемператур-                              | лекц.                      | [1-4]                           | 2 год.         | 1 тиждень        |

|    |   |       |       |        |           |
|----|---|-------|-------|--------|-----------|
|    | ної повзучості.   |       |       |        |           |
| 7  | Комп'ютерна симуляція докритичного росту еліптичної тріщини високотемпературної повзучості.   | лаб.  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 8  | Розрахункова модель для визначення ресурсу тонкостінних елементів конструкцій з тріщинами за довготривалого статичного навантаження | лекц. | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 8  | Побудова математичних моделей розрахунку ресурсу конструктивних елементів з тріщинами під довготривалим статичним навантаженням     | лаб.  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 9  | Вплив наявності систем тріщин у пластинах на їхню довговічність в умовах дії довготривалого статичного розтягу.                     | лекц. | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 9  | Комп'ютерна симуляція визначення довговічності пластин з системами тріщин під довготривалим статичним розтягом.                     | лаб.  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 10 | Визначення залишкового ресурсу паропроводів   | лекц. | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 10 | Комп'ютерна симуляція визначення залишкового ресурсу паропроводів з тріщинами.  | лаб.  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 11 | Визначення залишкового ресурсу колеса парової турбіни   | лекц. | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 11 | Комп'ютерна симуляція визначення залишкового ресурсу колеса парової турбіни з тріщиною.   | лаб.  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 12 | Аналог задачі Гріффітса для випадку високотемпературної повзучості  | лекц. | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 12 | Комп'ютерна модель задачі Гріффітса при високотемпе-  | лаб.  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |

|  |   |                        |       |        |           |
|--|---|------------------------|-------|--------|-----------|
|  | ратурній повзучості   |                        |       |        |           |
| 13                                     | Аналог задачі Сака для випадку високотемпературної повзучості   | лекц.                  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 13                                     | Комп'ютерна модель задачі Сака при високотемпературній повзучості   | лаб.                   | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 14                                     | Аналог задачі Гріффітса для випадку високотемпературної повзучості і маневрового режиму навантаження                    | лекц.                  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 14                                     | Комп'ютерна модель задачі Гріффітса при високотемпературній повзучості та маневровому режимі навантаження               | лаб.                   | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 15                                     | Визначення залишкового ресурсу паропроводів за маневрового режиму навантаження.   | лекц.                  | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 15                                     | Комп'ютерна симуляція визначення залишкового ресурсу паропроводу з тріщиною за маневрового режиму навантаження.         | лаб.                   | [1-4] | 2 год. | 1 тиждень |
| 16                                     | Методика експериментального визначення характеристик тріщиностійкості матеріалів за високотемпературної повзучості.     | лекц.                  |       | 2 год. | 1 тиждень |
| 16                                     | Екзаменаційна робота  |                        |       | 2 год. | 1 тиждень |
| Матеріали для самостійного опрацювання |   |                        |       |        |           |
| 7                                      | Математичні та комп'ютерні моделі сповільненого руйнування конструкцій з тріщинами з урахуванням корозійного середовища | Самостійне опрацювання | [1-4] | 6 год. | 3 тижні   |
| 14                                     | Математичні та комп'ютерні моделі сповільненого руйнування конструкцій з тріщинами з урахуванням водне-                 | Самостійне опрацювання | [1-4] | 6 год. | 3 тижні   |

|  |                          |  |  |  |  |
|--|--------------------------|--|--|--|--|
|  | вмісного середови-<br>ща |  |  |  |  |
|--|--------------------------|--|--|--|--|