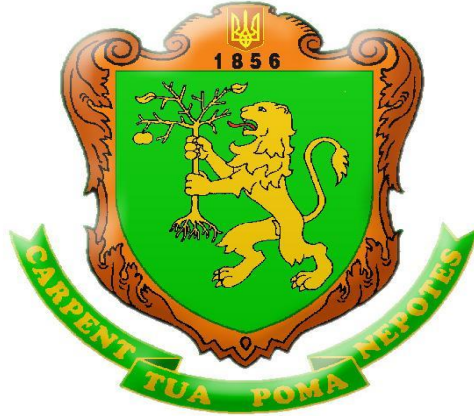


Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний аграрний університет  
Факультет будівництва та архітектури  
Кафедра будівельних конструкцій



## СИЛАБУС

### НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ВИПРОБУВАННЯ ТА ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД»

другого (магістерського) рівня вищої освіти  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
ОПІ «Будівництво та цивільна інженерія»

*Розробник: доктор технічних наук,  
професор Лучко Йосип Йосипович*

Львів 2024

## **Анотація дисципліни**

Навчальна дисципліна **"Випробування та обстеження конструкцій будівель та споруд"** є обов'язковою навчальною дисципліною, що належить до циклу професійної підготовки за освітньо-професійною програмою "Будівництво та цивільна інженерія" спеціальності 192 - "Будівництво та цивільна інженерія" галузі знань 19 - "Архітектура та будівництво". Обсяг дисципліни 3 кредити (90 годин за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).

Програма навчальної дисципліни складається з таких тем:

1. Випробування та дослідження і засоби їх проведення
2. Неруйнівні методи випробування та дослідження будівельних матеріалів і конструкцій
3. Засоби та обладнання для випробування будівельних матеріалів і конструкцій
4. Вимірювання напружень та деформації в будівельних конструкціях і спорудах
5. Методи дослідження та визначення росту тріщини
6. Визначення характеристик тріщиностійкості бетонів
7. Основні засади моделювання будівельних конструкцій
8. Основні принципи оцінки технічного стану будівель

### **Мета та завдання навчальної дисципліни**

Вивчаючи зазначену дисципліну здобувачі вищої освіти формують інтегральну, загальні та фахові компетентності визначені освітньо-професійною програмою. У рамках дисципліни розглядаються питання методів та засобів експериментальних досліджень та випробувань будівельних матеріалів і конструкцій.

Дисципліна спрямована на формування у студентів знань, навичок і вмінь, необхідних для проведення комплексної оцінки технічного стану будівель і споруд. Студенти вивчають основи огляду та випробувань конструкцій, методи діагностики дефектів, інструменти для інспекції та методика складання технічних звітів. Курс також охоплює законодавчу та нормативну базу обстеження будівель.

*Завдання дисципліни:*

1. Вивчення методів обстеження конструкцій – ознайомлення з різними методами візуального, інструментального та лабораторного обстеження будівель та споруд.

2. Аналіз технічного стану конструкцій – розвиток умінь визначати рівень зносу, деформацій і пошкоджень конструкцій, оцінювати їхню міцність та стійкість.

3. Випробування конструкцій – освоєння методик експериментальних випробувань конструкцій для визначення їхньої реальної міцності та здатності витримувати навантаження.

4. Оцінка надійності та довговічності – формування навичок розрахунку залишкової надійності та прогнозування довговічності конструкцій на основі отриманих даних.

5. Розробка рекомендацій щодо посилення або ремонту – навчання методам підготовки рекомендацій для усунення дефектів та підвищення безпеки і експлуатаційних характеристик конструкцій.

### Організація навчання

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, практичні заняття та консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції-бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація - візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки.

Здобувачі вищої освіти на практичних заняттях працюють з друкованим *інформативним* матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують письмові завдання (розв'язують задачі, контрольні питання або тести). Також студенти у рамках самостійної роботи виконують розрахункові роботи, захищають виконані розрахункові роботи. Поглиблене вивчення окремих питань дисципліни можливе у рамках студентського наукового гуртка. За результатами такої роботи студенти готують презентації, виступають на студентських наукових конференціях, готують публікації.

### Лекційні заняття

№ з/п	Тема, питання що вивчаються
1	Тема 1. Випробування та дослідження і засоби їх проведення. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Основні способи випробувань конструкцій.</li><li>▪ Силові дії та створення статичних навантажень.</li><li>▪ Вимірвальні прилади для статичних випробувань будівельних</li></ul>

	<p>конструкцій.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Основні види динамічних навантажень.</li> <li>▪ Основні вимірювальні прилади для динамічних випробувань.</li> </ul>
2	<p>Тема 2. Неруйнівні методи випробування та дослідження будівельних матеріалів і конструкцій.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Визначення фізико-механічних властивостей матеріалів неруйнівними методами випробувань конструкцій.</li> <li>▪ Акустичні методи дослідження міцності конструкцій.</li> <li>▪ Радіаційні методи.</li> <li>▪ Магнітні та електромагнітні методи.</li> <li>▪ Оптичні методи досліджень.</li> <li>▪ Георадіолокаційний метод.</li> <li>▪ Інші методи неруйнівного контролю.</li> </ul>
3	<p>Тема 3. Засоби та обладнання для випробування будівельних матеріалів і конструкцій</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Загальні відомості.</li> <li>▪ Випробування балкових залізобетонних конструкцій до руйнування.</li> <li>▪ Стенд для випробування стінових панелей до руйнування .</li> <li>▪ Стенд контролю якості внутрішніх стінових панелей.</li> <li>▪ Стенд контролю якості внутрішніх стінових панелей касетної технології. Стенд контролю якості плит перекриття.</li> <li>▪ Стенд контролю якості довгомірних залізобетонних виробів.</li> <li>▪ Камера для підбору оптимальних режимів теплової обробки бетонних та залізобетонних виробів.</li> </ul>
4	<p>Тема 4. Вимірювання напружень та деформації в будівельних конструкціях і спорудах</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Основні типи багатофункціональних сенсорів.</li> <li>▪ Пристрої для досліджень тензорезистивних давачів.</li> <li>▪ Напівпровідникові тензорезистивні давачі з ниткоподібних кристалів.</li> <li>▪ Вимірювання напружень та деформації ємнісними давачами в залізобетонних конструкціях будівель і споруд.</li> <li>▪ Використання напівпровідникових тензорезисторних давачів для дослідження властивостей бетонів з добавкою цеолітового порошку.</li> </ul>
5	<p>Тема 5. Методи дослідження та визначення росту тріщини</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Загальні положення.</li> <li>▪ Метод пружної податливості.</li> <li>▪ Ультразвуковий метод.</li> <li>▪ Метод різниці електричних потенціалів.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Метод акустичної емісії.</li> <li>▪ Оптичні методи</li> <li>▪ Метод вихрових струмів. Магнітні методи. Фрактографічні методи.</li> <li>▪ Спосіб вимірювання розкриття та довжини тріщин у залізобетонних конструкціях</li> </ul>
6	<p>Тема 6. Визначення характеристик тріщиностійкості бетонів</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Загальні положення та зразки.</li> <li>▪ Обладнання, проведення випробувань. Обробка результатів випробувань.</li> <li>▪ Визначення характеристик тріщиностійкості під час рівноважних випробувань з фіксуванням розмірів зростальної магістральної тріщини.</li> <li>▪ Випробування зразків під час одночасного розтягу і закруту.</li> <li>▪ Рекомендації для випробування бетону на кліматичну тріщиностійкість (морозостійкість).</li> <li>▪ Визначення розрахункових параметрів руйнування бетонів, дисперсно армованих базальтовим волокном.</li> </ul>
7	<p>Тема 7. Основні засади моделювання будівельних конструкцій</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Загальні положення і класифікація методів моделювання будівельних конструкцій.</li> <li>▪ Основні засади фізичного моделювання будівельних конструкцій. Поняття про теорію подібності та розмірності фізичного моделювання будівельних конструкцій.</li> <li>▪ Специфіка виготовлення фізичних моделей будівельних конструкцій.</li> <li>▪ Модельні фізичні дослідження будівельних конструкцій та споруд.</li> </ul>
8	<p>Тема 8. Основні принципи оцінки технічного стану будівель</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципи оцінки технічного стану конструкцій</li> <li>• Класифікація технічного стану (задовільний, незадовільний, аварійний)</li> <li>• Методи ідентифікації дефектів та пошкоджень</li> <li>• Документальне оформлення результатів огляду</li> </ul>

## Практичні заняття

№ з/п	Назва теми
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Випробування та дослідження матеріалів, конструкцій будівель і споруд.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Випробування та дослідження і засоби їх проведення.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Неруйнівні методи випробування та дослідження будівельних матеріалів і конструкцій.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Засоби та обладнання для випробування будівельних матеріалів і конструкцій.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Вимірювання напружень та деформації в будівельних конструкціях і спорудах.</li> <li>● Методи дослідження та визначення росту тріщини.</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Визначення характеристик тріщиностійкості бетонів.</li> <li>● Довготривалі дослідження конструкцій будівель, споруд, основ і фундаментів.</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Математичне планування експерименту та кореляційно-регресивний аналіз і критерії</li> <li>● Основні засади моделювання будівельних конструкцій.</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Обстеження реального об'єкта</li> </ul>

### Методи контролю та оцінювання

1. *Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей).*
2. *Письмова перевірка - розв'язування задач, контрольні роботи, тести, індивідуальні роботи.*

*Види контролю:* Поточний, проміжний та семестровий контроль

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль та самостійна робота								Екзамен	Сума
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8		
4	4	6	6	6	8	8	8	50	100

T1, T2 ... - теми лекційного курсу

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного університету природокористування пропущених лекцій, практичних,

лабораторних та семінарських занять»

[https://www.lnup.edu.ua/files/principle\\_NMVZYAVO/20.pol\\_pro\\_vidprapts\\_student\\_propus\\_zanyat.pdf](https://www.lnup.edu.ua/files/principle_NMVZYAVO/20.pol_pro_vidprapts_student_propus_zanyat.pdf)

Студент самостійно опрацьовує та представляє конспект з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьовує і здає практичний матеріал (контрольна задача, тести) з відповідної теми.

Студент самостійно виконує індивідуальні розрахункові роботи згідно наведеної вище тематики. Завдання наведені у методичних рекомендаціях.

Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен, залік.

### **Критерії поточного оцінювання**

Поточне оцінювання охоплює як аудиторну так і самостійну роботу. Поточне оцінювання здійснюється у формі усного опитування, тестів, контрольних робіт з розв'язуванням задач, захисту розрахункових робіт.

Оцінювання здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного університету природокористування».

[https://www.lnup.edu.ua/files/principle\\_NMVZYAVO/45.pol\\_pro\\_kryt\\_ocin\\_znan\\_v\\_min\\_stud.pdf](https://www.lnup.edu.ua/files/principle_NMVZYAVO/45.pol_pro_kryt_ocin_znan_v_min_stud.pdf)

Загальні критерії оцінок:

—*Відмінно* - здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності.

—*Добре* - здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня; продемонстрував уміння виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності.

—*Задовільно* - здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі; припустив значну кількість помилок у відповідях на запитання співбесіди, тестування, при виконанні завдань тощо, які може усунути самостійно.

—*Незадовільно* - здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

### **Питання, які виносять на екзамени**

1. Основні способи випробувань конструкцій.

2. Силіві дії та створення статичних навантажень.
3. Вимірювальні прилади для статичних випробувань будівельних конструкцій.
4. Основні види динамічних навантажень.
5. Основні вимірювальні прилади для динамічних випробувань.
6. Визначення фізико-механічних властивостей матеріалів неруйнівними методами випробувань конструкцій.
7. Акустичні методи дослідження міцності конструкцій.
8. Радіаційні методи.
9. Магнітні та електромагнітні методи.
10. Оптичні методи досліджень.
11. Георадіолокаційний метод.
12. Випробування балкових залізобетонних конструкцій до руйнування.
13. Стенд для випробування стінових панелей до руйнування .
14. Стенд контролю якості внутрішніх стінових панелей.
15. Стенд контролю якості внутрішніх стінових панелей касетної технології.
16. Стенд контролю якості плит перекриття.
17. Стенд контролю якості довгомірних залізобетонних виробів.
18. Камера для підбору оптимальних режимів теплової обробки бетонних та залізобетонних виробів.
19. Основні типи багатофункціональних сенсорів.
20. Пристрої для досліджень тензорезистивних давачів.
21. Напівпровідникові тензорезистивні давачі з ниткоподібних кристалів.
22. Вимірювання тиску та деформації ємнісними давачами в залізобетонних конструкціях будівель і споруд.
23. Використання напівпровідникових тензорезисторних давачів для дослідження властивостей бетонів з добавкою цеолітового порошку.
24. Метод пружної податливості.
25. Ультразвуковий метод.
26. Метод різниці електричних потенціалів.
27. Метод акустичної емісії.
28. Оптичні методи.
29. Метод вихрових струмів. Магнітні методи. Фрактографічні методи.
30. Спосіб вимірювання розкриття та довжини тріщин у залізобетонних конструкціях.
31. Обладнання, проведення випробувань. Обробка результатів випробувань.
32. Визначення характеристик тріщиностійкості під час рівноважних випробувань з фіксуванням розмірів зростаючої магістральної тріщини.
33. Випробування зразків під час одночасного розтягу і закруту.
34. Рекомендації для випробування бетону на кліматичну тріщиностійкість (морозостійкість).
35. Визначення розрахункових параметрів руйнування бетонів, дисперсно армованих базальтовим волокном.
36. Загальні положення і класифікація методів моделювання будівельних конструкцій.
37. Основні засади фізичного моделювання будівельних конструкцій. Поняття про теорію подібності та розмірності фізичного моделювання будівельних



конструкцій.

38. Специфіка виготовлення фізичних моделей будівельних конструкцій.
39. Модельні фізичні дослідження будівельних конструкцій та споруд.
40. Що таке огляд та обстеження будівель, і які його основні етапи?
41. Які є основні види обстеження будівель?
42. Які нормативні документи регулюють обстеження технічного стану будівель?
43. Які основні методи візуального обстеження будівель та їх конструкцій?
44. Охарактеризуйте основні інструментальні методи діагностики будівель.
45. В чому полягають переваги та недоліки неінвазивних методів обстеження?
46. Які типи фундаментів існують і як вони обстежуються?
47. Які основні види пошкоджень фундаментів, і як їх можна ідентифікувати?
48. Які методи можна використовувати для підсилення або ремонту фундаментів?
49. Як оцінюється технічний стан стін, колон та перекриттів?
50. Які дефекти та пошкодження найчастіше зустрічаються у несучих конструкціях?
51. Як проводиться діагностика бетонних, дерев'яних та металевих конструкцій?
52. Які основні методи оцінки міцності бетону, деревини та металу використовуються під час обстеження будівель?
53. Що таке корозія металевих конструкцій, і як її можна запобігти?
54. Як впливає вологість на стан будівельних матеріалів, таких як дерево?
55. Які особливості обстеження систем водопостачання та каналізації?
56. Як визначити технічний стан систем опалення та вентиляції?
57. Які методи використовуються для діагностики електричних мереж?
58. Охарактеризуйте основні види тріщин у конструкціях та причини їх виникнення.
59. Як відрізнити тріщини, які не впливають на несучу здатність будівлі, від критичних пошкоджень?
60. Які дефекти можуть призвести до аварійного стану будівлі?
61. Які основні етапи складання технічного звіту про обстеження будівлі?
62. Яку інформацію повинно містити заключення про технічний стан будівлі?
63. Як класифікуються дефекти в технічних звітах?
64. Які методи використовуються для відновлення та підсилення несучих конструкцій?
65. Охарактеризуйте технології підсилення фундаментів і перекриттів.
66. Які сучасні матеріали та технології застосовуються для реставрації будівель?
67. Які технології використовуються для лазерного сканування будівель?
68. Як застосовуються дрони для обстеження важкодоступних елементів будівель?
69. Яка роль BIM (Building Information Modeling) у процесі обстеження та реконструкції будівель?
70. Які основні законодавчі акти регулюють процес обстеження будівель в Україні?

71. Які вимоги до періодичності проведення технічного обстеження будівель?
72. Яка відповідальність інженерів за невиконання або неякісне проведення обстежень?
73. Як правильно планувати та проводити обстеження великої будівлі?
74. Як скласти рекомендації щодо ремонту або реконструкції об'єкта на основі результатів обстеження?
75. Які ризики пов'язані з неправильним обстеженням будівельних конструкцій?

### **Рекомендована література**

1. Барашиков А. Я. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд: навчальний посібник/ А. Я. Барашиков, О. М. Малишев. – К.: Основа. – 2008. – 320 с
2. ДБН В.1.2-14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд" Київ. Міністерство розвитку громад та територій України 2022. 35с.
3. Кліменко В. З. Випробування та обстеження будівельних конструкцій і споруд / В. З. Кліменко, І. Д. Белов // – К.: Основа, 2005.– 207 с.
4. Лучко Й. Й. Методи випробування та дослідження будівельних матеріалів, конструкцій будівель і споруд: [Підручник] За ред. д.т.н., проф. Й. Й. Лучка / Й. Й. Лучко // М-во освіти і науки України; Львівський національний аграрний університет. – Львів: Світ. – 2021. – 485 с.
5. Лучко Й. Й. Методи дослідження та випробування будівельних матеріалів та конструкцій: [Монографія] /Й. Й. Лучко, П. М. Коваль, М. Л. Дем'ян; НАН України, ФМІ ім. Г. В. Карпенка. – Львів: Каменяр, 2001. – 436 с.
6. Лучко Й. Й. Основи досліджень та випробувань будівельних матеріалів і конструкцій: [Навчальний посібник рек. МОНУ]. За ред. д.т.н., проф. Й. Й. Лучка / Й. Й. Лучко, П. М. Коваль // М-во освіти і науки, молоді та спорту України; Львівський національний аграрний університет; Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури. – Львів. Каменяр, 2011. – 230 с.