

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з НВР ЛНУП
професор Віталій Боярчук

“ _____ ” _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СКЛЯНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОС «Магістр»
ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»

Львів 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Скляні конструкції будівель» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Розробник: Осадчук Т.Ю., кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри будівельних конструкцій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри будівельних конструкцій протокол № 2 від «29» серпня 2024 року

Завідувач кафедри

(підпис)

к.т.н., доц. Гнатюк О.Т.
(прізвище та ініціали)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії (ради) факультету будівництва та архітектури протокол № 2 від «29» серпня 2024 року

Голова методичної комісії факультету

(підпис)

к.т.н., доц. Мазурак А.В.
(прізвище та ініціали)

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма навчальної дисципліни «Скляні конструкції будівель» складено відповідно до ОПП за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» і охоплює всі змістові модулі з кількістю академічних годин / кредитів, передбачених навчальним планом. Навчальна дисципліна «Скляні конструкції будівель» є логічним продовженням дисциплін «Проектування будівельних конструкцій» і має на меті забезпечити здобувачам другого (магістерського) рівня вищої освіти опанувати теоретичними основами та набути практичного вміння в проектуванні скляних несучих конструкцій будівель та споруд.

Предметом вивчення дисципліни є загальні принципи розрахунку, конструювання та техніко-економічної оцінки скляних несучих конструкцій.

Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній ступінь		
Галузь знань	19 «Архітектура та будівництво»	
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія	
Освітньо-професійна програма	ОП «Будівництво та цивільна інженерія»	
Освітній ступінь	магістр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Курсовий проєкт (робота)	-	
Форма контролю	залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Семестр	2	2
Кількість тижнів	16	16
Кількість кредитів ECTS	3,0	3,0
Загальний обсяг годин	90 год	90 год
Аудиторних	32 год	10 год
Лекції	16 год	4 год
Лабораторні заняття	-	-
Практичні, семінарські заняття	16 год	6 год
Самостійна робота	58 год	80 год
Залік	2 год	2 год
Кількість тижневих годин	2 год	-
Індивідуальні завдання	-	4 год

Метою дисципліни «Скляні конструкції будівель» є всебічна підготовка магістрів з будівництва та цивільної інженерії для застосування знань та вмінь принципів проектування, виготовлення, застосування та експлуатації скляних несучих конструкцій будівель та споруд.

Завданнями навчальної дисципліни є оволодіння студентами теоретичними знаннями, набуття практичних вмінь і навичок з питань проектування, виготовлення, застосування та експлуатації скляних несучих конструкцій будівель та споруд з використанням сучасного програмного забезпечення на основі сучасних національних і європейських нормативних документів.

Вивчення дисципліни забезпечує набуття студентом наступних програмних компетентностей згідно з ОПП:

- Інтегральна компетентність (ІНК):

ІНК. Здатність розв'язувати складні задачі та вирішувати практичні проблеми професійної діяльності у сфері будівництва та цивільної інженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів визначення міцності, стійкості, довговічності та надійності конструкцій, будівель та споруд, застосування новітніх технологій, сучасних методів організації праці, наукомістких комп'ютерних технологій, систем автоматизованого проектування, управління проектами, проведення досліджень та здійснення інновацій.

- Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 05. Здатність приймати обґрунтовані рішення, здійснювати пошук та аналізувати інформацію з різних джерел.

- Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК 01. Здатність інтегрувати спеціалізовані концептуальні знання в галузі будівництва та цивільної інженерії, у поєднанні з дотриманням чинних нормативно-правових документів у сфері архітектури та будівництва, для вирішення складних інженерних задач.

СК 02. Здатність розробляти та реалізовувати проекти в галузі будівництва та цивільної інженерії, враховувати соціальні, екологічні, естетичні, економічні аспекти.

СК 04. Здатність проводити обстеження, випробування, діагностику та розрахунки конструкцій при розв'язанні фахових задач.

СК 06. Здатність використовувати комп'ютерні програми, що існують в галузі будівництва, при вирішенні складних інженерних задач.

СК 08. Здатність інтегрувати знання з інших галузей для розв'язання складних фахових задач в тому числі пов'язаних з розрахунком, проектуванням, будівництвом, реконструкцією і ремонтом будівельних конструкцій шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

- Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 01. Проектувати будівлі і споруди, в тому числі з використанням програмних систем комп'ютерного проектування, з метою забезпечення їх надійності та довговічності, прийняття раціональних проектних та технічних рішень, техніко-економічного обґрунтування, враховуючи особливості експлуатації при збереженні умов з ресурсо-та енергозбереження.

ПРН 03. Проводити технічну експертизу проектів, здійснюючи контроль відповідності проектів і технічної документації, завданням на проектування, технічним умовам та іншим чинним нормативно-правовим документам у сфері архітектури та будівництва.

ПРН 05. Уміти використовувати норми проектування, стандарти, довідники, засоби автоматизації проектування, спілкуватися українською та іноземною мовами для вирішення професійних проблем і результатів діяльності у сфері архітектури та будівництва.

ПРН 08. Відслідковувати найновіші досягнення в галузі будівництва та архітектури, застосовувати їх для створення інновацій.

ПРН 11. Уміти використовувати архітектурно-планувальні навички при проектуванні спеціальних конструкцій, розробляти нетипові вузли та деталі, робити техніко-економічні обґрунтування, оцінювати несучу здатність та деформативність спеціальних конструкцій.

ПРН 12. Збирати необхідну технічну інформацію за фахом, аналізувати і оцінювати її, використовувати науково-технічну літературу в проектуванні та виробництві.

ПРН 13. Дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен:

- **знати:** правила проектування, виготовлення, застосування та експлуатації різних несучих конструкцій будівель та споруд із одно- та багатошарового скла;
- **уміти:** проектувати несучі скляні конструкції і будівлі та споруди з їх використанням, розраховувати скляні конструкції за граничними станами першої та другої груп.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Скло в будівництві.

- 1.1. Історичний розвиток скляних конструкцій.
- 1.2. Области застосування.
- 1.3. Технології виготовлення.
- 1.4. Загальна класифікація.

2. Фізико-механічні характеристики скла.

- 1.1. Звичайне скло.
- 1.2. Термо- та хімічно-зміцнене скло.
- 1.3. Загартоване скло.
- 1.4. Армоване скло.

3. Плівки та їх фізико-механічні характеристики

- 3.1. PVB (полівінілбутираль)
- 3.2. SentryGlas™ Plus (SGP)
- 3.3. EVA (етиленвінілацетат)
- 3.4. TPU (термопластичний поліуретан)

4. Багатошарове скло

- 4.1. Технології виготовлення: різновиди, особливості.
- 4.2. Зчеплення шарів скла між собою.
- 4.3. Напруження в перерізі елемента.
- 4.4. Безпечне скло.

5. Одно- та багатошарові скляні балки

- 5.1. Особливості розрахунку.
- 5.2. Принципи проектування.

6. Одно- та багатошарові скляні плити

- 6.1. Особливості розрахунку.
- 6.2. Принципи проектування.

7. Скляні колони

- 5.1. Особливості розрахунку.
- 5.2. Принципи проектування.

8. Огляд норм проектування
- 8.1. EN 16612 та EN 16613 (Європа).
- 8.2. CEN/TS 19100 (розробка Єврокоду для скляних конструкцій).
- 8.2. DIN 18008 (Німеччина).
- 8.3. ÖNORM B 3716 (Австрія).
- 8.4. SIA Merkblatt 2057, SIA 260, SIA 261 (Швейцарія).
- 8.5. ASTM E1300-24 (США).

ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назва теми
1	Розрахункове значення міцності звичайного та зміцненого скла. Коефіцієнти до розрахунку
2	Порівняння фізико-механічних характеристик плівок PVB та EVA для міжшарового ламінування
3	В'язко-пружні властивості полімерних плівок PVB та EVA.
4	Метод приведеної товщини для перерізу елемента з багатошарового скла згідно з EN 16612.
5	Основи розрахунку скляних конструкцій за допомогою ПК Ліра-САПР.
6	Основи розрахунку скляних конструкцій за допомогою SJ MEPLA (DIN 18008 та TRAV/TRLV, NEN 2608, EN 16612, CAN CGSB, Ö-Norm B3716, ASTM E1300, SIA 2057).
7	Основи розрахунку скляних конструкцій за допомогою Додаткового модуля RF-GLASS до RFEM від Dlubal Software GmbH (DIN 18008 та TRLV).
8	Основи розрахунку скляних конструкцій за допомогою GLASGLOBAL® від Sommer Informatik GmbH (EN 16612, DIN 18008, ÖNORM B 3716, SIA 2057, E1300-16)

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назва теми
1	Основи теорії пружності пластин та оболонок. Особливості напружено-деформованого стану в залежності від типу опирання та виду навантаження.
2	Використання скляних елементів у просторових конструкціях покриття: конструктивні рішення.
3	Суцільно-скляні споруди: приклади, конструктивні особливості.
4	Несучі скляні стіни: приклади застосування, конструктивні особливості.
5	Сучасні фасадні системи з несучими скляними елементами.
6	Вузли з'єднань скляних елементів.
7	Властивості полімерних плівок CIP (Cast in Place).
8	Метод приведеної товщини для перерізу елемента з багатошарового скла згідно з Галупі та Ройер-Карфаньї.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Рік підготовки 2024-25 Семестр 1						Рік підготовки 2024-25 Семестр 1					
Тема 1.	9.5	2	2			5.5	11.25	0.5	0.75			10
Тема 2.	11.5	2	2			7.5	11.25	0.5	0.75			10
Тема 3	11.5	2	2			7.5	11.25	0.5	0.75			10
Тема 4	11.5	2	2			7.5	11.25	0.5	0.75			10
Тема 5	11.5	2	2			7.5	11.25	0.5	0.75			10
Тема 6	11.5	2	2			7.5	11.25	0.5	0.75			10
Тема 7	11.5	2	2			7.5	11.25	0.5	0.75			10
Тема 8	11.5	2	2			7.5	11.25	0.5	0.75			10
Разом за семестр	90	16	16			58	90	4	6			80
Залік	2					2	2					2
Індивідуальні											4	

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

1. **Словесні методи** (розповідь, пояснення, бесіда, лекція).
2. **Наочні методи:** ілюстрація (таблиці, рисунки, схеми, тощо).
3. **Практичні методи:** практичні роботи.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

1. **Усне опитування** (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).
 2. **Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка** (рішення задач і прикладів, контрольні роботи, тощо).
 3. **Практична перевірка** (виконання практичної роботи).
- Види контролю:** поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50балів)								Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	100
9	13	13	13	13	13	13	13	

T1, T2 ... – теми

Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до практичних занять; індивідуальні завдання; контрольні роботи; методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. ДБН В.1.2-14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд" із Зміною №1. https://e-construction.gov.ua/files/new_doc/3022057264165946908/2023-01-24/70ffd643-c8d7-47d7-92d9-47d0bf543e46.pdf
2. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування" із зміною № 1 та № 2. https://e-construction.gov.ua/files/new_doc/3070574263435003317/2023-03-31/670e67af-b4c0-4a2f-b855-а6а41520d31f.pdf
3. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування.
4. ДСТУ EN 16612:2022(EN 16612:2019, IDT). Скло в будівництві. Визначення опору бічного навантаження скляних панелей розрахунковим методом.
5. ДСТУ EN 16613:2022(EN 16613:2019, IDT). Скло в будівництві. Багатошарове скло та багатошарове безпечне скло. Визначення в'язкопружних властивостей проміжного шару.
6. ДСТУ CEN/TS 19100-1:2022 (CEN/TS 19100-1:2021, IDT). Проектування скляних конструкцій. Частина 1. Основи конструкції та матеріали.
7. ДСТУ CENTS 19100-2:2022 (CEN/TS 19100-2:2021, IDT). Проектування скляних конструкцій. Частина 2: Проектування скляних компонентів, навантажених поза площиною.
8. ДСТУ CEN/TS 19100-3:2022 (CEN/TS 19100-3:2021, IDT). Проектування скляних конструкцій. Частина 3: Проектування скляних компонентів із навантаженням у площині та їх механічних з'єднань.
9. CEN/TS 19100-4:2024. Design of glass structures - Part 4: Glass selection relating to the risk of human injury - Guidance for specification.
10. DIN 18008-1:2020-05. Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen (Glass in Building - Design and construction rules - Part 1: Terms and general bases). <https://dx.doi.org/10.31030/3097357>
11. DIN 18008-2:2020-05. Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen (Glass in Building - Design and construction rules - Part 2: Linearly supported glazings). <https://dx.doi.org/10.31030/3097358>
12. DIN 18008-3:2013-07. Glass in Building - Design and construction rules - Part 3: Point fixed glazing (Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen). <https://dx.doi.org/10.31030/2006043>
13. DIN 18008-4:2013-07. Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen (Glass in Building - Design and construction rules - Part 4: Additional requirements for barrier glazing). <https://dx.doi.org/10.31030/2006044>
14. DIN 18008-5:2013-07. Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen (Glass in Building - Design and construction rules - Part 5: Additional requirements for walk-on glazing). <https://dx.doi.org/10.31030/2006045>
15. DIN 18008-6:2018-02. Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen (Glass in building - Design and construction rules - Part 6: Additional requirements for walk-on glazing in case of maintenance procedures and for fall-through glazing). <https://dx.doi.org/10.31030/2792356>

16. ÖNORM B 3716-1: 2021-08-01. Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau - Teil 1: Grundlagen (Glass in building - Structural glass construction - Part 1: Basic principles). 21 p.
17. ÖNORM B 3716-2: 2021-08-01. Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau - Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen (Glass in building - Structural glass construction - Part 2: Linear glazings). 6 p.
18. ÖNORM B 3716-3: 2015-01-01. Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau - Teil 3: Vertikale Verglasung mit absturzsichernder Funktion (Glass in building - Structural glass construction - Part 3: Vertical glazings with protective function against fall). 14 p.
19. ÖNORM B 3716-4 (2009-11-15) - Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau - Teil 4: Betretbare, begehbare und befahrbare Verglasung (Glass in building - Structural glass construction - Part 4: Accessible, walkable and trafficable glazings). 6 p.
20. ÖNORM B 3716-5:2013-04-01. Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau - Teil 5: Punktförmig gelagerte Verglasungen und Sonderkonstruktionen (Glass in building - Structural glass construction - Part 5: Point fixed glazing and special structures). 7 p.
21. ÖNORM B 3716-7:2014-09-01. Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau - Teil 7: Glasanwendungen (Glass in building - Structural glass construction - Part 7: Applications for glass German). 10 p.
22. SIA 2057:2021-08. Glasbau (de) / Constructions en verre (fr) / Costruzioni di vetro (it) / Glass structures (en). Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (de) / Société suisse des ingénieurs et des architectes (fr) / Società svizzera degli ingegneri e degli architetti (it) / Swiss society of engineers and architects (en). Zurich. 68 p. <https://shop.sia.ch/normenwerk/ingenieur/glasbau/D/Product>
23. ASTM E1300-24. Standard Practice for Determining Load Resistance of Glass in Buildings. 65 p. DOI: DOI: 10.1520/E1300-24

Допоміжна

1. Markus Feldmann, Maximilian Laurs, Jan Belis, Nebosja Buljan, Annie Criaud, Eric Dupont, Martina Eliasova, Laura Galuppi, Paavo Hassinen, Ruth Kasper, Christian Louter, Giampiero Manara, Anne Minne, Tim Morgan, Gabriele Pisano, Mauro Overend, Gianni Royer-Carfagni, Jens Schneider, Gregor Schwind, Christian Schuler, Geralt Siebert & Anna Sikynova. The new CEN/TS 19100: Design of glass structures. *Glass Struct Eng* 8, 317–337 (2023). <https://doi.org/10.1007/s40940-023-00219-y>
2. Luible, Andreas & Wüest, Thomas (2020). Glass Design in Switzerland. In Jan Belis; Freek Bos, Christian Louter (Hrsg.), *Challenging Glass 7. Conference on Architectural and Structural Applications of Glass*, Delft: TU Delft Open.
3. Luible, Andreas (2021). Neues Merkblatt SIA 2057: "Glasbau". *Tec* 21, 2021(27), 20-21. <https://www.espazium.ch/de/aktuelles/neues-merkblatt-sia-2057-glasbau>
4. Fildhuth, Thiemo; Luible, Andreas; Stöckli, Thomas & Wüest, Thomas (2022). SIA 2057 – Merkblatt zum Glasbau in der Schweiz. *Stahlbau*, 1-7. <https://doi.org/10.1002/stab.202200009>
5. Stöckli, Thomas & Wüest, Thomas (2022). Metall: Glasbau SIA 2057 an der HSLU T&A in Horw. *Metallonline*, 1. <https://www.metallonline.ch/de/magazin/detail/glasbau-sia-2057-an-der-hslu-ta-in-horw>
6. Luible, Andreas; Stöckli, Thomas & Wüest, Thomas (2022). Fassade 2/2022: Glasbau in der Schweiz – Merkblatt SIA 2057. *Fassade - Schweizerische Fachzeitschrift für Fenster- und Fassadenbau*, 1.
7. Luible, Andreas; Stöckli, Thomas & Wüest, Thomas (2022). Glaswelt: SIA 2057 v. DIN 18008 (Teil 1 von 2). *Glaswelt: Glas, Fenster, Fassade, Metallbau, Bauelemente*, 1. <https://www.glaswelt.de/glas/glasbau-der-schweiz-teil-01-sia-2057-vs-din-18008>
8. Wüest Thomas; Fildhuth Thiemo; Luible Andreas (2023). New Swiss technical specification SIA 2057 for glass structures and its post failure limit state concept. *Glass Struct Eng* 8, 339–351. <https://doi.org/10.1007/s40940-023-00227-y>

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет:
<https://admin.e-construction.gov.ua/> (Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва (ЄДЕССБ)).
Saint-Gobain Glass (United Kingdom) Limited 2024. Comprehensive Resources (Document Hub). <https://www.saint-gobain-glass.co.uk/document-hub/>