ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНОЇ ОСВІТИ
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова НМР ВСП «ІІНО КНУБА»
_____ Дмитро ПРУСОВ
від «26» травня 2026 р.

КАРТА ДИСЦИПЛІНИ (СИЛАБУС)

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ПРОЄКТУВАННЯ

1) Шифр за ОПП: ВК
2) Навчальний рік: 2026/2027
3) Освітній рівень: другий рівень вищої освіти (магістр)
4) Форма навчання: денна/заочна
5) Компонента спеціальності: вибіркова
6) Семестр: 3
7) Викладачі (розробники карти): завідувач кафедри БІТ, д.т.н., проф. Прусов Д.Е.; dmytro.prusov@iino.in.ua к.т.н. Сібіковський О.В.; sibikovskyi.ov@iino.in.ua Посилання на сторінку викладача на сайті ВСП «ІІНО КНУБА»: https://iino.knuba.edu.ua/2017-08-27-11-33-37/kafedry/kafedra-budivnytstva-ta-informatsiinykh-tekhnolohii/sklad-kafedri?layout=edit
8) Мова навчання: українська
9) Пререквізити (дисципліни-попередники, які необхідно вивчити, щоб слухати цей курс): Вивченню дисципліни передують наявність знань із дисциплін: Методологія і організація наукових досліджень, САПР в будівництві, Технічний нагляд і науково-технічний супровід об'єктів будівництва, BIM-технології.
10) Мета курсу: формування у здобувачів вищої освіти системного комплексного мислення та поглиблених практичних компетентностей у сфері застосування передових цифрових, розрахункових і матеріалознавчих технологій для створення надійних, безпечних, економічно ефективних та екологічно сталих об'єктів промислового та цивільного будівництва. Основними завданнями дисципліни є: – опанування методів параметричного, алгоритмічного та генеративного проєктування для автоматизації рутинних інженерних завдань і пошуку оптимальних конструктивних рішень. – засвоєння теорії та практичних навичок чисельного моделювання складних несучих систем з урахуванням різних видів нелінійності, сумісної роботи з ґрунтовою основою та динамічних/сейсмічних впливів. – вивчення конструктивних особливостей і методик розрахунку великопрогонових, просторових та висотних систем. – ознайомлення з інноваційними будівельними матеріалами та технологіями їх ефективного застосування у конструюванні. – засвоєння принципів індустріального проєктування та концепцій "зеленого будівництва", а також об'єктів альтернативної енергетики.

11) Структура курсу:

Лекції, год	Практичні заняття, год	Лабораторні заняття, год	Курсовий проєкт/ курсова робота/ РГР/ контрольна робота	Самостійна робота здобувача, год	Форма підсумкового контролю
20/10	20/10	-	Контрольна робота	110/130	залік
Сума годин:			150		
Загальні кількість кредитів ЄКТС:			5,0		

12) Зміст курсу: (окремо для кожної форми занять – Л/Пр/Лаб/ КР/СРС)

Лекції: –– 20/10 год.

Тема 1. Концептуальні засади інноваційного проєктування.
Стратегії цифрової трансформації проєктних організацій. Технологія цифрових двійників на етапах проєктування, будівництва та експлуатації будівель і споруд.
Тема 2. Параметричне, алгоритмічне та генеративне проєктування.
Принципи параметричного та алгоритмічного формотворення складних архітектурно-конструктивних форм. Генеративний дизайн, топологічна оптимізація та застосування штучного інтелекту в інженерних розрахунках.
Тема 3. Автоматизація та програмування розрахунково-проєктних робіт.
Скриптування та автоматизація рутинних інженерних завдань. Автоматизоване генерування розрахункових схем, робочих креслень та специфікацій.
Тема 4. Нелінійні методи розрахунку та чисельне моделювання.
Фізична, геометрична та конструктивна нелінійність у сучасних розрахунках будівельних конструкцій. Чисельне моделювання складних вузлів і з'єднань конструкцій у програмних комплексах високого рівня.
Тема 5. Проєктування будівель при динамічних, сейсмічних та прогресуючих впливах.
Динамічний розрахунок споруд. Інноваційні системи сейсмозахисту. Розрахунок на стійкість проти прогресуючого обвалення.
Тема 6. Інновації в геотехніці та сумісні розрахунки системи "основа–фундамент–споруда".
Сучасні чисельні методи в геотехніці. Моделювання ґрунтового середовища як нелінійного гетерогенного тіла. Врахування просторової жорсткості надземних конструкцій та просторової роботи фундаментів при проєктуванні глибоких котлованів і висотних будівель.
Тема 7. Застосування інноваційних матеріалів в інженерних рішеннях.
Конструювання та розрахунок елементів із надвисокоміцних бетонів, композитного армування та самовідновлюваних матеріалів. Проєктування з використанням сучасних сталезалізобетонних систем.
Тема 8. Інженерне проєктування великопрольотних та просторових систем.
Проєктування вантових, мембранних, сітчастих та тентових конструкцій. Оцінка аеродинамічної стійкості великопрольотних та висотних споруд.
Тема 9. Енергоефективне та стале проєктування.
Проєктування будівель із нульовим енергоспоживанням та активних будівель. Проєктування об'єктів альтернативної енергетики. Оцінка життєвого циклу конструкцій та будівель. Міжнародні стандарти екологічної сертифікації.
Тема 10. Індустріалізація проєктування.
Проєктування для виготовлення та складання. Модульне та префаб-будівництво. Інженерні особливості проєктування під адитивні технології та застосування інноваційних технологій для супроводу будівництва.

Практичні: – 20/10 год.

Тема 1: Створення базової цифрової параметричної моделі складної геометричної форми. Алгоритмічне формування конструктивної сітки та вариативне конструювання несучих елементів.

Тема 2: Автоматизація рутинних завдань: написання скрипту для автоматичного збору навантажень або маркування елементів. Застосування інструментів генеративного дизайну для пошуку оптимальної форми несучої конструкції.

Тема 3: Топологічна оптимізація окремих вузлів та деталей із метою мінімізації матеріалоємності.

Створення алгоритму автоматичного генерування специфікацій та аналізу геометричних відхилень.

Тема 4: Моделювання та розрахунок конструкцій з урахуванням фізичної нелінійності матеріалів. Урахування геометричної та конструктивної нелінійності при розрахунку гнучких або стиснуто-зігнутих елементів.

Тема 5: Чисельне моделювання та детальний розрахунок складного вузла (сталевого, залізобетонного або комбінованого) методом МКЕ. Розрахунок будівлі на сейсмічні впливи за допомогою спектрального методу та прямого динамічного аналізу.

Тема 6: Моделювання систем сейсмоізоляції або демпфування у розрахунковій схемі будівлі. Моделювання та розрахунок будівлі на стійкість проти прогресуючого обвалення (локальне видалення несучого елемента).

Тема 7: Моделювання сумісної роботи системи "основа–фундамент–споруда" з урахуванням нелінійних властивостей ґрунту. Оцінка впливу нового будівництва (глибокого котловану) на існуючу навколишню забудову.

Тема 8: Моделювання та розрахунок великопрольотної просторової системи (вантової, сітчастої або мембранної). Оцінка аеродинамічного тиску та вітрових потоків навколо висотної будівлі методом обчислювальної гідродинаміки.

Тема 9: Моделювання та розрахунок елементів з інноваційних матеріалів (надвисокоміцний бетон UHPC, композитна FRP-арматура, CLT-панелі). Енергетичне моделювання будівлі та розрахунок балансу для концепції NZEB.

Тема 10: Моделювання префаб-елементів та модульних конструкцій згідно з принципами DfMA. Оцінка життєвого циклу конструктивного рішення та розрахунок вуглецевого сліду.

Лабораторні: -

Контрольна робота: виконується за індивідуальним варіантом.

Тема: «Інженерне проєктування та комплексний чисельний аналіз несучої системи будівлі/споруди із застосуванням інноваційних технологій»

Мета роботи: Опанування сучасними методами параметричного формотворення, нелінійного розрахунку несучих конструкцій, оцінки динамічних впливів та елементів екологічного проєктування.

Вихідні дані (видаються студенту за варіантами):

Тип споруди: висотна будівля, великопрольотне покриття (стадіон, виставковий центр) або будівля складної геометричної форми. Район будівництва: сейсмічність (6–8 балів), вітровий та сніговий райони, геологічний розріз майданчика. Матеріали: поєднання традиційних конструкцій із інноваційними.

Склад та структура КР: складається з пояснювальної записки та графічної частини.

1. Пояснювальна записка (орієнтовно 25–35 сторінок):

Вступ: Обґрунтування вибору інноваційних рішень для заданого об'єкта.

Розділ 1. Параметричне моделювання та формотворення.

Опис розробленого скрипту для генерації геометричної схеми. Результати варіативного проєктування або топологічної оптимізації (порівняння 2–3 варіантів).

Розділ 2. Поглиблений розрахунок несучої системи.

Створення розрахункової схеми. Розрахунок з урахуванням нелінійності (фізичної або геометричної). Оцінка динамічної/сейсмічної стійкості або розрахунок на стійкість проти прогресуючого обвалення.

Розділ 3. Геотехнічний аналіз або розрахунок складного вузла.

Розрахунок сумісної роботи системи "основа–фундамент–споруда" або детальний розрахунок критичного вузла конструкції.
Розділ 4. Інноваційні матеріали та Sustainable Design.
Обґрунтування застосування інноваційного матеріалу (наприклад, UHPC у вузлах чи CLT у перекриттях). Експрес-оцінка вуглецевого сліду або показників енергоефективності.
Висновки: підсумковий аналіз ефективності прийнятих інженерних рішень.

2. Графічна частина (2–3 аркуші формату А3 або цифрова планшетна презентація):
Аркуш 1: Загальна тривимірна параметрична модель, схема алгоритму формотворення, результати топологічної оптимізації.
Аркуш 2: Розрахункова схема, ізополя/ізолінії напружень і переміщень, форми власних коливань, результати нелінійного розрахунку.
Аркуш 3: Креслення та деталізація складної просторової системи / розрахункового вузла / специфікація інноваційних матеріалів.

Самостійна робота студента: – 110/130 год.

1. Концепція Industry 4.0/5.0 та її прояв в інженерному проєктуванні.
2. Сутність та архітектура технології цифрових двійників (Digital Twin).
3. Принципи та переваги параметричного й алгоритмічного проєктування.
4. Сутність генеративного дизайну (Generative Design) та його відмінність від САПР.
5. Задачі та методи топологічної оптимізації будівельних конструкцій.
6. Можливості використання мов програмування (Python) та API в автоматизації проєктування.
7. Види нелінійностей (фізична, геометрична, конструктивна) та їх урахування в розрахунках МКЕ.
8. Особливості розрахунку будинків на сейсмічні впливи за методом спектрів відповіді.
9. Прямий динамічний розрахунок споруд на дії акселерограм (Time-History Analysis).
10. Концепції та методи захисту будівель від прогресуючого обвалення.
11. Сучасні засоби сейсмоізоляції та гасіння коливань (демпфери, ізолятори).
12. Особливості розрахунку та чисельного моделювання складних вузлів з'єднання елементів.
13. Особливості чисельного моделювання ґрунтового середовища як нелінійно-деформівного тіла.
14. Методи розрахунку сумісної роботи системи «основа–фундамент–надземна споруда».
15. Вплив влаштування глибоких котлованів на існуючу навколишню забудову.
16. Конструктивні особливості та принципи розрахунку вантових і мембранних систем.
17. Переваги та специфіка розрахунку сітчастих і купольних просторових покриттів.
18. Застосування обчислювальної гідродинаміки (CFD) для розрахунку вітрових навантажень.
19. Фізико-механічні властивості та сфери застосування надвисокоміцних бетонів (UHPC).
20. Особливості конструювання та розрахунку елементів із композитним армуванням (FRP).
21. Проєктування будівельних систем із застосуванням CLT-панелей.
22. Концепція DfMA (Design for Manufacture and Assembly) у модульному будівництві.
23. Специфіка інженерного проєктування конструкцій під будівельний 3D-друк.
24. Концепція будівель із нульовим енергоспоживанням (NZEB).
25. Методологія оцінки життєвого циклу будівельних об'єктів (LCA).
26. Поняття "зв'язаного вуглецю" та шляхи його мінімізації в проєктуванні.
27. Інтеграція відновлюваних джерел енергії в огороджувальні конструкції (BIPV).
28. Основні системи екологічної сертифікації будівель (BREEAM, LEED, WELL).
29. Використання AR/VR технологій на етапах проєктування та авторського нагляду.
30. Застосування безпілотних літальних апаратів (UAV) та фотограмметрії в інженерних вишукуваннях і контролі будівництва.

Самостійна робота передбачає: опрацювання нормативно-технічних документів; аналіз літературних джерел; підготовку до практичних занять; виконання контрольної роботи; підготовку до підсумкового контролю.

13) Рекомендовані джерела

Основна література:

1. Ярмоленко І.В. Впровадження BIM технологій у будівництві: міжнародний досвід та українська практика. - Чернівці: Буковинський університет, 2022. - 184 с
2. Цифрові двійники в життєвому циклі об'єктів будівництва: Монографія / За ред. проф. Ковальського В.І. - К.: Ліра-К, 2024. - 240 с.
3. Бородкіна І. Л., Бородкін Г. В. Інженерія програмного забезпечення: Навчальний посібник. - К.: Центр навчальної літератури, 2022. - 218 с.
4. Перельмутер А.В., Сливкер В.І. Чисельне моделювання фізичної та геометричної нелінійності у програмних комплексах високого рівня (ANSYS/LIRA).- К.:Сталь, 2023.- 310с.
5. Сучасні чисельні методи в геотехніці та моделювання нелінійного ґрунтового середовища: Монографія / За ред. проф. Корнієнка М.В. — К.: КНУБА, 2023. — 288 с.
6. Молодід О. С., Тонкачеєв Г. М., Тонкачеєв В. Г. Інноваційні технології каркасного будівництва: Навчальний посібник. - К.: Ліра-К, 2026. - 316 с. (Конструювання сталезалізобетонних та монолітних систем).
7. Проєктування вантових, мембранних та тентових конструкцій: Навчальний посібник для інженерних спеціальностей. - Львів: Львівська політехніка, 2024. - 204 с.
8. Проєктування будівель із нульовим енергоспоживанням (Net Zero Energy Buildings) та міжнародні екологічні стандарти LEED і BREEAM. - К.: Фенікс, 2023. - 176 с.
9. Модульне та префаб-будівництво: інженерні особливості проєктування під адитивні технології (3D-друк бетоном). - К.: Ліра-К, 2024. - 192 с.
10. Кріпак В. Д. Основи проєктування залізобетонних конструкцій за Європейськими нормами : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Київ : Ліра-К, 2023. 147 с.
11. Клімов Ю. А. Проєктування монолітних залізобетонних конструкцій багатоповерхової будівлі з ребристим перекриттям : навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2024. 148 с.
12. Корнієнко М. В., Ращенко А. М., Диптан Т. В. Основи і фундаменти : навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2024. 168 с.
13. Stjepandić J., Sommer M., Denkena B. (eds.). DigiTwin: An Approach for Production Process Optimization in a Built Environment. Cham : Springer, 2022. 259 p Jiang Z. Green High-Performance Concrete with Manufactured Sand. Singapore : Springer, 2022. 432 p.
14. Progressive Collapse Resilience of Concrete Structures: Mechanisms, Simulations and Experiments. Singapore: Springer, 2023. 278 p.
15. Kale I. R., Sadollah A. (eds.). Optimization Methods for Structural Engineering. Singapore: Springer, 2023. 225 p
16. Alavi H., Kookalani S., Rahimian F., Forcada N. Integrated Building Intelligence. Cham : Springer, 2024.
17. Rocchi D., Diana G., Argentini T., Zanelli F., Giappino S. Wind Engineering: Fundamentals and Applications. Cham : Springer, 2026. 306 p.

Додаткова література:

1. Стратегічний менеджмент цифрової трансформації проєктних організацій // Нові технології в будівництві. - 2025. - Вип. 45. - С. 12-19.
2. Остапчук О. В., Криворучко М. А. Алгоритмічне формотворення складних архітектурних систем за допомогою Grasshopper // Просторовій розвиток. - К.: КНУБА, 2025. - Вип. 13. - С. 112-125.
3. Генеративний дизайн та топологічна оптимізація будівельних конструкцій із застосуванням штучного інтелекту // Сучасна інженерія та інноваційні технології. - 2024. - №32. - С. 45-53.
4. Автоматизоване генерування розрахункових схем та робочих креслень в середовищі Dynamo і Revit // BIM-технології в будівництві: досвід та інновації: Матеріали конф. - Харків: ХНУМГ, 2023. - С. 44-48.
5. Моделювання складних вузлів і з'єднань металевих та залізобетонних конструкцій з урахуванням конструктивної нелінійності // Вісник ХНТУ. Серія: Інженерні науки. - 2025. - №2. - С. 78-87.

6. Методика розрахунку висотних споруд на стійкість проти прогресуючого обвалення згідно зі стандартами ДБН В.1.2-14:2021 // Нові технології в будівництві.- 2024.- Вип. 43.- 55-64.
7. Врахування просторової жорсткості надземних конструкцій при проєктуванні глибоких котлованів і висотних будівель // Просторовій розвиток. - 2025.- Вип. 13.- 402-415.
8. Розрахунок елементів із надвисокоміцних бетонів та композитного полімерного армування // Нові технології в будівництві. - 2025. - Вип. 44. - С. 89-98.
9. Оцінка аеродинамічної стійкості та пульсацій вітрового навантаження великопрольотних споруд // Сучасна інженерія та інноваційні технології.- 2025.- №35.- 102-111.
10. Войтович В. Вплив BIM-технологій на ефективність управління будівництвом. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування. 2025. № 71. С. 646–657.
11. Перегінець І. І., Смірнов Ю. О. Цифрова трансформація будівельного виробництва об'єктів нерухомості на основі інформаційного моделювання. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування. 2025. № 71. С. 130–139.
12. Оцінка життєвого циклу конструкцій (LCA) у сталій інженерії будівель // Нові технології в будівництві. - 2026. - Вип. 46. - С. 34-42.
13. Zhou W.-H., Yin Z.-Y. Practice of Discrete Element Method in Soil-Structure Interface Modelling. Singapore : Tongji University Press / Springer, 2022. 260 p.
14. Di Paola F., Mercurio A. Parametric Experiments in Architecture: A Connection Joint Design for Sustainable Structures in Bamboo. Cham : Springer, 2022.
15. Häussler-Combe U. Computational Structural Concrete: Theory and Applications. 2nd ed. Berlin : Ernst & Sohn, 2022. 424 p.
16. Sayigh A. (ed.). Towards Net Zero Carbon Emissions in the Building Industry. Cham : Springer, 2022. 437 p.
17. Singh S. B., Murty C. V. R. (eds.). RC Structures Strengthened with FRP for Earthquake Resistance. Singapore : Springer, 2024. 314 p.
18. Rocchi D., Diana G., Argentini T., Zanelli F., Giappino S. Wind Engineering: Fundamentals and Applications. Cham : Springer, 2026. 306 p.

Нормативно-правове забезпечення:

1. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/3038-17. Поточна редакція — станом на 30.09.2026.
2. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2118-19.
3. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації : розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.02.2021 № 152-р. Поточна редакція — від 20.03.2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/152-2021-р.
4. Деякі питання забезпечення функціонування Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва : постанова Кабінету Міністрів України від 23.06.2021 № 681. Поточна редакція — від 16.07.2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/681-2021-п.
5. Про прийняття за основу проекту Закону України щодо запровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM-технології) на всіх етапах життєвого циклу об'єктів : постанова Верховної Ради України від 08.07.2022 № 2364-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2364-20.
6. Державні будівельні норми України. В.1.1-12:2025 Будівництво в сейсмічних районах України. — К.: Мінрегіон, 2025. — 95 с.
7. European Commission, Joint Research Centre. Second generation of the Eurocodes: what is new? Матеріали JRC/CEN щодо розвитку другого покоління Єврокодів. 2023–2026.

Інформаційні ресурси:

1. Законодавство України. URL: http://zakon.rada.gov.ua/
2. Кабінет Міністрів України. URL: http://www.kmu.gov.ua/
3. Офіційний сайт Верховної ради України. URL: http://www.rada.gov.ua/

14) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів)

Форма	Поточне оцінювання та самостійна робота		Підсумковий контроль (залік)	Сума балів
	Результати роботи студентів під час семінару/ практичної роботи; оцінювання самостійної роботи	Якість виконання індивідуального завдання (контрольна робота)		
Денна	40	20	40	100
Заочна	20	40	40	100

15) Умови допуску до підсумкового контролю:
- відвідування лекцій;
- активність на практичних заняттях;
- дотримання термінів виконання КР;
- дотримання умов академічної доброчесності.

16) Політика щодо академічної доброчесності: розуміння здобувачами вищої освіти норм академічної доброчесності (вимог щодо оригінальності текстів та допустимого відсотку співпадінь).

Дотримання академічної доброчесності здобувачами вищої освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

22) Примітки:

Силабус з навчальної дисципліни “Інноваційні технології інженерного проєктування” затверджено на засіданні кафедри будівництва та інформаційних технологій, протокол від 18 травня 2026 за № 17/2025-2026.

Викладачі (розробники) _____ Дмитро ПРУСОВ, д.т.н., проф.;

_____ Олександр СІБІКОВСЬКИЙ, к.т.н.

Зав. кафедри БІТ _____ Дмитро ПРУСОВ, д.т.н., проф.

Розглянуто і схвалено Науково-методичною радою ВСП «ІІНО КНУБА», Протокол від «25» травня 2026 р. за № 11.