

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з навчально-методичної роботи



Андрій ШПАКОВ

11 2025 року

СПЕЦІАЛЬНА ПРОГРАМА

МІКРОКВАЛІФІКАЦІЇ

**ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ З
ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ LIRA-FEM.**

КИЇВ 2025

Розробник: Левківський Д.В., к.т.н., доцент кафедри опору матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури _____

Дата розробки: жовтень 2025 року.

Назва: Основи розрахунку та проектування будівель з використанням програмного забезпечення LIRA-FEM.

Сертифікат: Учасники отримують офіційний сертифікат мікрокваліфікації після успішного завершення курсу, акредитований КНУБА.

Організація, що видає сертифікат: Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА).

Обґрунтування потреби мікрокваліфікації та аналіз ринку праці

В умовах цифрової трансформації будівництва та відбудови України зростає попит на фахівців, які володіють навичками структурного моделювання та цифрового проектування будівельних конструкцій.

Міжнародні та національні роботодавці очікують, що інженери вмітимуть:

- працювати у BIM-середовищі;
- створювати аналітичні та розрахункові моделі;
- виконувати інженерний аналіз у спеціалізованих програмних комплексах (LIRA-FEM, SCAD, ROBOT STRUCTURAL);
- обґрунтовувати проектні рішення відповідно до сучасних стандартів Eurocode та ДБН.

Під час реалізації проєкту **The BRIDGE** було визначено дефіцит кадрів у сфері BIM/FEM моделювання, що підтверджують відкриті вакансії провідних будівельних компаній України та ЄС.

Дана мікрокваліфікація створена, щоб:

- забезпечити швидке й доступне навчання цифровим інженерним компетентностям;
- дати можливість здобувачам отримати сертифіковану підтверджену кваліфікацію;
- задовольнити потреби ринку праці у спеціалістах рівня EQF 6–7;
- інтегрувати сучасні цифрові методи проектування у професійну діяльність інженерів.

Мікрокваліфікація спрямована на підготовку конкурентоспроможних фахівців та відповідає європейським рекомендаціям щодо мікрокваліфікацій.

Подальші освітні траєкторії (Progression pathways):

Мікрокваліфікація може бути використана як окремий елемент професійного розвитку або включена до ширших освітніх та кваліфікаційних рамок.

Зв'язок із повними та частковими кваліфікаціями:

Результати навчання даної мікрокваліфікації відповідають компетентностям, необхідним для виконання професійних функцій у межах таких кваліфікацій:

- Інженер-проектувальник у будівництві (*HPK 7*);
- Фахівець з будівельного інформаційного моделювання (BIM);
- Фахівець із розрахунку будівельних конструкцій;
- BIM-координатор / BIM-інженер;
- Проекувальник будівель і споруд (кваліфікаційні рівні згідно з ESCO та ДК 003:2010).

Можливість зарахування до освітніх програм:

Результати цієї мікрокваліфікації можуть бути зараховані у:

- магістерські програми з будівництва та цивільної інженерії;
- освітньо-професійні програми з BIM-технологій;
- програми післядипломної освіти та підвищення кваліфікації;
- окремі модулі курсів з комп'ютерного моделювання та розрахунку конструкцій.

Академічне визнання (RPL — Recognition of Prior Learning)

Мікрокваліфікація може бути врахована під час:

- визнання раніше набутих результатів навчання;
- підтвердження професійних компетентностей для роботодавців;

Кар'єрні перспективи

Здобувач отримує можливість працювати на позиціях:

- інженер-конструктор (Junior/Middle);
- BIM-моделер;
- інженер з розрахунку конструкцій;

- аналітик цифрових моделей;
- помічник проєктувальника;
- технічний спеціаліст у компаніях, що працюють за Eurocode.

Нагляд та верифікація особи Supervision and Identity Verification)

Для забезпечення академічної доброчесності та достовірності результатів навчання в процесі оцінювання використовуються механізми ідентифікації здобувачів та контролю виконання робіт.

Перед проходженням підсумкового оцінювання здобувач підтверджує свою особу через один із способів:

- пред'явлення студентського квитка або документа, що посвідчує особу;
- авторизація у відповідній інформаційній системі закладу освіти;
- підтвердження доступу через корпоративний акаунт MS TEAMS).

Під час виконання підсумкової роботи або захисту:

- викладач або уповноважений представник кафедри здійснює нагляд (очно або в онлайн-форматі);
- застосовуються засоби контролю часу, індивідуальності виконання та відповідності встановленим вимогам.

Усі оцінювані роботи проходять:

- перевірку на самостійність виконання;
- візуальну перевірку коректності моделі та розрахунків у ПО LIRA-FEM;
- аналіз відповідності поданих файлів та результатів контролю.

Механізми контролю відповідають політиці академічної доброчесності КНУБА та рекомендаціям ЄС щодо мікрокваліфікацій.

Одиниці результатів навчання, що можуть бути сертифіковані (Units that can be certified)

Усі наведені освітні одиниці охоплюються одним підсумковим оцінюванням. Оцінюється повністю виконана індивідуальна розрахунково-проектна робота, яка включає побудову моделі, коректність заданих параметрів, виконання розрахунку, аналіз отриманих результатів та підготовку технічної документації. Комплексність роботи дозволяє перевірити всі результати навчання без поділу оцінювання на окремі модулі.

Загальна мета: Мета мікрокваліфікації «Основи розрахунку та проектування будівель з використанням програмного забезпечення LIRA-FEM» – надати учасникам практичні навички зі створення розрахункової моделі будівлі.

У межах курсу слухачі навчатимуться формувати архітектурну модель у середовищі САПФІР, інтегрувати її з IFC-моделями, а також виконувати інженерний розрахунок будівлі в програмному комплексі LIRA-FEM.

Завдання мікрокваліфікації – сформувати у здобувачів інженерне мислення, привити теоретичні і практичні навички аналізу напружено-деформованого стану елементів конструкції, закласти основу для наступних фахових інженерних дисциплін.

Після завершення курсу учасник зможе:

- створювати архітектурну модель будівлі в середовищі САПФІР;
- виконувати адаптацію існуючої архітектурної моделі будівлі на основі IFC моделі;
- створювати аналітичну модель будівлі, задавати навантаження та їх комбінації в ПК LIRA-FEM;
- підбирати перерізи несучих будівельних конструкцій в ПК LIRA-FEM;
- перевіряти їх міцність та деформативність в ПК LIRA-FEM;
- створювати звіт по розрахунку в ПК LIRA-FEM.

Для кого:

Мікрокваліфікація призначена для інженерів-конструкторів, які прагнуть ефективно створювати інформаційні моделі будівель, взаємодіяти з архітекторами та швидко інтегрувати архітектурні моделі в аналітичні. Також курс буде корисним для архітекторів, які бажають підвищити ефективність роботи та покращити комунікацію з інженерами-конструкторами, а також для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія», які прагнуть опанувати сучасні інструменти BIM-проектування.

Переваги для учасника:

- Отримання практичних навичок створення архітектурних та розрахункових моделей будівель у середовищах САПФІР та LIRA-FEM.
- Уміння інтегрувати архітектурну модель з аналітичною через формат IFC.

- Здатність самостійно виконувати інженерні розрахунки і формувати креслення та звітну документацію.
- Підвищення кваліфікації та конкурентоспроможності на ринку праці завдяки володінню сучасними BIM-інструментами.
- Розширення можливостей ефективної співпраці між архітекторами та інженерами-конструкторами у єдиному цифровому середовищі.

Електронне навчально-методичне забезпечення дисципліни розміщено на Освітньому сайті КНУБА за посиланням <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=5435>

Зв'язок із професіями ESCO

Мікрокваліфікація забезпечує формування професійних компетентностей, визначених у Європейській класифікації ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations), що відповідають професіям у сфері BIM-проектування, цивільної інженерії, моделювання конструкцій та цифрового інжинірингу.

Професія	ESCO URI / ISCO код	Український відповідник
Structural Engineer	ISCO: 2142	Інженер-конструктор
Civil Engineer	ISCO: 2142	Будівельний інженер
Architectural drafter	ESCO code: 3433	Інженер-проектувальник креслень
BIM Modeller	ESCO occupation	BIM-моделер
BIM Coordinator	ESCO occupation	BIM-координатор
University Lecturer / Vocational trainer	ISCO: 2310	Викладач / тренер
Construction project manager	ISCO: 1323	ГПІ, керівник проєктів

Навички та компетенції ESCO

Мікрокваліфікація відповідає таким групам навичок та компетенцій ESCO.

Основні (Core / Essential) технічні компетенції ESCO

Назва навички ESCO	Тип у ESCO	Як реалізується у мікрокваліфікації
Apply Building Information Modelling (BIM)	Essential skill	Моделювання в САПФІР; BIM інтеграція; робота з IFC
Perform structural analysis	Essential skill	Розрахунки в LIRA-FEM, перевірка міцності, жорсткості
Use finite element method (FEM) software	Essential skill	Побудова аналітичної моделі, FEM
Use CAD software	Transversal skill	Автоматизація креслень, експорту документації, планів
Design building structures	Essential skill	Проектування колон, балок, плит, стін, розрахунок
Evaluate structural performance	Essential skill	Аналіз прогинів, напружень, внутрішніх зусиль
Create technical drawings	Transversal skill	Формування креслень КЖ, КМ, аналітичних схем
Use digital modelling tools	Transversal skill	САПФІР, LIRA, Revit, Tekla, BIM-середовища
Ensure compliance with construction standards	Transversal skill	Застосування ДБН, Eurocode, національних норм
Manage construction project documentation	Transversal skill	Книга звітів, креслення, BIM-координація

Ця мікро-кваліфікація може бути визнана як частина магістерської програми з цивільного будівництва (рівень 7 Європейської рамки кваліфікацій) і може бути накопичена в рамках програм, пов'язаних з управлінням BIM, будівельною інженерією або цифровим проектуванням.

Вона може бути об'єднана з іншими навчальними модулями та зарахована до більш високих кваліфікацій, таких як:

- Магістерський ступінь з цивільного будівництва;
- Кваліфікація з управління процесами BIM;
- Сертифікований інженер LIRA-SAPR;

Основні знання, навички та/або компетенції

Знання:

- принципів методу скінченних елементів (FEM) для розрахунку конструкцій;
- BIM-інтеграції між архітектурною, аналітичною та розрахунковою моделями;
- нормативних вимог (ДБН, Eurocode) до розрахунку будівельних конструкцій;
- структурної поведінки колон, балок, плит, стін і фундаментів під навантаженням;
- алгоритмів аналізу несучої здатності, деформацій та стійкості конструкцій.

Уміння:

- створювати BIM-модель будівлі в САПФІР та експортувати в LIRA-FEM через IFC;
- формувати аналітичну розрахункову модель, задавати навантаження та комбінації;
- виконувати статичний і деформаційний аналіз у LIRA-FEM;
- підбирати перерізи, армування та оцінювати міцність і придатність конструкції;
- генерувати технічну документацію: креслення, моделі, звіти, аналітичні обґрунтування.

Відповідальність та автономність

- самостійно виконувати розрахунки будівельних конструкцій у BIM-середовищі;
- приймати інженерні рішення з урахуванням нормативних вимог та безпеки;

- аналізувати, верифікувати та коригувати BIM- і FEM-моделі;
- формувати проектну документацію і представляти її для команди або замовника;
- відповідати за достовірність обчислень та технічну коректність моделей.

Ця мікрокваліфікація відповідає **EQF Level 7, оскільки потребує:**

- Інтеграції спеціальних знань, включно з аналізом складних систем (FEM, BIM);
- Високий рівень автономності у прийнятті інженерних рішень;
- Відповідальність за управління складними цифровими моделями;
- Виконання проектних, дослідницьких і професійних завдань.

Вимоги до технічної підготовки здобувача

- Розуміння основ статичного розрахунку конструкцій;
- Навички роботи з комп'ютерними програмами для моделювання (AutoCAD, Revit);
- Базове володіння кресленнями, цифровою документацією (DWG, IFC, PDF);
- Уміння працювати з технічною документацією;
- Базові комунікаційні навички для захисту проекту;
- Англійська на рівні A2–B1 (для міжнародна сертифікація).

Технічні вимоги до комп'ютерного забезпечення

Параметр	Мінімально необхідно
Операційна система	Windows 10/11 (64-bit)
Процесор	Intel i5 / Ryzen 5 або вище
ОЗП	8 GB (рекомендовано 16 GB для FEM аналізу)
Програмне забезпечення	SAPFIR, LIRA-SAPR, AutoCAD, PDF viewer
Інтернет	10 Mbps, доступ до LMS / Zoom / Google Drive

Тип забезпечення якості, що лежить в основі мікросертифіката

- Внутрішня система забезпечення якості КНУБА;
- Затвердження НМР факультету;
- Відповідність стандартам ENQA / ESG 2015;

- Відповідність рекомендаціям ETF Micro-credential Quality Framework;
- Модерування результатів навчання кафедрою.

Набуті компетенції відповідають професійним профілям ESCO, таким як інженер-конструктор (2142), технік-будівельник (3112) та BIM-моделювальник.

Мікросертифікат може бути визнаний професійними інженерними асоціаціями (FEANI, buildingSMART, національними палатами інженерів) як частина розвитку компетенцій у галузі цифрового проектування та структурного аналізу.

Участь у навчальній діяльності організована у форматі змішаного навчання, що поєднує очні семінари, синхронні онлайн-сесії (через MS Teams) та асинхронне цифрове навчання за індивідуальним графіком.

Слухачі беруть участь у практичних моделюючих заняттях, проектних завданнях та спільних цифрових симуляціях з використанням САПФІР та LIRA-FEM. Курс включає самостійну роботу, групові завдання з координації BIM.

Робочий план навчання

Всього – 90 годин.

Разом аудиторних: 24 години;

- ✓ Лекції (Л) — 16 годин;
- ✓ Практичні (ПЗ) — 8 годин.

Самостійна робота: 66 годин.

Кількість індивідуальних робіт – 1 розрахунково-графічна робота.

Зміст навчання

Лекції

Лекція 1. Методи комп'ютерного моделювання конструкцій. FEM, BIM та їх інтеграція в LIRA-FEM.

Лекція 2. Побудова стержневих систем: балки, рами, арки в LIRA-FEM. Формування розрахункової схеми, граничні умови, навантаження.

Лекція 3. Архітектурна і аналітична модель будівлі. Принципи BIM-моделювання в САПФІР.

Лекція 4. Моделювання колон, балок, стін та плит в САПФІР.

Лекція 5. Імпорт моделей з САПФІР до LIRA-FEM. Перетворення архітектурної моделі в аналітичну. Налаштування аналітичної моделі. Перевірка з'єднань, вузлів і коректності скінченно-елементної сітки.

Лекція 6. Формування навантажень. Класифікація навантажень, РСУ та РСН у LIRA-FEM.

Лекція 7. Аналіз результатів розрахунку: переміщення, напруження, внутрішні зусилля, візуалізація епюр.

Лекція 8. Перевірка міцності, підбір перерізів і армування. Генерація креслень та документації.

Практичні заняття

Заняття 1. Створення архітектурної моделі будівлі в САПФІР (моделювання поверхів, колон, стін, плит перекриття).

Заняття 2. Імпорт IFC-моделі будівлі в САПФІР. Перетворення архітектурної моделі в аналітичну. Налаштування матеріалів, перерізів, вузлів і підготовка до експорту в LIRA-FEM.

Заняття 3. Формування аналітичної моделі та генерація скінченно-елементної сітки в САПФІР–LIRA-FEM.

Моделювання навантажень: постійні, тимчасові, снігові, вітрові. Формування РСУ та РСН.

Заняття 4. Розрахунок в LIRA-FEM. Аналіз результатів: переміщення, напруження, внутрішні зусилля. Перевірка міцності та підбір армування. Формування креслень і розрахункової документації. Книга звітів.

Індивідуальні завдання
Розрахунково-графічна робота №1
Задача 1.

Задано: Архітектурні поверхові плани будівлі та розрізи. Несучими елементами будівлі є колони, пілони, стіни, балки перекриття та плити перекриття. Задано механічні властивості матеріалів та навантаження.

Потрібно:

1. За допомогою САПФІР задати архітектурну модель будівлі.
2. Створити архітектурну модель в Revit та виконати імпорт IFC-моделі будівлі в САПФІР.
3. Налаштувати матеріали, перерізи, вузли та навантаження.
4. Виконати перехід від архітектурної до аналітичної моделі та налаштування аналітичної моделі. Перевірити коректність скінченно-елементної сітки.
5. Перевірити міцність та підібрати перерізи сталевих конструкцій, задати армування залізобетонних конструкцій, сформулювати звіт.

Методи контролю та оцінювання знань студентів

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі підсумкового контролю (заліку) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

Критерії оцінювання

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою з подальшим переведенням результатів у шкалу ЄКТС відповідно до рекомендацій Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ECTS Grading Table).

Оцінка студентів відображає ступінь досягнення результатів навчання (Learning Outcomes) та рівень компетентностей, відповідний EQF Level 7.

Розподіл балів, які отримують здобувачі за мікрокваліфікацію

Модульний контроль	РГР1	Залік	Сума балів
ЗМ 1			
100	80	20	100

Загальна шкала оцінювання: національна та ECTS

Бал	Оцінка ЄКТС	Рівень виконання
90–100	A	Високий рівень досягнення всіх Learning Outcomes
82–89	B	Дуже добре, незначні недоліки
74–81	C	Добре, основні LO досягнуті
64–73	D	Задовільно
60–63	E	Мінімально достатній рівень
< 60	FX/F	LO не досягнуті, необхідне повторне проходження

Умови зарахування мікрокваліфікації

Мікрокваліфікація вважається успішно завершеною за умови:

- Набрати не менше 60 балів із 100;
- Подано повний звіт;
- Захищено розрахунково-графічну роботу.

Форма участі

Тип навчання: Неформальне професійне навчання з можливістю визнання в рамках формальної освіти через RPL.

Політика щодо академічної доброчесності

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

Методичне забезпечення дисципліни

Підручники:

1. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання / М.С.Барабаш, П.М.Кір'язев, О.І.Лапенко, М.А.Ромашкін // Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2018.-492 с.

Навчальні посібники:

1. Під ред., докт. техн. наук, проф. САПФІР 2022. Навчальний посібник. Бойченко В.В., Медведенко Д.В., Палієнко О.І., Шут О.О. Під ред., докт. техн. наук, проф. М.С. Барабаш.– Видавництво: LIRALAND Group, 2022.– 137 с.

Методичні роботи:

1. Сучасні підходи до проектування, аналізу та оцінки будівельних систем із використанням BIM-технологій : практикум / М. Г. Болотов, Т. Р. Ганєєв, І. І. Давидов та ін.; за ред. Ю. В. Булгакової та Н. С. Чернової ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2025. – 228с.

2. Програмний комплекс ЛІРА-САПР. Приклади розрахунку і проектування. - Видавництво: LIRALAND Group, 2022.– 635 с.

Додаткові джерела:

1. <https://www.liraland.ua/>