

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з навчально-методичної



Андрій ШПАКОВ

2025 року

СПЕЦІАЛЬНА ПРОГРАМА МІКРОКВАЛІФІКАЦІЇ

РОЗРОБКА 3D-МОДЕЛІ СИСТЕМ ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ
ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ LINEAR

КИЇВ 2025

Розробник: Рибачов С.Г. к.т.н., доцент кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури _____

Дата розробки: жовтень 2025 року.

Назва: Розробка 3D-моделі систем формування мікроклімату громадських будівель за допомогою програмного забезпечення Linear.

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 (Revit, Linear);
- 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 інженерних систем формування мікроклімату будівель;
- BIM-координатор / BIM-інженер;
- Проектувальник 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-проектувальник систем OBiK (HVAC) (Junior/Middle);

- BIM-моделер;
- 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 Revit, Linear;
- 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 «Розробка 3D-моделі систем формування мікроклімату громадських будівель за допомогою програмного забезпечення Linear» – надати учасникам практичні навички зі створення розрахункової моделі будівлі.

У межах курсу слухачі навчатимуться формувати розрахункову модель у середовищі **Revit**, інтегрувати її з **IFC**-моделями, а також виконувати інженерний розрахунок будівлі в програмному комплексі **Linear**.

Завдання мікрокваліфікації – сформувати у здобувачів інженерне мислення, привити теоретичні і практичні навички конструювання та розрахунків інженерних систем формування мікроклімату споруд, закласти основу для наступних фахових інженерних дисциплін.

Після завершення курсу учасник зможе:

- створювати інженерну модель будівлі в середовищі Linear;
- виконувати адаптацію існуючої архітектурної моделі будівлі на основі IFC моделі;
- створювати аналітичну модель будівлі, задавати параметри та їх комбінації в ПК Linear;
- підбирати перерізи та розміри елементів інженерних мереж та систем в ПК Linear;
- перевіряти місця встановлення та можливі перетини елементів систем в ПК Linear;
- створювати звіт по розрахунку в ПК Linear.

Для кого:

Мікрокваліфікація призначена для інженерів-проектантів, які прагнуть ефективно створювати інформаційні моделі будівель, взаємодіяти з архітекторами та конструкторами, швидко інтегрувати інженерні 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 **Revit**, **Linear**.

- Уміння інтегрувати інженерну 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 інженерами мереж життєзабезпечення будівлі, 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 Revit, Linear; BIM інтеграція; робота з IFC
Perform structural analysis	Essential skill	Розрахунки в Linear, перевірка перетинів, розмірів, характеристик обладнання
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 повітропроводів, труб, арматури, обладнання, розрахунок
Evaluate structural performance	Essential skill	Аналіз перетинів, накладань, мінімальних розмірів
Create technical drawings	Transversal skill	Формування креслень OBiK, аналітичних схем
Use digital modelling tools	Transversal skill	Revit, Linear, 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 Linear;

Основні знання, навички та/або компетенції

Знання:

- принципів методу скінченних елементів (FEM) для розрахунку систем;
- BIM-інтеграції між архітектурною, аналітичною та розрахунковою моделями;
- нормативних вимог (ДБН, Eurocode) до розрахунку будівельних конструкцій;
- вміння "бачити" траси комунікацій в 3D-просторі, уникаючи колізій з конструкціями та іншими інженерними системами (сантехніка, електрика);
- оптимізація трасування для мінімізації витрат матеріалів та монтажних робіт.

Уміння:

- створювати BIM-модель будівлі в Revit та експортувати в Linear через IFC;
- формувати аналітичну розрахункову модель, задавати витрати та комбінації;
- виконувати статичний і динамічний аналіз у Linear;
- підбирати перерізи, розміри та оцінювати працездатність і придатність системи для даної споруди;
- генерувати технічну документацію: креслення, моделі, звіти, аналітичні обґрунтування.

Відповідальність та автономність

- самостійно виконувати розрахунки інженерних систем 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 динамічного розрахунку систем HVAC;
- 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	Revit, Linear, 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 систем HVAC (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 Revit та Linear. Курс включає самостійну роботу, групові завдання з координації BIM.

Робочий план навчання

Всього – 90 годин.

Разом аудиторних: 24 години;

- ✓ Лекції (Л) — 4 годин;
- ✓ Практичні (ПЗ) — 20 годин.

Самостійна робота: 66 годин.

Кількість індивідуальних робіт – 1 розрахунково-графічна робота.

Зміст навчання

Лекції

Лекція 1. Основи інформаційного моделювання будівництва Linear - The BIM Engineering Software.

Тема 1. Еволюція інструментів автоматизації проектування.

Тема 2. Життєвий цикл виробу та будівлі.

Тема 3. Задачі моделювання. 3D, 4D і 5D моделювання.

Тема 4. Модель рівнів зрілості BIM.

Висновки

Лекція 2. Управління інформацією. Сучасні програми BIM (Linear)

Тема 1. Традиційний інформаційний потік. Цифровізація та цифрова документація.

Тема 2. Міжнародні стандарти BIM.

Тема 3. Мобільні інструменти та доступ до інформації.

Тема 4. Основи роботи та ключові концепції програми Revit та Linear.

Практичні заняття

Практичне заняття 1.

Оперування трафіком інформації в межах BIM-проекту (Revit та Linear). CDE структура. Найменування файлів. Структура зберігання файлів. Політика доступу до інформації. Принципи довготривалого зберігання файлів. Резервування. Ознайомлення із інтерфейсом програмного комплексу Linear. Термінологія та інтерфейс користувача. Робочі інструменти. Базові прийоми взаємодії.

Практичне заняття 2. Освоєння базового функціоналу. Функції «Створення», «копіювання», «переміщення» елементів та «масив». Управління проектом та робочі налаштування у Linear. Робота з вікнами «Диспетчер проекту» та «Параметри». Основи налаштування видимості/графіки.

Практичне заняття 3.

Підхід до побудови просторових елементів. Побудова просторових елементів за ескізом та по осьовій лінії. Прийоми взаємодії. Стандарти проекту та налаштування MEP. Одиниці проекту. Копіювання стандартів проекту. Налаштування систем OBiK.

Практичне заняття 4.

Побудова просторових елементів (MEP) у Linear. Прийоми побудови просторових елементів (MEP) на 3D виді, плані та у розрізі. Шаблон проекту та сімейства. Поняття шаблону проекту. Види сімейств (завантажувальні, сімейства систем та місцеві сімейства).

Практичне заняття 5.

Побудова систем вентиляції. Розміщення обладнання та арматури. Трасування повітроводів. Основи проектування та моделювання систем вентиляції. Аеродинамічний розрахунок вентиляційних систем. Інспектор систем та аналіз результатів.

Практичне заняття 6.

Теплова ізоляція мереж повітропроводів та трубопроводів. Побудова та редагування ізоляції. Перевірка систем на перетини. Колізії та їх усунення. Робота зі звітом на перетини. Усунення перетинів. Пошук відкритих кінців.

Практичне заняття 7.

Видимість та графічне представлення. Одиничне та групове перевизначення графіки. Фільтри. Шаблони видів. Імпорт графічної інформації. Зв'язок з зовнішнім файлом. Налаштування, управління, видимість, графіка.

Практичне заняття 8.

Створення і налаштування специфікацій по категоріях. Створення специфікацій по категоріях. Робота з налаштуванням специфікацій. Передавання специфікацій та актуалізація даних. Експорт і імпорт специфікацій. Актуалізація та управління специфікаціями.

Практичне заняття 9.

Створення сімейств у Linear. Створення базового сімейства. Робота з параметрами. Використання шаблонів сімейств. Налаштування і перевірка створених сімейств. Робота з типами і екземплярами. Додавання і редагування геометрії. Оптимізація і перевірка сімейств.

Практичне заняття 10.

Робота в межах сумісного проєкту. Основи роботи в сумісних проєктах. Використання робочих наборів. Синхронізація і координація. Координаційна робота. Координація моделей з іншими дисциплінами. Управління версіями і змінами. Управління стилями і стандартами.

Індивідуальні завдання Розрахунково-графічна робота №1 Задача 1.

Для поглибленого вивчення і закріплення теоретичних знань студенти виконують розрахунково-графічну роботу. **Пояснювальна записка розрахунково-графічної роботи** у вигляді pdf - файла включає наступні опрацьовані розділи:

Зміст

Вступ

1. Моделювання системи вентиляції в Revit
2. Моделювання системи опалення в Revit
3. Перевірка на колізії та аналіз результатів перевірки

4. Моделювання комплексу інженерних систем в межах приміщення, з обмежувачими умовами (стіни, стелі, транзитні мережі) в Revit

Висновки

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	60	40	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. Gaurav Verma. SolidWorks. Autodesk Revit 2022 Black Book. ISBN-13: 978-1774590270 ISBN-10: 1774590271.
2. Gerardus Blokdyk. Autodesk Revit A Complete Guide - 2019 Edition, 5STARCOoks, 2018. 212 p. ISBN: 9780655569152

Навчальні посібники:

1. Посібник з впровадження інформаційного моделювання в будівництві, створений Європейським державним сектором. Стратегічні дії щодо роботи будівельного сектору: рушійна цінність, інновації та зростання: посібник. 2016. 80 с.

Методичні роботи:

1. Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять і виконання розрахунково-графічних робіт з навчальної дисципліни «Проектування в системі Autodesk Revit» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва

ім. О. М. Бекетова; уклад.: Е. А. Шишкін, А. М. Панкєєва, В. В. Івасенко. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. — 33 с.

Інформаційні ресурси:

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2021 р. № 152-р 2. "Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації"
2. Концепція впровадження BIM Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. 2019. 115 с.
3. ДБН В.2.05-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. - 141 с.
4. ДСТУ Б А.2.4-41:2009 Система проектної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. — 32 с.
5. ДСТУ ВА.2.4-1 - 2009 Умовні зображення і позначки трубопроводів та їх елементів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. — 12 с.
6. Бібліотека КНУБА: library.knuba.edu.ua
7. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського
<https://www.nbuv.gov.ua>
8. Державна наукова архітектурно-будівельна бібліотека імені В.Г. Заболотного <http://www.dnabb.org/>
9. Сайт будівельних нормативних документів -
<http://www.budinfo.org.ua>.

Додаткові джерела:

1. <https://www.linear.eu/en/home/>