

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних конструкцій

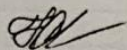
Робоча програма (силабус) освітнього компонента

ОК6. Інформаційне моделювання в будівництві (обов'язковий)

Спеціальність	G 19 «Будівництво та цивільна інженерія».
Освітня програма	Будівництво та цивільна інженерія
Рівень вищої освіти	другий

Суми – 2025

Розробник:

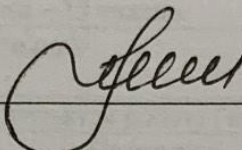


Наталія СРІБНЯК доцент, кандидат технічних наук

Розглянуто та
схвалено на
затверджено на
засіданні
кафедри
будівельних
конструкцій

Протокол № 17 від 20.06.2025 р

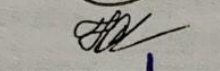
Завідувачка кафедри



Людмила ЦИГАНЕНКО

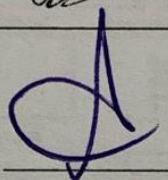
Погоджено:

Гарант освітньої програми



Наталія СРІБНЯК

Декан факультету,
де реалізується освітня програма



Олександр СОЛАРЬОВ

(підпис)

(ПІБ)

Рецензія на робочу програму надана



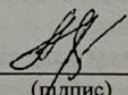
Валерій ЛУЦЬКОВСЬКИЙ

(додається)

(підпис)

(ПІБ)

Рецензія на робочу програму надана

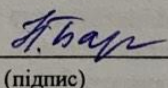


Людмила БОГІНСЬКА (додається)

(підпис)

(ПІБ)

Методист відділу якості освіти,
ліцензування та акредитації



(підпис)

Марія Баранич

(ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 06.07. 2025 р.

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

1.	Назва ОК	ОК 6. Інформаційне моделювання в будівництві		
2.	Факультет/кафедра	Будівництва та транспорту/ Будівельних конструкцій		
3.	Статус ОК	Обов'язковий компонент		
4.	Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК для	Освітньо-професійна програма « Будівництво та цивільна інженерія » другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» з кваліфікацією магістр з будівництва та цивільної інженерії		
5.	ОК може бути запропонований для			
6.	Рівень НРК	7 рівень		
7.	Семестр та тривалість вивчення	2 (в) семестр Тривалість – 15 тижнів		
8.	Кількість кредитів ЄКТС	5,0 (150 годин)		
9.	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота (заняття)		
		Лекційні	Практичні/ семінарські	Лабораторні
		денна/заочна	денна/заочна	денна/заочна
		<u>30</u> 12	<u>30</u> 12	<u>90</u> 126
10.	Мова навчання	Українська		
11.	Викладач/Координатор освітнього компонента	к.т.н., доцент Срібняк Н.М.		
11.1	Контактна інформація	кабінет 329е; nataliya.sribnyak.17@gmail.com – доцент кафедри будівельних конструкцій Срібняк Н.М.		
12.	Загальний опис освітнього компонента	Програмою навчальної дисципліни «Інформаційне моделювання в будівництві» передбачено вивчення основних положень та особливостей сучасних стандартів, концепцій, стратегій і методів проектування будівельних об'єктів. Зокрема, акцент зроблено на: - використанні цифрових інформаційних моделей для управління даними на всіх стадіях життєвого циклу будівель; - інтеграції архітектурних, інженерних, конструктивних і експлуатаційних рішень у BIM-середовищі; - ознайомленні з функціоналом актуального програмного забезпечення (Autodesk Revit, Archicad, Tekla Structures, LIRA-SAPR, САПФІР, Solibri тощо); - міждисциплінарній взаємодії в цифровому середовищі та управлінні змінами в моделях. Окремим напрямом вивчення виступає застосування BIM у контексті сталого розвитку: - вивчення стандартів циркулярної економіки та зеленого будівництва (LEED, BREEAM, DGNB); - методи оцінки енергоефективності, вуглецевого сліду, екологічної рівноваги; - оптимізація матеріалів, конструкцій і ресурсів на основі цифрових моделей;		

		створення цифрових двійників для планування реконструкції, утилізації та повторного використання будівельних елементів. Таким чином, дисципліна формує у студентів цілісне уявлення про BIM як інструмент інноваційного та відповідального проектування, що підтримує принципи стійкого розвитку, ресурсоощадного будівництва та екологічної відповідальності у містобудуванні.
13.	Мета освітнього компонента	теоретична та практична підготовка студентів за принципами застосування BIM технологій (Building Information Modeling) у сучасному архітектурно-будівельному проектуванні, надання сучасних знань, навичок і практичного досвіду роботи з технологіями інформаційного моделювання будівель (BIM) як інструменту ефективного проектування, управління та експлуатації об'єктів будівництва з урахуванням критеріїв сталого розвитку, цифрової трансформації та ресурсоефективності.
14.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими компонентами ОП	Освітній компонент базується на знаннях з будівельної механіки, будівельних конструкцій, металевих конструкцій, залізобетонних та кам'яних конструкцій, архітектури будівель та споруд, іноземної мови, інженерної та комп'ютерної графіки в будівництві.
15.	Політика академічної доброчесності	Порушеннями академічної доброчесності вважаються: академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація, списування, обман. За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності: повторне проходження оцінювання (контрольна (розрахунково-графічна) робота, іспит, залік тощо); позбавлення академічної стипендії.
16.	Посилання на курс у системі Moodle	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=4709
17.	Ключові слова	цифрові технології, інформаційна модель будівлі, метод скінчених елементів, розрахункова модель, проектування, життєвий цикл будівлі, цифровий двійник, Revit, ArchiCAD, IFC (Industry Foundation Classes), CDE (Common Data Environment), 3D-модель будівлі, параметричне моделювання, координація проекту, міждисциплінарна взаємодія, візуалізація проектних рішень, цифрове будівництво, класифікація об'єктів (OmniClass, UniClass), енергоефективність, LCA (оцінка життєвого циклу), 4D/5D-моделювання (час + кошторис), clash detection (виявлення колізій), openBIM, GIS-BIM інтеграція, планування експлуатації будівлі (FM – facility management), сталий розвиток, вбудована інформація (embedded data) шаблони BIM-моделі, цифрова трансформація будівельної галузі, Smart Construction, SCAN-to-BIM, 3D-друк у будівництві, стандарти ISO/BIM, BEP (BIM Execution Plan) рівень деталізації (LOD)

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен	Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК (зазначити номер згідно з нумерацією, наведеною в профілі ОП)				Як оцінюється ДРН
	ПРН 01	ПРН 02	ПРН 06	ПРН 09	
ДРН 1. Аналізувати та використовувати нові знання в області інформаційного моделювання будівель і споруд у вітчизняних та закордонних джерелах.		+		+	Виконання вправ
ДРН 2. Розробляти прості моделі будівель та окремих конструкцій в сучасних універсальних і спеціалізованих комплексах інформаційного моделювання.	+	+	+	+	Тестування на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу
ДРН 3. Застосовувати методику експортування інформаційної моделі будівлі з перетворенням її в розрахункову	+	+	+		Розрахунково- графічна робота
ДРН 4. Аналізувати результати статичного розрахунку скінченоеlementної схеми з подальшим конструюванням основних її елементів	+	+	+		Розрахунково- графічна робота
ДРН 5. Розробляти і виводити на друк проектну документацію згідно стандартів, технічних умов та інших нормативних документів.	+				Розрахунково- графічна робота
ДРН 6. Використовувати BIM-інструменти для моделювання енергоефективних і ресурсозберігаючих рішень відповідно до принципів сталого розвитку	*	*	*	*	Тестування на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу								Рекомендована література
	Аудиторна робота						Самостійна робота		
	ЛК		П.з / семін. з		Лаб.з				
	Ден на	Заоч.	Денна	Заоч.	Денна	Заоч.	Ден на	Заоч.	
Весняний семестр									
Тема.1 BIM-технології – еволюція процесів проектування -Що таке BIM? - BIM B1T -BIM стандарти -BIM для проєктувальника -BIM для замовника - BIM для підрядника -BIM для експлуатації -Дорожня карта -BIM та сталий розвиток: цифрові інструменти для досягнення ЦСР (SDG)	2	1					5	10	[1-9]
Тема.2 Технології інформаційного моделювання при проектуванні будівель -Концепція впровадження в Україні BIM-технологій у будівництві -Переваги інформаційного моделювання будівель -Сфера застосування BIM-технологій -Що являє собою BIM -Новий підхід до проекту вання об’єкту -Моделювання та розрахунок конструкції на прикладі різних програм -BIM -інструменти в ПК ЛИРА-САПР -Інтеграція BIM з LCA, LCC, ESG-аналітикою	2	1					6	10	[1, 2, 3, 4, 10, 81, 82, 83, 84, 85, 86]

Тема 3. Інтеграція програмних засобів – основа BIM-технологій -Актуальність питання -Стадії життєвого циклу будівельного об'єкту -Інтегрована лінія проектування об'єкту -Схема функціонування і взаємозв'язків ПК ЛІРА-САП -Зв'язок ЛІРА-САПР – Tekla Structures - Інформаційні технології для моделювання сталого міського середовища (Smart City + BIM + GIS)	2	1					4	10	[11, 12, 13, 14, 15, 16, 85, 87, 88, 89]
Тема 4. Роль Openbim® в поліпшенні обміну даними серед проектних груп в галузі архітектури та будівництва -Задачі процесів цифрової трансформації -Відкриті стандарти -Робота з API – розширення можливості BIM -Відкритий вихідний код в дії -Спільна робота між виробниками -BIM як основа для сертифікації за «зеленими» стандартами (LEED, BREEAM, DGNB)	2	1					7	10	[3, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 85, 89]
Тема 5. Загальні відомості про програмний комплекс Autodesk Revit - Вступ. - Проектування в Revit. - Документація. - Спільна робота. - Візуалізація в Revit. - Розрахунки і аналіз. - Інтерфейс. - Склад і програмні комплекси	4	1	4	2			7	10	[13, 21, 24, 85, 86]
Тема 6. Основи роботи в Autodesk Revit - Відомості про Revit - Параметричне моделювання у Revit - Поведінка елементів у Revit - Властивості елементів - Практичне застосування - Висновки та підсумки	4	1	4	2			8	10	[13, 21, 24, 85, 86]]

Тема 7. Основні навички роботи в Revit - Основи моделювання - Робота з рівнями та сітками - Навігація та орієнтація у проєкті - Вибір та керування елементами - Побудова ескізів - Сімейства (Families) - Видимість та графіка - Елементи моделі та анотацій - Інженерні системи (MEP) - Аналітична модель	2	1	2	-			8	10	[4, 25, 26, 27, 28, 29]
Тема 8. САПФІР - конструкції препроцесор в ПК ЛІРА-САПР - Вступ до САПФІР – Конструкції - Основні можливості та інструменти САПФІР - Препроцесор САПФІР – Конструкції - Препроцесор САПФІР – Конструкції - Моделювання конструкцій з урахуванням принципів ресурсозбереження - Підсумки та рекомендації	2	1	18	2			8	10	[30-35]
Тема 9. Двобічний зв'язок ПК ЛІРА -САПР з Autodesk Revit - Вступ до BIM-інтеграції в будівельному проєктуванні - Двобічна інтеграція ЛІРА-САПР з Autodesk Revit - Передача та контроль арматури - Особливості моделювання та типові проблеми інтеграції - Практичний приклад: Робочий кейс інтеграції	2	1	2	2			8	10	[13, 36-41]
Тема 10. Автоматизація проєктування та розрахунків в зв'язці Archicad - ПК Ліра-САПР - Вступ: автоматизація в цифровому проєктуванні - Побудова інформаційної моделі будівлі в Archicad - Формування архітектурної 3D-моделі в середовищі САПФІР - Отримання та трансформація IFC-моделі - Призначення фізичних властивостей і навантажень - Інтеграція BIM-даних: Archicad ↔ САПФІР ↔ ЛІРА-САПР	2	1	0				8	10	[37, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 85]

- Призначення матеріалів з урахуванням принципів сталого проектування - Створення основи для LCA-аналізу (Life Cycle Assessment) - Підсумки та обговорення практичного кейсу								
Тема 11. Зв'язок Tekla Structures - ЛіРА-САПР - Tekla Structures - Вступ: роль Tekla Structures у BIM-процесі - Побудова інформаційної (фізичної та аналітичної) моделі у Tekla Structures - Підготовка розрахункової моделі для експорту - Експорт моделі з Tekla Structures до ЛІРА-САПР - Імпорт моделі в ЛІРА-САПР - Передача результатів розрахунку з ЛІРА-САПР назад у Tekla Structures - Підтримка двобічного зв'язку між Tekla ↔ ЛІРА-САПР - Підсумки та приклади практичного застосування	2	1	0			7	10	[4, 33, 48, 49, 50, 51, 52, 53]
Тема 12. Система візуального програмування САПФІР-Генератор - компонент BIM-технології - Вступ до САПФІР-Генератора як інструменту візуального програмування - Інтерфейс та логіка роботи САПФІР-Генератора - Алгоритмічне формотворення за допомогою САПФІР-Генератора - Інтеграція з BIM-середовищем та ПК ЛІРА-САПР - Практичний кейс: створення будівлі за допомогою САПФІР-Генератора - Переваги застосування САПФІР-Генератора в сучасному проектуванні - Підсумки та обговорення	2	1				7	10	[4, 24, 54, 57]
Тема 13. Двобічний зв'язок програм Revit та Robot Structure Analysis при проектуванні будівель із монолітного залізобетону - Вступ - Огляд програмних продуктів - Принципи двобічної інтеграції	2	0	0			7	6	[62-70]

- Процес проектування монолітного залізобетонного каркасу - Автоматизація армування колон за допомогою Dynamo - Практичний кейс - Переваги двобічного зв'язку - Висновки та перспективи									
Всього за весняний семестр	30	12	30	12			90	126	
<i>Всього</i>	<i>30</i>	<i>12</i>	<i>30</i>	<i>12</i>			<i>90</i>	<i>126</i>	

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання (робота, що буде проведена викладачем під час аудиторних занять, консультацій)	Кількість годин	Методи навчання (які види навчальної діяльності має виконати студент самостійно)	Кількість годин
ДРН 1. Аналізувати та використовувати нові знання в області інформаційного моделювання будівель і споруд у вітчизняних та закордонних джерелах.	Пояснювально-репродуктивні методи: Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, Практичні методи-розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням «зв'язки» програм в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання	26	Використання опорних курсів лекцій, методичних вказівок, перегляд навчальних відеороликів в мережі Internet, використання навчальних ресурсів в мережі Internet	24
ДРН 2. Розробляти прості моделі будівель та окремих конструкцій в сучасних універсальних і спеціалізованих комплексах інформаційного моделювання.	Пояснювально-репродуктивні методи: Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, Практичні методи-розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням «зв'язки» програм в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання	25	Виконання розрахунково-графічної роботи з використанням програми Autodesk Revit	24
ДРН 3. Застосовувати методику експортування інформаційної моделі будівлі з перетворенням її в розрахункову	Пояснювально-репродуктивні методи: Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, Практичні методи-розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням «зв'язки» програм в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання	25	Виконання розрахунково-графічної роботи з використанням «зв'язки» програм «(Autodesk Revit, ПК Ліпа-САПР)	24
ДРН 4. Аналізувати результати статичного розрахунку кінцевоелементної схеми	Пояснювально-репродуктивні методи: Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції,	25	Виконання розрахунково-графічної роботи з використанням	24

з подальшим конструюванням основних її елементів	демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, Практичні методи-розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням «зв'язки» програм в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання		«зв'язки» програм «Revit-Ліпа-САПР»	
ДРН 5. Розробляти і виводити на друк проектну документацію згідно стандартів, технічних умов та інших нормативних документів.	Пояснювально-репродуктивні методи: Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, Практичні методи-розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням «зв'язки» програм в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання	25	Робота з навчальними посібниками, інтернет-джерелами	25
ДРН 6. Використовувати BIM-інструменти для моделювання енергоефективних і ресурсозберігаючих рішень відповідно до принципів сталого розвитку	Пояснювально-репродуктивні методи: Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, Практичні методи-розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням «зв'язки» програм в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання	25	Використання опорних курсів лекцій, методичних вказівок, перегляд навчальних відеороликів в мережі Internet, використання навчальних ресурсів в мережі Internet	25

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1 Діагностичне оцінювання

Діагностичне оцінювання виконується під час фахових вступних випробувань.

5.2. Сумативне оцінювання

5.2.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / вага у загальній оцінці	Дата складання
Осінній семестр			

1	Тестування 1 модуль– тест множинного вибору	15 балів / 15%	7 -й тиждень навчання
2	Тестування 2 модуль– тест множинного вибору	15 балів / 15%	Заліковий тиждень
3	Індивідуальна розрахунково-графічна робота	30 балів/30%	13 тиждень
4	Захист розрахунково-графічної роботи	10 балів//10%	13 тиждень
5	Складання іспиту	30 балів / 30%	Екзаменаційний тиждень

5.2.2. Критерії оцінювання

Компонент	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
Осіnnий семестр				
Тестування модульне – тест множинного вибору (20 питань)	<9 балів	10-11 балів	12-13 балів	14-15 балів
	<i>Кількість правильних відповідей менше 12</i>	<i>Кількість правильних відповідей від 13 до 15</i>	<i>Кількість правильних відповідей від 16 до 18</i>	<i>Кількість правильних відповідей від 19 до 20</i>
Індивідуальна розрахунково-графічна робота	<18 балів	19-22 балів	23-27 балів	28-30 балів
	<i>Вимоги щодо завдання не виконано</i>	<i>Більшість вимог виконано, але є помилки та відсутні деякі креслення</i>	<i>Виконано усі вимоги завдання, але відсутні деякі креслення</i>	<i>Виконано усі вимоги завдання, наведені креслення з необхідними поясненнями</i>
Захист розрахунково-графічної роботи	< 6 балів	6-7 балів	8 балів	9-10 балів
	<i>Студент не розкрив зміст роботи, відповіді на додаткові питання відсутні.</i>	<i>Студент не повністю розкрив зміст роботи, не володіє професійними термінами, при відповідях на додаткові питання виникають складнощі.</i>	<i>Студент повністю розкрив зміст роботи, володіє професійними термінами, при відповідях на додаткові питання виникають складнощі.</i>	<i>Студент повністю розкрив зміст роботи, доповідь побудована логічно і послідовно, вільно володіє професійними термінами, повністю відповідає на додаткові питання.</i>
Екзамен письмовий – теоретичні питання та задача	<17 балів	18-22 бали	23 -26 бали	27-30 балів
	<i>Не розв'язана задача та не надані відповіді на жодне з двох теоретичних питань</i>	<i>Не розв'язана задача, але надані в достатньому обсязі відповіді на питання</i>	<i>Розв'язана задача, надана повна відповідь на одне з теоретичних питань</i>	<i>Розв'язана задача, повністю та змістовно розкриті теоретичні питання</i>

5.3. Формативне оцінювання

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
Весняний семестр		
1.	Письмове опитування після вивчення теми	Впродовж семестру

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

Основна

1. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. — Geneva: ISO, 2018. — 28 p.
2. ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets. — Geneva: ISO, 2018. — 40 p.
3. ДСТУ ISO 19650-1:2021. Організація та оцифрування інформації про будівлі та споруди, зокрема інформаційне моделювання будівель (BIM). Управління інформацією з використанням інформаційного моделювання будівель. Частина 1. Основи та принципи: Нац. стандарт України. — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. — 31 с.
4. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers / 3rd ed. — Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. — 704 p. — ISBN 978-1-119-28753-7.
5. Документація користувача LIRA-SAPR [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.liraland.com>
6. Tekla Structures. Офіційна документація [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.tekla.com/solutions/tekla-structures>

7. Autodesk Revit. Довідкові матеріали та документація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENU/>
8. Graphisoft Archicad. Довідкова документація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://graphisoft.com/learn>
9. Мінрегіон України. Концепція впровадження BIM-технологій в Україні [Електронний ресурс]. – Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2020. – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua>
10. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Офіційний сайт Мінрегіону України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minregion.gov.ua>
11. LIRA-SAPR. Довідкова документація програмного комплексу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.liraland.com>
12. Tekla Structures. Trimble Solutions Corporation. Офіційна технічна документація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tekla.com/solutions/tekla-structures>
13. Autodesk Revit. Довідкові матеріали користувача [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENU/>
14. Graphisoft Archicad. Документація та підтримка користувачів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://graphisoft.com/learn>
15. Smart City Europe. Офіційний сайт ініціативи сталих цифрових міст [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://smartcities.eu>

16. Digital Twin Consortium. Міжнародні концепції цифрових двійників в інфраструктурі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.digitaltwinconsortium.org>
17. ISO 16739:2013. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. — Geneva : International Organization for Standardization, 2013. — 221 p.
18. buildingSMART International. Офіційний сайт організації з розвитку openBIM та стандарту IFC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.buildingsmart.org>
19. IfcOpenShell. Відкрита бібліотека для обробки IFC-форматів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ifcopenshell.org>
20. OSArch (Open Source Architecture). Спільнота з розвитку openBIM і відкритого ПЗ в архітектурі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osarch.org>
21. Autodesk BIM Interoperability Tools. Набір інструментів для обміну BIM-даними в середовищі Autodesk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://interoperability.autodesk.com>
22. BRE Global. BREEAM Guidelines. Рейтингова система сталого будівництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.breeam.com>
23. U.S. Green Building Council. LEED v4.1 Rating Tools. Методика екологічної сертифікації будівель [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.usgbc.org/leed/v41>
24. Dynamo BIM. Візуальне середовище програмування для автоматизації в Revit [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dynamobim.org> – Назва з екрана.

25. Autodesk. Керівництво користувача Revit 2025 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2025/UKU/> – Назва з екрана.
26. Зінов'єв А. М., Крамар В. І. Інформаційне моделювання будівель (BIM-технології) : навч. посіб. – Львів : Львівська політехніка, 2020. – 176 с.
27. Осадчий В. В. Autodesk Revit: основи моделювання : навч. посіб. – Київ : КНУБА, 2021. – 152 с.
28. Autodesk. Revit MEP 2025 – User Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://knowledge.autodesk.com> – Назва з екрана.
29. Паламарчук І. М. Технології BIM-проектування в архітектурі та будівництві : монографія. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 198 с.
30. ЛІРА-САПР 2021. САПФІР-Конструкції: Керівництво користувача [Електронний ресурс]. – К.: ТОВ «ЛІРА САПР», 2021. – 312 с. – Режим доступу: <https://lirasoft.com.ua/manuals/sapphire.pdf> До 8
31. ЛІРА-САПР 2021. Методика роботи в середовищі САПФІР: Навчальний посібник [Електронний ресурс] / ТОВ «ЛІРА САПР». – К.: ЛІРА-САПР, 2021. – 98 с. – Режим доступу: <https://lirasoft.com.ua>
32. Сидоренко В. В. Основи комп'ютерного моделювання будівельних конструкцій: навч. посіб. – Київ: Ліра-САПР, 2020. – 156 с.
33. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Настанова щодо застосування інформаційного моделювання будівель (BIM) у проектуванні та будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 46 с.
34. Морозов С. В., Демченко М. І. Комп'ютерні технології в будівництві. – К.: Видавництво Ліра-К, 2022. – 204 с.

35. Autodesk Revit та ЛІРА-САПР: обмін інформаційними моделями [Електронний ресурс] / Офіційний сайт ЛІРА-САПР. – Режим доступу: <https://lirasoft.com.ua/bim>
36. ЛІРА-САПР 2021. LIRA4Revit – Плагін для обміну даними між Autodesk Revit і ЛІРА-САПР [Електронний ресурс]. – К.: ТОВ «ЛІРА САПР», 2021. – 48 с. – Режим доступу: <https://lirasoft.com.ua>
37. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Настанова щодо застосування інформаційного моделювання будівель (BIM) у проектуванні та будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 46 с.
38. Сидоренко В. В. Інформаційні технології в проектуванні будівельних конструкцій: навч. посіб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. – 168 с.
39. Головка С. М., Назаренко І. П. Інтеграція САПР-систем у BIM-середовище: навч. посіб. – Х.: ХНУБА, 2021. – 152 с.
40. Шевченко О. І. Взаємодія ПК ЛІРА-САПР з Autodesk Revit у BIM-процесі // Будівельні конструкції: теорія і практика. – 2022. – № 2. – С. 42–51.
41. ЛІРА-САПР. BIM-інтеграція: Revit – САПФІР – ЛІРА-САПР [Електронний ресурс]: Інструкції, приклади, відеоуроки. – Режим доступу: <https://lirasoft.com.ua/bim/>
42. GRAPHISOFT. Archicad 26 – Керівництво користувача [Електронний ресурс]. – Будапешт: Graphisoft SE, 2022. – Режим доступу: <https://graphisoft.com/ua/resources/documentation> До 10
43. ЛІРА-САПР 2023. Інтеграція Archicad ↔ САПФІР ↔ ЛІРА-САПР. Методичні рекомендації [Електронний ресурс]. – К.: ТОВ «ЛІРА САПР», 2023. – 68 с. – Режим доступу: <https://lirasoft.com.ua>

44. Кадюк О. М., Семенова Ю. І. Інформаційне моделювання будівель у середовищі Archicad: навч. посіб. – Львів: Видавництво ЛНУ ЛП, 2020. – 152 с.
45. Могилевський О. Є., Пономаренко О. В. BIM-технології в проєктуванні: інформаційне моделювання об'єктів цивільного будівництва. – Х.: ХНУБА, 2021. – 168 с.
46. Kiviniemi A., Eastman C., Teicholz P., Sacks R. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. – 3rd ed. – Hoboken, NJ: Wiley, 2018. – 640 p.
47. Криворучко В. І. Цифрові моделі будівель в контексті LCA-аналізу // Будівництво та архітектура. – 2022. – № 1. – С. 34–41.
48. Trimble Solutions Corporation. Tekla Structures User Assistance [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: <https://support.tekla.com>
49. ТОВ «ЛІРА САПР». Методика обміну даними між Tekla Structures та ПК ЛІРА-САПР [Електронний ресурс]. – К.: ЛІРА САПР, 2023. – 42 с. – Режим доступу: <https://lirasoft.com.ua>
50. Пономаренко О. В., Могилевський О. Є. Інформаційне моделювання будівельних конструкцій. – Харків: ХНУБА, 2022. – 164 с.
51. Кадюк О. М., Семенова Ю. І. Практика застосування Tekla Structures в структурному моделюванні: навч. посіб. – Львів: Видавництво ЛНУ ЛП, 2021. – 112 с.
52. buildingSMART International. Industry Foundation Classes (IFC) – Open BIM стандарти [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://www.buildingsmart.org/standards/ifc/>
53. BIM Interoperability Tools. SAF (Structural Analysis Format) Guide – Version 2.0 [Електронний ресурс]. – Nemetschek Group, 2022. – Режим доступу: <https://www.nemetschek.com>

54. ЛІРА-САПР. САПФІР-Генератор: Керівництво користувача [Електронний ресурс]. – Київ: ТОВ "ЛІРА САПР", 2023. – Режим доступу: https://www.liraland.ua/lira/sapphire_generator.php
55. Grasshopper – graphical algorithm editor tightly integrated with Rhino's 3-D modeling tools [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.grasshopper3d.com>
56. Коваленко О. Візуальне програмування в архітектурному проектуванні: теорія та практика // Будівництво та архітектура. – 2021. – №3(45). – С. 34–39.
57. IFC4 – Industry Foundation Classes Release 4. BuildingSMART International [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>
58. Munk D. Parametric design using visual programming in architecture: A study of educational application of visual programming languages // Procedia Engineering. – 2020. – Vol. 196. – P. 932–939. doi:10.1016/j.proeng.2020.10.121
59. Autodesk Revit та Dynamo: взаємодія та застосування в BIM-проектуванні [Електронний ресурс] / Навчальні матеріали Autodesk. – Режим доступу: <https://www.autodesk.com/solutions/bim>
60. САПФІР-Генератор – модуль генерації моделей для ПК ЛІРА-САПР [Електронний ресурс] // Інженерний портал LiraLand. – Режим доступу: <https://www.liraland.ua>
61. ЛІРА-САПР. САПФІР-Генератор: Керівництво користувача [Електронний ресурс]. – Київ: ТОВ "ЛІРА САПР", 2023. – Режим доступу: https://www.liraland.ua/lira/sapphire_generator.php

62. Autodesk Revit 2024. Керівництво користувача [Електронний ресурс]. – Autodesk, 2023. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENG/>
63. Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2024. Довідкова система [Електронний ресурс]. – Autodesk, 2023. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/RSAPRO/2024/ENG/>
64. Autodesk Dynamo for Revit. Інструменти візуального програмування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dynamobim.org/>
65. Яковлев Є.І., Лаптев А.Ю. Застосування програмного комплексу Revit при проектуванні монолітних конструкцій // Будівельні конструкції: теорія і практика. – 2022. – №2(16). – С. 42–47.
66. Іванченко О.М., Бондар О.В. Інтеграція Revit і Robot Structural Analysis у розрахунку залізобетонного каркасу будівлі // Сучасні технології проектування. – 2021. – №4. – С. 21–28.
67. Герасименко О.С. Автоматизоване армування елементів у Revit на основі результатів розрахунків Robot // Будівельна інформатика. – 2023. – №1. – С. 60–66.
68. Gokce T., Sahin E. A BIM-based data exchange workflow between Revit and Robot Structural Analysis // Engineering Structures. – 2020. – Vol. 212. – 110530. doi:10.1016/j.engstruct.2020.110530
69. Руденко А.І. Динамо як засіб оптимізації інженерних задач в Revit-середовищі // Вісник Промислового будівництва. – 2022. – №3. – С. 75–80.
70. Autodesk Knowledge Network. Workflow: Exchange data between Revit and Robot Structural Analysis [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://knowledge.autodesk.com>

Додаткові джерела

71. Стадник В.В., Дмитрієва Ю.М. Інформаційне моделювання будівель і споруд: навч. посіб. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 176 с.
72. Федоренко І.П., Дем'яненко О.В. Інформаційне моделювання об'єктів будівництва: підручник. – К.: Ліра-К, 2019. – 312 с.
73. Гнатенко В.І., Соколова О.О. Технології BIM-проєктування: навч. посіб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2022. – 184 с.
74. Solihin W., Eastman C.M. Practical BIM: Developing a Strategy for Implementation. – London: Routledge, 2021. – 234 p.
75. Яценко Ю.В., Кравець І.П. Сталий розвиток у будівництві: навч. посіб. – Київ: КНУБА, 2020. – 152 с.
76. Kibert C.J. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. – 5th ed. – Hoboken, NJ: Wiley, 2022. – 624 p.
77. Зайцева Н.І. Екологічно орієнтоване проєктування будівель і споруд: навч. посіб. – Харків: ХНУБА, 2019. – 128 с.
78. United Nations Environment Programme (UNEP). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unep.org>
79. Wong J.K.W., Fan Q. Building Information Modelling (BIM) for sustainable building design. // Facilities. – 2013. – Vol. 31(3/4). – P. 138–157. doi:10.1108/02632771311299412
80. Глобальна стратегія сталого будівництва. Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP SBCI) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unep.org/resources/report/sustainable-buildings-and-construction-policy>

Програмне забезпечення

81. **LIRA-SAPR.** Офіційний сайт програмного комплексу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.liraland.com>
82. **Tekla Structures.** Trimble Solutions Corporation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tekla.com/solutions/tekla-structures>
83. **Autodesk Revit.** Autodesk Inc. – Офіційний сайт довідкових матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENU/>
84. **Graphisoft Archicad.** Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://graphisoft.com/learn>
85. **One Click LCA.** Інструмент для оцінки життєвого циклу будівель (LCA) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oneclicklca.com>
86. **Tally LCA.** BIM-based Life Cycle Assessment plug-in for Revit [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.choosetally.com>
87. **Speckle Systems.** Відкрита платформа для обміну BIM-даними [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://speckle.systems>
88. **ArcGIS Pro.** Програмне забезпечення геоінформаційного моделювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/>
89. **QGIS.** Quantum GIS — вільне ПЗ для ГІС-аналітики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.qgis.org>
90. **Dynamo BIM.** Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dynamobim.org>

Рецензія на робочу програму (силабус)

Параметр, за яким оцінюється робоча програма (силабус) освітнього компонента гарантом або членом проектної групи	Так	Ні	Коментар
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають НРК	+		
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають передбаченим ПРН (для обов'язкових ОК)	+		
Результати навчання за освітнім компонентом дають можливість виміряти та оцінити рівень їх досягнення	+		

Член проектної групи ОП _____ БК _____ Валерій ЛУЦЬКОВСЬКИЙ _____
 (назва) (ПІБ) (підпис)

Параметр, за яким оцінюється робоча програма (силабус) освітнього компонента гарантом або членом відповідної кафедри	Так	Ні	Коментар
Загальна інформація про освітній компонент є достатньою	+		
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають НРК	+		
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) дають можливість виміряти та оцінити рівень їх досягнення	+		
Результати навчання (ДРН) стосуються компетентностей студентів, а не змісту дисципліни (містять знання, уміння, навички, а не теми навчальної програми дисципліни)	+		
Зміст ОК сформовано відповідно до структурно-логічної схеми	+		
Навчальна активність (методи викладання та навчання) дає змогу студентам досягти очікуваних результатів навчання (ДРН)	+		
Освітній компонент передбачає навчання через дослідження, що є доцільним та достатнім для відповідного рівня вищої освіти	+		
Стратегія оцінювання в межах освітнього компонента відповідає політиці Університету/факультету	+		
Передбачені методи оцінювання дозволяють оцінити ступінь досягнення результатів навчання за освітнім компонентом	+		
Навантаження студентів є адекватним обсягу освітнього компонента	+		
Рекомендовані навчальні ресурси є достатніми для досягнення результатів навчання (ДРН)	+		
Література є актуальною	+		
Перелік навчальних ресурсів містить необхідні для досягнення ДРН програмні продукти	+		

Рецензент (викладач кафедри) _____ БК _____ Геннадій ЦИГАНЕНКО _____
 (назва) (ПІБ) (підпис)