

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
12 вересня 2024 р., протокол № 05

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Прикладні програми в будівництві»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні кафедри  
гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т.  
27 серпня 2024 р., протокол № 08

#### **Розробники:**

к.т.н., доц. кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т. БАШИНСЬКИЙ Сергій  
асистент кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т. ПІСКУН Ігор  
к.т.н., доц. кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т. БАЙДА Денис

Житомир  
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 2

УДК 69.059.7

Методичні рекомендації для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Прикладні програми в будівництві» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво».

Укладачі – к.т.н., доц. БАШИНСЬКИЙ Сергій, асистент ПСКУН Ігор, к.т.н., доц. БАЙДА Денис – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 33 с.

Рецензенти:

д.геол.н., проф. кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. ПІДВИСОЦЬКИЙ Віктор  
к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії КОТЕНКО Володимир

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н. БАШИНСЬКИЙ Сергій

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання і містять детальні вказівки для самостійного вивчення навчальної дисципліни «Прикладні програми в будівництві».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 33 / 3</i>

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	7
2. СКЛАД МОДУЛІВ З ПРЕДМЕТУ «ПРИКЛАДНІ ПРОГРАМИ В БУДІВНИЦТВІ», РОЗПОДІЛ ЧАСУ НА ЇХ ЗАСВОЄННЯ.....	8
3. ПРОГРАМА КУРСУ.....	12
4. САМОСТІЙНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	17
5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ.....	20
6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ НАПИСАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ .....	25
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	32
ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ.....	33

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 4

## ВСТУП

Методичні рекомендації складені у відповідності до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Метою навчальної дисципліни** є підготувати майбутніх фахівців до практичної роботи із вирішення інженерних задач за допомогою сучасних прикладних програм в галузі моделювання і розрахунків будівельних конструкцій будівель та споруд.

Такі програми називають програмно-обчислювальними комплексами (ПОК) і відносять за міжнародно прийнятою термінологією до САЕ-систем (англ. Computer-aided engineering). У сучасному розумінні ці системи являють собою комплекс програм або ПОК, який є одним із елементів системи автоматизованого проектування (САПР) у будівництві. Подібні ПОК дозволяють виконувати інженерні розрахунки і моделювання роботи конструктивних систем будівель і споруд будь-якої складності. Для досягнення поставленої мети студенти повинні оволодіти теоретичними знаннями щодо принципів і технології проектування за допомогою САЕ-програм, набути вмінь і навичок із виконання інженерних розрахунків за допомогою застосування подібних програм під час автоматизованого проектування будівель та споруд. В Україні в проектній практиці широко застосовуються сучасні вітчизняні програмні обчислювальні комплекси для моделювання і розрахунків будівельних конструкцій будівель і споруд, насамперед такі як ЛІРА-САПР і SCAD Office. Тому майбутні фахівці для здійснення успішної роботи в сфері будівництва повинні володіти необхідними сучасними знаннями, вміннями та навичками з даної дисципліни.

**Завданнями навчальної дисципліни** є набуття студентом знань та вмінь в результаті яких він має:

А) Знати:

- технологічні етапи процесу проектування будівель та споруд та принципи застосування елементів систем автоматизованого проектування (САПР) під час цього процесу;
- теоретичні основи роботи і можливості сучасних програмно-обчислювальних комплексів (ПОК) для комп'ютерного моделювання і розрахунків будівельних конструкцій будівель та споруд;
- основи комп'ютерного моделювання за допомогою ПОК;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 5

Б) Вміти:

- виконувати інженерні розрахунки з використанням сучасних ПОК;
- аналізувати і застосовувати результати розрахунків за допомогою ПОК для проектування будівельних конструкцій;

В) Мати уяву про сучасний стан та шляхи розвитку ПОК в Україні та світі.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та освітньо-професійною програмою «Промислове та цивільне будівництво»:

**ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК5.** Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

**СК3.** Здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі (відповідно до спеціалізації), з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

**СК5.** Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних задач будівництва та цивільної інженерії.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»:

**ПРН 1.** Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.

**ПРН 2.** Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

**ПРН 6.** Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії.

**ПРН 9.** Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 33 / 6</i>

**ПРН 12.** Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спеціалізації).

Міждисциплінарні зв'язки: комп'ютерна графіка в будівництві (ОК16), сучасні програмні комплекси для проектування будівель, споруд та мереж (ОК36), організація будівництва (ОК30), будівельна механіка (ОК24), прикладна механіка в будівництві (ОК21).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 7

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти освітнього ступеню «бакалавр» на основі навчального плану спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Вивчення курсу «Прикладні програми в будівництві» заплановано на третьому курсі у 6-му семестрі на денній та у 5-му семестрі на заочній формах навчання і передбачає:

1. Теоретичний лекційний курс в обсязі 16 години для денної форми навчання та 8 годин для заочної форми навчання.

2. Практичні заняття в обсязі 48 години для денної форми навчання та 8 годин для заочної форми навчання.

3. Самостійне опрацювання студентами окремих розділів, на яке передбачено 86 години для денної форми навчання та 134 годин для студентів заочної форми навчання.

4. Виконання здобувачами вищої освіти денної форми навчання індивідуальних завдань у вигляді рефератів, доповідей або презентацій.

5. Проведення впродовж навчального семестру двох контрольних модульних робіт для здобувачів вищої освіти денної форми навчання.

6. Виконання контрольної роботи здобувачами вищої освіти заочної форми навчання.

7. Підготовку до складання заліку.

8. Опрацювання літератури.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 8

## 2. СКЛАД МОДУЛІВ З ПРЕДМЕТУ «ПРИКЛАДНІ ПРОГРАМИ В БУДІВНИЦТВІ», РОЗПОДІЛ ЧАСУ НА ЇХ ЗАСВОЄННЯ

1. Розподіл аудиторних годин для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання здійснено у відповідності до навчального плану та наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

### Розподіл аудиторних годин у відповідності до робочого навчального плану

Форма	Курс	Семестр	Аудиторні заняття, год.				Самостійна робота	Кредити ECTS	РГР	Консультації, год.	Залік	Іспит	Всього годин за навчальним планом, год
			Всього	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні							
Денна	3	6	150	16	48	-	86	5	-	4	2	-	156
Заочна	3	5	150	8	8	-	134	5	-	4	2	-	156

2. Для здобувачів вищої освіти денної форми навчання розподіл навчального часу здійснюється за двома кредитними модулями (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

### Розподіл навчального часу за видами навчальних занять та контрольних заходів для здобувачів вищої освіти денної форми навчання

Кредитний модуль	Загальний обсяг, год.	Аудиторних занять, год.	Самостійна робота, год.	Контрольний захід
Модуль 1	75	32	43	ПМР, ДНЗТ, ТЗ
Модуль 2	75	32	43	ПМР, ДНЗТ, ТЗ
Разом	150	64	86	-

**Примітка.** ПМР – письмова модульна робота; ДНЗТ – доповідь на задану тему; ТЗ – тестове завдання (тестові завдання створюються на базі можливостей освітнього порталу або засобами google forms).



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 9

3. У зв'язку із запровадженням рейтингової системи оцінювання знань, кожен здобувач вищої освіти впродовж семестру набирає ту чи іншу кількість балів за виконання індивідуальних завдань та контрольних модульних робіт. Рейтингова система оцінювання, за допомогою якої виконується оцінка знань здобувачів вищої освіти наведена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

### Рейтингова бальна система для оцінки знань здобувачів вищої освіти

За шкалою ECTS	За національною шкалою		За шкалою університету (в балах)
	іспит	залік	
A	відмінно	зараховано	90 – 100
B	добре		82 – 89
C	добре		74 – 81
D	задовільно		64 – 73
E		60 – 63	
FX	незадовільно	незараховано	35 – 59
F			1 – 34

4. Структура дисципліни за модулями, та максимальна кількість балів, яку може набрати кожен здобувач вищої освіти, наведені в табл. 2.4., а критерії оцінювання елементів модуля у табл. 2.5.

Таблиця 2.4

### Структура дисципліни

Модулі та їх елементи	Форма контролю	Максимальна кількість балів
<b>Модуль I</b>		
Теми № 1 – 8 лекційного курсу	Тестове завдання / усне опитування	5
Теми № 1 – 5 практичних занять	Звіт про виконання практичних робіт	20
Доповідь на задану тему	Підготовка доповіді у вигляді реферату чи презентації	5
Модульна контрольна робота	Письмова контрольна робота	20
<b>Разом</b>		<b>50</b>
<b>Модуль II</b>		
Теми № 9 – 18 лекційного курсу	Тестове завдання / усне опитування	5
Теми № 6 – 9 практичних занять	Звіт про виконання практичних робіт	20
Доповідь на задану тему	Підготовка доповіді у вигляді реферату чи презентації	5
Модульна контрольна робота	Письмова контрольна робота	20
<b>Разом</b>		<b>50</b>
<b>Всього за семестр</b>		<b>100</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.X- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 10

Таблиця 2.5

## Критерії оцінювання модулів та їх елементів

Елемент модуля		Критерії його оцінювання	Кількість балів
Письмова контрольна робота		повна відповідь на всі запитання	19 – 20
		повна відповідь на всі запитання, крім одного-двох, на які дана часткова відповідь	15 – 18
		відповідь відсутня менше ніж на половину запитань	11 – 14
		відповідь дана тільки на половину запитань	1 – 10
		незадовільні відповіді на всі запитання	0
Тестове завдання		80-100% правильних відповідей	4-5
		60-80% правильних відповідей	3-4
		40-60% правильних відповідей	2-3
		20-40% правильних відповідей	1-2
		0-20% правильних відповідей	0-1
Доповідь на задану тему		Оригінальність роботи	0-1
		Системність і лаконічність викладення матеріалу	0-1
		Цілісність і логічність представленого матеріалу	0-1
		Оформлення матеріалів	0-1
		Уміння вести наукову дискусію по темі індивідуального завдання	0-1
Звіт про виконання практичних робіт	Відповідність завданню та повнота виконання (максимум 15 балів)	Виконано всі завдання у повному обсязі, надані правильні та обґрунтовані відповіді, матеріал відповідає поставленим вимогам	13-15
		Виконано всі завдання, але є незначні помилки або неточності	10-12
		Виконано більшість завдань, але є помилки, матеріал не повністю відповідає завданню	6-9
		Виконано менше половини завдань, значні помилки	1-5
		Завдання не виконано, матеріал відсутній	0
	Оригінальність і самостійність виконання (максимум 5 балів)	Робота виконана повністю самостійно, має оригінальний підхід до вирішення завдань	5
		Робота частково містить запозичені матеріали, однак є елементи самостійного аналізу	3-4
		Значна частина роботи є запозиченням без самостійного опрацювання	1-2
		Робота повністю скопійована, оригінальність відсутня	0
	Системність і логічність викладення матеріалу (максимум 10 балів)	Матеріал викладено чітко, послідовно, логічно; присутня структурованість і пов'язана аргументація	8-10
		Матеріал має незначні порушення логіки викладення або структурованості	6-7
		Матеріал викладено з порушеннями логіки, спостерігається хаотичність, але основні думки можна зрозуміти	3-5
		Викладення матеріалу нелогічне, безструктурне, зрозуміти основні тези складно	1-2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 11

		Логіка викладення повністю відсутня, матеріал незрозумілий	0
Оформлення звіту (максимум 5 балів)		Робота виконана згідно з усіма вимогами щодо оформлення: форматування, таблиці, рисунки, список літератури, стиль написання	5
		Робота оформлена з незначними недоліками (помилки у форматуванні, відсутність незначних елементів)	3-4
		Робота має суттєві недоліки в оформленні, але частково дотримано вимоги	1-2
		Оформлення повністю не відповідає вимогам	0
	Уміння пояснити та захистити роботу (максимум 5 балів)		Відповіді на питання викладача чіткі, обґрунтовані, демонструють глибоке розуміння матеріалу
		Відповіді на більшість питань коректні, але спостерігається недостатня глибина знань	3-4
		Відповіді на питання поверхові, демонструють фрагментарне розуміння матеріалу	1-2
		Студент не зміг пояснити або захистити роботу	0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 12

### 3. ПРОГРАМА КУРСУ

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРИКЛАДНІ ПРОГРАМИ В БУДІВНИЦТВІ ТА ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ПК «ЛІРА-САПР» ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

##### **Тема 1. Вступ та загальні відомості про прикладні програми в будівництві**

1. Процес проектування будівель та споруд.
2. Склад проектно-кошторисної документації на будівельний об'єкт.
3. Проблема автоматизації процесу проектування. Поняття системи автоматизованого проектування у будівництві (САПР), в яку входить прикладне програмне забезпечення (ПЗ) або прикладні програми.
4. Класифікації САПР та різновиди програм, які реалізують функції САПР у будівництві.
5. Розвиток прикладних програм для інженерних розрахунків та комп'ютерного моделювання будівельних конструкцій, будівель та споруд.
6. Сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку інформаційних технологій у будівництві.
  - 6.1. Поняття інформаційного моделювання у будівництві (ВІМ – Building Information Modelling).
  - 6.2. Класифікація ВІМ.
  - 6.3. Розвиток ВІМ у світі та перспективи в Україні.

##### **Тема 2. Теоретичні основи методу скінченних елементів (самостійна робота)**

1. Сутність методу скінченних елементів (МСЕ) та його застосування в розрахунках конструкцій будівель та споруд.
2. Основні положення МСЕ.
  - 2.1. Алгоритм реалізації методу скінченних елементів.
  - 2.2. Матриця жорсткості скінченного елемента в локальній системі координат.
  - 2.3. Матриця перетворень (направляючих косинусів).
  - 2.4. Матриця жорсткості для споруди в цілому.
  - 2.5. Визначення переміщень і зусиль в елементах схеми.
3. Приклад розрахунку рами методом скінченних елементів.

##### **Тема 3. Структура ПК «ЛІРА-САПР» та порядок створення розрахункової моделі. Спеціалізовані програмні комплекси сімейства ЛІРА. Знайомство з ПК «ЛІРА-САПР»**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 13

1. Порядок створення розрахункової моделі.
2. Загальна характеристика ПК «ЛІРА-САПР».
3. Структура ПК «ЛІРА-САПР».
4. Графічне середовище ПК «ЛІРА-САПР».
5. Можливості та призначення спеціалізованих програмних комплексів МОНОМАХ-САПР, САПФІР.
6. Знайомство з ПК «ЛІРА-САПР».
  - 6.1. Програмний інструментарій комп'ютерних технологій розрахунку і проектування конструкцій.
  - 6.2. Підготовка до створення розрахункової схеми в ПК «ЛІРА-САПР».
  - 6.3. Створення нового проекту для виконання розрахунку і його найменування. Налаштування каталогів, одиниць виміру.

#### **Тема 4. Принципи побудови скінчено-елементних моделей в ПК «ЛІРА-САПР»**

1. Системи координат: глобальна, місцева, локальна та спеціальна.
2. Ознаки схеми.
3. Моделювання шарнірів у стержневих і площинних елементах.
4. Бібліотека кінцевих елементів, їх особливості та область використання.
5. Створення розрахункових схем конструкцій та споруд шляхом використання регулярностей та готових шаблонів.
6. Створення розрахункових моделей без використання шаблонів: визначення типів елементів, опорних в'язей, шарнірів, жорсткостей, прикладання навантажень, виконання розрахунку зусиль.
7. Закріплення прийомів створення розрахункових моделей засобами ПК «ЛІРА-САПР» на прикладах (однопролітна балка, ферма, арка тощо).

#### **Тема 5. Раціональне розбиття на скінченні елементи**

1. Принцип фрагментації конструкції.
2. Суперелементне моделювання.
3. Об'єднання переміщень.
4. Абсолютно жорсткі вставки.
5. Сполучення різних типів скінченних елементів.

#### **Тема 6. Характеристики жорсткості елементів розрахункової схеми**

1. Задання жорсткості елементам розрахункової схеми.
2. Конструювання та визначення геометричних характеристик перерізів за допомогою системи КС-САПР.
3. База даних перерізів прокатного сортаменту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 14

## **Тема 7. Інструменти навантаження розрахункової моделі в ПК «ЛІРА-САПР»**

1. Види навантажень. Статичні, динамічні навантаження.
2. Вузлові та розподілені навантаження.
3. Нерівномірні та рівномірні навантаження.
4. Методи корегування навантажень.

## **Тема 8. Розрахункові сполучення зусиль (РСЗ). Розрахункові сполучення навантажень (РСН)**

1. Принципи навантаження конструкцій та критерії формування РСЗ.
2. Формування РСЗ у ПК ЛІРА: види навантажень в залежності від логічних в'язків між ними; параметри навантажень для визначення РСЗ; коефіцієнти РСЗ.
3. Розрахункові сполучення навантажень (РСН).

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МОЖЛИВОСТІ ПК «ЛІРА-САПР» ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

### **Тема 9. Розрахунок та конструювання залізобетонних конструкцій**

1. Призначення та можливості систем проектування залізобетонних конструкцій АРМ-САПР в локальному та наскрізному режимі.
2. Армування стержневих елементів.
3. Армування елементів пластин.
4. Перевірка армування в системі АРМ-САПР локальний (ЛАРМ-САПР).
5. Засоби конструювання та уніфікація під час розрахунку армування.

### **Тема 10. Розрахунок та конструювання металевих конструкцій**

1. Призначення і можливості системи СТК-САПР.
2. Додаткові дані для розрахунку перерізів.
3. Наскрізний та локальний розрахунок елементів.
4. Представлення результатів розрахунку.
5. Призначення конструктивних елементів і уніфікація при виконанні підбору поперечних перерізів елементів.

### **Тема 11. Розрахунок конструкцій на пружній основі (самостійна робота)**

1. Врахування роботи конструкцій спільно з пружною основою.
2. Класична модель основи Вінклера.
3. Модель основи Пастернака.
4. Модифікована модель основи Вінклера.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 15

**Тема 12. Можливості виконання розрахунків конструкцій на динамічні впливи в ПК «ЛІРА-САПР» (самостійна робота)**

1. Поняття власних форм та власних частот коливань.
2. Визначення внутрішніх зусиль у конструкції при русі системи по власним формам коливань.
3. Розрахунки на динамічні впливи.
4. Сейсмічні навантаження.
5. Вітрове навантаження з врахуванням пульсацій.
6. Розрахунок на задане гармонічне завантаження.
7. Розрахунки на імпульсну та ударну дію.
8. Модальна маса.

**Тема 13. Розрахунки конструкцій у нелінійній постановці**

1. Загальна характеристика нелінійних розрахунків.
2. Розв'язування систем нелінійних рівнянь. Кроковий метод.
3. Фізична нелінійність бетону. Закони деформування фізично нелінійних скінченних елементів. Бібліотека фізично нелінійних скінченних елементів.
4. Геометрична нелінійність. Універсальний стрижневий скінченний елемент геометрично нелінійної задачі.
5. Конструктивна нелінійність. Односторонні зв'язки.

**Тема 14. Моделювання життєвого циклу конструкцій (самостійна робота)**

1. Моделювання процесу навантаження елементів.
2. Моделювання процесу зведення конструкції.
3. Комп'ютерне моделювання життєвого циклу конструкції.

**Тема 15. Процес та протокол розрахунку моделі**

1. Послідовність виконання розрахунку моделі.
2. Керування розрахунковими процесорами ПК ЛІРА-САПР.
3. Протокол вирішення задачі. Можливі помилки та попередження при виконанні розрахунку.

**Тема 16. Методи оцінювання точності результатів розрахунку**

1. Одночасне використання декількох розрахункових схем.
2. Зіставлення розрахункових і експериментальних даних.
3. Верифікація програмного комплексу.

**Тема 17. Аналіз та документування результатів розрахунку**

1. Візуалізація результатів розрахунків.
2. Проблема аналізу результатів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 16

3. Перевірка адекватності отриманих результатів.

4. Інструменти створення документації з результатами розрахунку в ПК ЛІРА-САПР.

5. Створення стандартних та інтерактивних таблиць.

6. Автоматична генерація пояснювальної записки. Графічний документатор.

**Тема 18. Обмін інформацією з іншими програмними засобами (самостійна робота)**

1. Імпорт розрахункових схем з системи AutoCAD.

2. Імпорт планів поверхів з файлів DXF.

3. Використання систем ArchiCAD і Allplan для створення розрахункових схем ПК «ЛІРА-САПР».

4. Особливості імпорту файлів з Revit Structure.

5. Експорт результатів розрахунку та конструювання в системи автоматизованого проектування.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 17

#### 4. САМОСТІЙНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Перелік тем, які виносяться на самостійне вивчення здобувачами вищої освіти денної форми навчання наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

##### Перелік питань тем самостійного вивчення дисципліни

Змістовий модуль	Джерело літератури
<b>Змістовий модуль 1. Загальні відомості про прикладні програми в будівництві та основи використання ПК «ЛІРА-САПР» для розрахунків будівельних конструкцій</b>	
<p><b>Тема 1. Вступ та загальні відомості про прикладні програми в будівництві</b></p> <p>5. Сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку інформаційних технологій у будівництві.</p> <p>5.1. Поняття інформаційного моделювання у будівництві (BIM - Building Information Modelling).</p> <p>5.2. Класифікація BIM.</p> <p>5.3. Розвиток BIM у світі та перспективи в Україні.</p>	<p>[1], стр. 10-40 [2], стр. 5-20</p> <p><i>Рекомендації:</i> Зосередьте увагу на поняттях BIM, класифікації та перспективи розвитку в Україні [1], стр. 12–18. Використовуйте посібник EU BIM для розуміння європейських стандартів [2], стр. 5-13.</p>
<p><b>Тема 2. Теоретичні основи методу скінченних елементів</b></p> <p>1. Сутність методу скінченних елементів (МСЕ) та його застосування в розрахунках конструкцій будівель та споруд.</p> <p>2. Основні положення МСЕ.</p> <p>2.1. Алгоритм реалізації методу скінченних елементів.</p> <p>2.2. Матриця жорсткості скінченного елемента в локальній системі координат.</p> <p>2.3. Матриця перетворень (направляючих косинусів).</p> <p>2.4. Матриця жорсткості для споруди в цілому.</p> <p>2.5. Визначення переміщень і зусиль в елементах схеми.</p> <p>3. Приклад розрахунку рами методом скінченних</p>	<p>[3], стр. 45-75 [6], стр. 12-30</p> <p><i>Рекомендації:</i> Вивчіть алгоритм МСЕ та побудову матриць жорсткості [3], стр. 46-53. Ознайомтеся з прикладами розрахунків рами методом скінченних елементів [6], стр. 20–28.</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 18

елементів	
<p><b>Тема 3. Структура ПК «ЛІРА-САПР» та порядок створення розрахункової моделі. Спеціалізовані програмні комплекси сімейства ЛІРА. Знайомство з ПК «ЛІРА-САПР»</b></p> <p>6. Знайомство з ПК «ЛІРА-САПР».</p> <p>6.1. Програмний інструментарій комп'ютерних технологій розрахунку і проектування конструкцій.</p> <p>6.2. Підготовка до створення розрахункової схеми в ПК «ЛІРА- САПР».</p> <p>6.3. Створення нового проекту для виконання розрахунку і його найменування. Налаштування каталогів, одиниць виміру</p>	<p>[6], стр. 5-10 [8], стр. 8-25</p> <p><i>Рекомендації:</i> Зосередьте увагу на створенні нових проектів та налаштуванні одиниць виміру [6], стр. 7-10. Опрацюйте практичні приклади підготовки схем у ПК ЛІРА-САПР [8], стр. 12-22.</p>
<p><b>Тема 4. Принципи побудови скінченно-елементних моделей в ПК «ЛІРА- САПР»</b></p> <p>6. Засоби створення розрахункових моделей без використання шаблонів: визначення типів елементів, опорних в'язей, шарнірів, жорсткостей, прикладання навантажень, виконання розрахунку зусиль.</p> <p>7. Закріплення прийомів створення сітки кінцево-елементних моделей засобами ПК «ЛІРА-САПР» на прикладах (однопролітна балка, ферма, арка тощо)</p>	<p>[6], стр. 31-45 [9], стр. 20-35</p> <p><i>Рекомендації:</i> Ознайомтеся з ознаками схем та створенням розрахункових моделей без шаблонів [6], стр. 33–40. Вивчіть приклади моделювання шарнірів та застосування бібліотеки елементів [9], стр. 25–30.</p>
<b>Змістовий модуль 2. Можливості ПК «ЛІРА-САПР» для комп'ютерного моделювання будівель та споруд</b>	
<p><b>Тема 11. Розрахунок конструкцій на пружній основі</b></p> <p>1. Врахування роботи конструкцій спільно з пружною основою.</p> <p>2. Класична модель основи Вінклера.</p> <p>3. Модель основи Пастернака.</p> <p>4. Модифікована модель основи Вінклера</p>	<p>[6], стр. 40-55</p> <p><i>Рекомендації:</i> Вивчіть класифікацію моделей основи та їх реалізацію [6], стр. 42–50.</p>
<p><b>Тема 12. Можливості виконання розрахунків конструкцій на динамічні впливи в ПК «ЛІРА-САПР»</b></p> <p>1. Поняття власних форм та власних частот коливань.</p> <p>2. Визначення внутрішніх зусиль у конструкції при русі системи по власним формам коливань.</p>	<p>[6], стр. 56-75 [7], стр. 32-48</p> <p><i>Рекомендації:</i> Вивчіть моделювання коливань та навантажень [6], стр. 60–70. Розгляньте приклади роботи з</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 19

<p>3. Розрахунки на динамічні впливи.</p> <p>4. Сейсмічні навантаження.</p> <p>5. Вітрове навантаження з врахуванням пульсацій.</p> <p>6. Розрахунок на задане гармонічне завантаження.</p> <p>7. Розрахунки на імпульсну та ударну дію.</p> <p>8. Модальна маса</p>	<p><i>сейсмічними навантаженнями [7], стр. 35–42.</i></p>
<p><b>Тема 13. Моделювання життєвого циклу конструкцій</b></p> <p>1. Моделювання процесу навантаження елементів.</p> <p>2. Моделювання процесу зведення конструкції.</p> <p>3. Комп'ютерне моделювання життєвого циклу конструкції</p>	<p>[8], стр. 26-35 [9], стр. 50-60</p> <p><i>Рекомендації: Зосередьтеся на моделюванні процесу навантаження [8], стр. 28–33.</i></p>
<p><b>Тема 18. Обмін інформацією з іншими програмними засобами</b></p> <p>1. Імпорт розрахункових схем з системи AutoCAD.</p> <p>2. Імпорт планів поверхів з файлів DXF.</p> <p>3. Використання систем ArchiCAD і Allplan для створення розрахункових схем ПК «ЛІРА-САПР».</p> <p>4. Особливості імпорту файлів з Revit Structure.</p> <p>5. Експорт результатів розрахунку та конструювання в системи автоматизованого проектування</p>	<p>[7], стр. 50-60 [9], стр. 40-50</p> <p><i>Рекомендації: Ознайомтеся з можливостями імпорту планів поверхів [7], стр. 52–58. Вивчіть процес експорту результатів розрахунків у Revit [9], стр. 42–48.</i></p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 20

## 5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ

1. Яка основна мета використання прикладних програм у будівництві?
2. Що таке система автоматизованого проектування (САПР)?
3. Які основні принципи роботи з програмним комплексом «ЛІРА-САПР»?
4. Що таке BIM-технології, і як вони впливають на процес проектування?
5. Які основні переваги застосування прикладних програм у будівництві?
6. Як інформаційне моделювання допомагає уникнути проектних помилок?
7. Які прикладні програми використовуються для розрахунку несучих конструкцій?
8. У чому полягає різниця між AutoCAD і Revit?
9. Які основні функції виконують Primavera P6 і Microsoft Project у будівництві?
10. Які тенденції розвитку прикладних програм у контексті автоматизації та штучного інтелекту?
11. Які програми підтримують BIM-технології?
12. Які основні функції виконує Revit у проектуванні?
13. Як SketchUp допомагає створювати прості 3D моделі?
14. Для чого використовується SAP2000 у будівництві?
15. Які переваги використання AutoCAD для створення креслень?
16. Які ключові можливості надає Robot Structural Analysis?
17. Як програми Primavera P6 і Microsoft Project допомагають у плануванні будівництва?
18. Що таке цифровий двійник і як він використовується у будівництві?
19. Як візуалізація у SketchUp може вплинути на затвердження проекту?
20. Які основні типи задач вирішуються за допомогою Revit?
21. Що таке програмний комплекс «ЛІРА-САПР» і які його основні функціональні можливості?
22. Які типи аналізу підтримує програма «ЛІРА-САПР»?
23. Як налаштувати одиниці вимірювання у програмі «ЛІРА-САПР»?
24. Опишіть алгоритм створення розрахункової моделі балки в «ЛІРА-САПР».
25. Які функції виконує модуль «Модель» у програмі «ЛІРА-САПР»?
26. Як задаються граничні умови у «ЛІРА-САПР»?
27. Які навантаження можна моделювати у середовищі «ЛІРА-САПР»?
28. Як здійснюється розрахунок моделі у програмі?
29. Як аналізуються результати у вигляді епюр та переміщень?
30. Як результати розрахунків у «ЛІРА-САПР» можуть бути представлені у звітній формі?
31. Які етапи побудови геометрії ферми в ПК «ЛІРА-САПР»?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 21

32. Як створити розрахункову модель поперечної рами промислової будівлі?
33. Як визначити максимальний прогин перекриття в монолітній плиті?
34. Як проводиться розрахунок плоскої ферми у «ЛІРА-САПР»?
35. Як задати характеристики матеріалів у «ЛІРА-САПР»?
36. Як створюється модель арки та визначаються зусилля?
37. Як провести розрахунок нерозрізної балки у «ЛІРА-САПР»?
38. Як аналізуються епюри моментів та сил у балках?
39. Як здійснюється перевірка жорсткості конструкції в «ЛІРА-САПР»?
40. Як створити модель однопрольотної балки із застосуванням зосередженого навантаження?
41. Що таке метод скінченних елементів і як він використовується у будівництві?
42. Як створюється матриця жорсткості для споруди в цілому?
43. Які переваги надає автоматизація проектування у будівництві?
44. Які труднощі можуть виникати під час впровадження сучасних прикладних програм у будівництві?
45. Як технології BIM допомагають у збереженні ресурсів у будівництві?
46. Які перспективи розвитку програмного забезпечення для розрахунків конструкцій?
47. Як створити 3D модель приватного будинку у SketchUp?
48. Як можна застосувати «ЛІРА-САПР» для аналізу сейсмічних навантажень?
49. Які основні завдання вирішуються у Revit при модернізації будівель?
50. Як аналізувати результати моделювання у SAP2000?
51. Які особливості використання Revit для реконструкції історичних будівель?
52. Як цифровий двійник може використовуватись для моніторингу об'єкта в реальному часі?
53. Які виклики стоять перед впровадженням автоматизованих програм у будівельну галузь?
54. Як аналіз результатів розрахунків у «ЛІРА-САПР» допомагає приймати проєктні рішення?
55. Які кроки слід виконати для моделювання багатопрольотної балки у «ЛІРА-САПР»?
56. Як SketchUp допомагає у створенні ландшафтного дизайну?
57. Які програми найчастіше використовуються для планування етапів будівництва?
58. Як Revit дозволяє уникнути помилок під час інтеграції інженерних систем?
59. Що таке нелінійний аналіз у програмі «ЛІРА-САПР»?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 22

60. Як визначити критичні напруження у конструкції за допомогою SAP2000?
61. Які інструменти програми SketchUp дозволяють створювати деталізовані 3D моделі?
62. Як AutoCAD інтегрується з іншими програмами для будівництва?
63. Які типи навантажень підтримуються у SAP2000?
64. Як перевірити оптимальність перерізів конструкції у «ЛІРА-САПР»?
65. Які етапи передбачає створення моделі плоскої ферми у «ЛІРА-САПР»?
66. Як програми управління проектами впливають на строки реалізації будівельного проекту?
67. Що таке епюра, і як її будувати у «ЛІРА-САПР»?
68. Як аналізуються результати динамічного навантаження у SAP2000?
69. Які можливості надає Revit для багатокористувацького доступу до моделі?
70. Як відрізняється аналіз переміщень у ПК «ЛІРА-САПР» від інших програм?
71. Які переваги мають програми на основі методу скінченних елементів?
72. Як визначити жорсткість балки у ПК «ЛІРА-САПР»?
73. Що таке зосереджене навантаження, і як його врахувати у моделі?
74. Як провести аналіз конструкції для різних кліматичних умов?
75. Які основні принципи проектування монолітних конструкцій у Revit?
76. Як створювати аналітичні моделі будівель у SAP2000?
77. Що таке автоматизація креслень у AutoCAD?
78. Як Revit забезпечує інтеграцію даних між різними фахівцями?
79. Які особливості моделювання перекриттів у ПК «ЛІРА-САПР»?
80. Як проаналізувати ефективність використання матеріалів у конструкції?
81. Що таке взаємодія програмних комплексів у BIM-середовищі?
82. Як створити архітектурну модель для житлового будинку у SketchUp?
83. Які кроки слід виконати для аналізу прогинів у ПК «ЛІРА-САПР»?
84. Як застосовувати результати розрахунків SAP2000 для оптимізації конструкцій?
85. Що таке нелінійні деформації, і як їх враховують у ПК «ЛІРА-САПР»?
86. Як Revit дозволяє управляти версіями BIM-моделей?
87. Як використовувати AutoCAD для створення будівельних специфікацій?
88. Що таке стійкість конструкцій, і як її перевіряють у ПК «ЛІРА-САПР»?
89. Як аналізувати результати сейсмічних розрахунків у SAP2000?
90. Які основні інструменти SketchUp для створення складних моделей?
91. Як застосувати метод скінченних елементів для аналізу мостів?
92. Як забезпечити точність моделювання у ПК «ЛІРА-САПР»?
93. Які типи звітів можна створити у Revit?
94. Як оптимізувати ресурсні витрати за допомогою Primavera P6?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 23

95. Що таке стрижневі конструкції, і як їх моделюють у SAP2000?
96. Як SketchUp допомагає у презентації проектів клієнтам?
97. Які переваги використання стандартних бібліотек у ПК «ЛІРА-САПР»?
98. Як аналізувати напруження у сталевих конструкціях?
99. Що таке динамічне навантаження, і як його врахувати у ПК «ЛІРА-САПР»?
100. Як забезпечити інтеграцію даних між AutoCAD та іншими САПР-програмами?
101. Як визначити максимальні зусилля у конструкціях ферми?
102. Що таке часові графіки, і як їх створюють у Primavera P6?
103. Як врахувати вплив вітрових навантажень у ПК «ЛІРА-САПР»?
104. Як використовувати інструменти Revit для моделювання вентиляційних систем?
105. Як проаналізувати прогини у багатоповерхових конструкціях?
106. Які методи оцінки жорсткості конструкції є у SAP2000?
107. Як AutoCAD допомагає у розробці планувальних рішень?
108. Як забезпечити взаємодію між різними версіями BIM-файлів?
109. Як створити детальну специфікацію матеріалів у ПК «ЛІРА-САПР»?
110. Як проводити аналіз сталевих конструкцій у SAP2000?
111. Як використання SketchUp сприяє креативності у дизайні?
112. Які типи нелінійного аналізу підтримує ПК «ЛІРА-САПР»?
113. Як визначити ефективність використання ресурсів у Primavera P6?
114. Як забезпечити точність розрахунків у конструкціях мостів?
115. Що таке оболонкові конструкції, і як їх моделюють у SAP2000?
116. Як аналізувати результати коливань конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?
117. Як оптимізувати конструкцію перекриття у Revit?
118. Як аналізувати теплові навантаження у будівлях за допомогою ПК?
119. Які інструменти SketchUp допомагають у розробці інтер'єрів?
120. Як визначити стабільність конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?
121. Як створити анімацію моделі у SketchUp?
122. Як інтегрувати Revit з іншими інженерними програмами?
123. Як аналізувати взаємодію фундаментів та ґрунтів у ПК «ЛІРА-САПР»?
124. Як проводити розрахунки складних металевих конструкцій у SAP2000?
125. Як врахувати геометричну нелінійність у ПК «ЛІРА-САПР»?
126. Як створити базу даних матеріалів у Revit?
127. Які особливості проектування конструкцій з дерева у SAP2000?
128. Як розробити оптимальний графік будівництва у Primavera P6?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 24

129. Як SketchUp допомагає у розробці фасадних рішень?
130. Як перевірити конструкцію на сейсмічну стійкість у ПК «ЛІРА-САПР»?
131. Як створити модель мосту у SAP2000?
132. Як враховувати вплив температурних навантажень у ПК «ЛІРА-САПР»?
133. Як аналізувати конструкції складних форм у Revit?
134. Як проаналізувати вплив аварійних навантажень у ПК?
135. Як SketchUp допомагає створювати візуалізації для клієнтів?
136. Як проводити аналіз конструкцій на міцність у ПК «ЛІРА-САПР»?
137. Як інтегрувати дані між Primavera P6 та іншими інженерними програмами?
138. Як оптимізувати форму арки у SAP2000?
139. Як використовувати SketchUp для ландшафтного дизайну?
140. Як визначити довговічність конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?
141. Як створити BIM-модель будівлі з урахуванням екологічних стандартів?
142. Як враховувати вітрове навантаження у конструкціях мостів?
143. Як аналізувати енергетичну ефективність будівлі у Revit?
144. Як оцінити ефективність ресурсів у плануванні Primavera P6?
145. Як аналізувати сталеві конструкції з покриттям у SAP2000?
146. Як інтегрувати результати моделювання у звіти клієнтів?
147. Як забезпечити оптимальність проекту за допомогою ПК «ЛІРА-САПР»?
148. Як аналізувати напруження у оболонкових конструкціях у SAP2000?
149. Як проводити аналіз багатопрольотних конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?
150. Як створити концепцію сталого будівництва у BIM-моделі?



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 25

## 6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ НАПИСАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

### Білет 1

1. Яка основна мета використання прикладних програм у будівництві?
2. Які етапи побудови геометрії ферми в ПК «ЛІРА-САПР»?
3. Які інструменти програми SketchUp дозволяють створювати деталізовані 3D моделі?
4. Як застосувати метод скінченних елементів для аналізу мостів?
5. Як створити анімацію моделі у SketchUp?

### Білет 2

1. Що таке система автоматизованого проєктування (САПР)?
2. Як створити розрахункову модель поперечної рами промислової будівлі?
3. Як AutoCAD інтегрується з іншими програмами для будівництва?
4. Як забезпечити точність моделювання у ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Як інтегрувати Revit з іншими інженерними програмами?

### Білет 3

1. Які основні принципи роботи з програмним комплексом «ЛІРА-САПР»?
2. Як визначити максимальний прогин перекриття в монолітній плиті?
3. Які типи навантажень підтримуються у SAP2000?
4. Які типи звітів можна створити у Revit?
5. Як аналізувати взаємодію фундаментів та ґрунтів у ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 4

1. Що таке BIM-технології, і як вони впливають на процес проєктування?
2. Як проводиться розрахунок плоскої ферми у «ЛІРА-САПР»?
3. Як перевірити оптимальність перерізів конструкції у «ЛІРА-САПР»?
4. Як оптимізувати ресурсні витрати за допомогою Primavera P6?
5. Як проводити розрахунки складних металевих конструкцій у SAP2000?

### Білет 5

1. Які основні переваги застосування прикладних програм у будівництві?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 26

2. Як задати характеристики матеріалів у «ЛІРА-САПР»?
3. Які етапи передбачає створення моделі плоскої ферми у «ЛІРА-САПР»?
4. Що таке стрижневі конструкції, і як їх моделюють у SAP2000?
5. Як врахувати геометричну нелінійність у ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 6

1. Як інформаційне моделювання допомагає уникнути проектних помилок?
2. Як створюється модель арки та визначаються зусилля?
3. Як програми управління проектами впливають на строки реалізації будівельного проекту?
4. Як SketchUp допомагає у презентації проектів клієнтам?
5. Як створити базу даних матеріалів у Revit?

### Білет 7

1. Які прикладні програми використовуються для розрахунку несучих конструкцій?
2. Як провести розрахунок нерозрізної балки у «ЛІРА-САПР»?
3. Що таке епюра, і як її будувати у «ЛІРА-САПР»?
4. Які переваги використання стандартних бібліотек у ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Які особливості проектування конструкцій з дерева у SAP2000?

### Білет 8

1. У чому полягає різниця між AutoCAD і Revit?
2. Як аналізуються епюри моментів та сил у балках?
3. Як аналізуються результати динамічного навантаження у SAP2000?
4. Як аналізувати напруження у сталевих конструкціях?
5. Як розробити оптимальний графік будівництва у Primavera P6?

### Білет 9

1. Які основні функції виконують Primavera P6 і Microsoft Project у будівництві?
2. Як здійснюється перевірка жорсткості конструкції в «ЛІРА-САПР»?
3. Які можливості надає Revit для багатокористувацького доступу до моделі?
4. Що таке динамічне навантаження, і як його врахувати у ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Як SketchUp допомагає у розробці фасадних рішень?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 27

### Білет 10

1. Які тенденції розвитку прикладних програм у контексті автоматизації та штучного інтелекту?
2. Як створити модель однопрольотної балки із застосуванням зосередженого навантаження?
3. Як відрізняється аналіз переміщень у ПК «ЛІРА-САПР» від інших програм?
4. Як забезпечити інтеграцію даних між AutoCAD та іншими САПР-програмами?
5. Як перевірити конструкцію на сейсмічну стійкість у ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 11

1. Які програми підтримують BIM-технології?
2. Що таке метод скінченних елементів і як він використовується у будівництві?
3. Які переваги мають програми на основі методу скінченних елементів?
4. Як визначити максимальні зусилля у конструкціях ферми?
5. Як створити модель мосту у SAP2000?

### Білет 12

1. Які основні функції виконує Revit у проектуванні?
2. Як створюється матриця жорсткості для споруди в цілому?
3. Як визначити жорсткість балки у ПК «ЛІРА-САПР»?
4. Що таке часові графіки, і як їх створюють у Primavera P6?
5. Як враховувати вплив температурних навантажень у ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 13

1. Як SketchUp допомагає створювати прості 3D моделі?
2. Які переваги надає автоматизація проектування у будівництві?
3. Що таке зосереджене навантаження, і як його врахувати у моделі?
4. Як врахувати вплив вітрових навантажень у ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Як аналізувати конструкції складних форм у Revit?

### Білет 14

1. Для чого використовується SAP2000 у будівництві?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 28

2. Які труднощі можуть виникати під час впровадження сучасних прикладних програм у будівництві?
3. Як провести аналіз конструкції для різних кліматичних умов?
4. Як використовувати інструменти Revit для моделювання вентиляційних систем?
5. Як проаналізувати вплив аварійних навантажень у ПК?

### Білет 15

1. Які переваги використання AutoCAD для створення креслень?
2. Як технології BIM допомагають у збереженні ресурсів у будівництві?
3. Які основні принципи проектування монолітних конструкцій у Revit?
4. Як проаналізувати прогини у багатоповерхових конструкціях?
5. Як SketchUp допомагає створювати візуалізації для клієнтів?

### Білет 16

1. Які ключові можливості надає Robot Structural Analysis?
2. Які перспективи розвитку програмного забезпечення для розрахунків конструкцій?
3. Як створювати аналітичні моделі будівель у SAP2000?
4. Які методи оцінки жорсткості конструкції є у SAP2000?
5. Як проводити аналіз конструкцій на міцність у ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 17

1. Як програми Primavera P6 і Microsoft Project допомагають у плануванні будівництва?
2. Як створити 3D модель приватного будинку у SketchUp?
3. Що таке автоматизація креслень у AutoCAD?
4. Як AutoCAD допомагає у розробці планувальних рішень?
5. Як інтегрувати дані між Primavera P6 та іншими інженерними програмами?

### Білет 18

1. Що таке цифровий двійник і як він використовується у будівництві?
2. Як можна застосувати «ЛІРА-САПР» для аналізу сейсмічних навантажень?
3. Як Revit забезпечує інтеграцію даних між різними фахівцями?
4. Як забезпечити взаємодію між різними версіями BIM-файлів?
5. Як оптимізувати форму арки у SAP2000?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 29

### Білет 19

1. Як візуалізація у SketchUp може вплинути на затвердження проєкту?
2. Які основні завдання вирішуються у Revit при модернізації будівель?
3. Які особливості моделювання перекриттів у ПК «ЛІРА-САПР»?
4. Як створити детальну специфікацію матеріалів у ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Як використовувати SketchUp для ландшафтного дизайну?

### Білет 20

1. Які основні типи задач вирішуються за допомогою Revit?
2. Як аналізувати результати моделювання у SAP2000?
3. Як проаналізувати ефективність використання матеріалів у конструкції?
4. Як проводити аналіз сталевих конструкцій у SAP2000?
5. Як визначити довговічність конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 21

1. Що таке програмний комплекс «ЛІРА-САПР» і які його основні функціональні можливості?
2. Які особливості використання Revit для реконструкції історичних будівель?
3. Що таке взаємодія програмних комплексів у BIM-середовищі?
4. Як використання SketchUp сприяє креативності у дизайні?
5. Як створити BIM-модель будівлі з урахуванням екологічних стандартів?

### Білет 22

1. Які типи аналізу підтримує програма «ЛІРА-САПР»?
2. Як цифровий двійник може використовуватись для моніторингу об'єкта в реальному часі?
3. Як створити архітектурну модель для житлового будинку у SketchUp?
4. Які типи нелінійного аналізу підтримує ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Як враховувати вітрове навантаження у конструкціях мостів?

### Білет 23

1. Як налаштувати одиниці вимірювання у програмі «ЛІРА-САПР»?
2. Які виклики стоять перед впровадженням автоматизованих програм у будівельну галузь?
3. Які кроки слід виконати для аналізу прогинів у ПК «ЛІРА-САПР»?
4. Як визначити ефективність використання ресурсів у Primavera P6?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 30

5. Як аналізувати енергетичну ефективність будівлі у Revit?

### Білет 24

1. Опишіть алгоритм створення розрахункової моделі балки в «ЛІРА-САПР».
2. Як аналіз результатів розрахунків у «ЛІРА-САПР» допомагає приймати проєктні рішення?
3. Як застосовувати результати розрахунків SAP2000 для оптимізації конструкцій?
4. Як забезпечити точність розрахунків у конструкціях мостів?
5. Як оцінити ефективність ресурсів у плануванні Primavera P6?

### Білет 25

1. Які функції виконує модуль «Модель» у програмі «ЛІРА-САПР»?
2. Які кроки слід виконати для моделювання багатопрольотної балки у «ЛІРА-САПР»?
3. Що таке нелінійні деформації, і як їх враховують у ПК «ЛІРА-САПР»?
4. Що таке оболонкові конструкції, і як їх моделюють у SAP2000?
5. Як аналізувати сталеві конструкції з покриттям у SAP2000?

### Білет 26

1. Як задаються граничні умови у «ЛІРА-САПР»?
2. Як SketchUp допомагає у створенні ландшафтного дизайну?
3. Як Revit дозволяє управляти версіями BIM-моделей?
4. Як аналізувати результати коливань конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Як інтегрувати результати моделювання у звіти клієнтів?

### Білет 27

1. Які навантаження можна моделювати у середовищі «ЛІРА-САПР»?
2. Які програми найчастіше використовуються для планування етапів будівництва?
3. Як використовувати AutoCAD для створення будівельних специфікацій?
4. Як оптимізувати конструкцію перекриття у Revit?
5. Як забезпечити оптимальність проєкту за допомогою ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 28

1. Як здійснюється розрахунок моделі у програмі?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 31

2. Як Revit дозволяє уникнути помилок під час інтеграції інженерних систем?
3. Що таке стійкість конструкцій, і як її перевіряють у ПК «ЛІРА-САПР»?
4. Як аналізувати теплові навантаження у будівлях за допомогою ПК?
5. Як аналізувати напруження у оболонкових конструкціях у SAP2000?

### Білет 29

1. Як аналізуються результати у вигляді епюр та переміщень?
2. Що таке нелінійний аналіз у програмі «ЛІРА-САПР»?
3. Як аналізувати результати сейсмічних розрахунків у SAP2000?
4. Які інструменти SketchUp допомагають у розробці інтер'єрів?
5. Як проводити аналіз багатопрольотних конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?

### Білет 30

1. Як результати розрахунків у «ЛІРА-САПР» можуть бути представлені у звітній формі?
2. Як визначити критичні напруження у конструкції за допомогою SAP2000?
3. Які основні інструменти SketchUp для створення складних моделей?
4. Як визначити стабільність конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР»?
5. Як створити концепцію сталого будівництва у BIM-моделі?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 32

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. BIM-технології в будівництві : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спец. 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заоч. форм навч. / уклад. В.П. Самчук. – Луцьк : ЛНТУ, 2023. – 116 с. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/uk/147258369/13052>

2. EU BIM Task Group. (2017). Посібник з впровадження інформаційного моделювання в будівництві, створений Європейським державним сектором (Ukrainian version). [Онлайнова публікація]. Publications Office of the European Union. URL: [https://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2020/12/2017\\_EU-BIM-Handbook\\_ua.pdf](https://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2020/12/2017_EU-BIM-Handbook_ua.pdf)

3. Моргун, А. С., Андрухов, В. М., Сорока, М. М., Меть, І. М. (2015). Системи автоматизованого проектування в будівництві. Вінницький національний технічний університет. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/65/109/120-1?inline=1>

4. Барандич, К. С., Подолян, О. О., Гладський, М. М. (2021). Системи автоматизованого проектування: Конспект лекцій. КПІ ім. Ігоря Сікорського. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/178b106e-773e-4d58-абес-e031cdde998a/content>

5. Сорочак А. П. (2018). Програмне забезпечення інженерних розрахунків: Конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та інженерія». Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/24254/1/konspekt.pdf>

6. ЛІРА-САПР. (2023). Приклади розрахунків у ЛІРА-САПР. URL: [https://www.liraland.ua/download/private/lira/2023/lira\\_sapr\\_examples\\_ua.pdf](https://www.liraland.ua/download/private/lira/2023/lira_sapr_examples_ua.pdf)

7. ЛІРА-САПР. (2022). Посібник користувача SAPFIR 2022. URL: <https://www.liraland.ua/download/private/sapfir/2022/SapfirTutorial2022.pdf>

8. Дмитренко Є.А., Яковенко І.А., Фесенко О.А. (2024). Моделювання залізобетонного монолітного каркасу багатоповерхової будівлі у середовищі ПК «ЛІРА-САПР» : Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». НУБіП URL: <https://www.liraland.ua/download/private/lira/2024/MethodSaprNUBIP.pdf>

9. Дмитренко Є.А., Яковенко І.А., Фесенко О.А. (2024). Основи проектування конструкцій будівель та споруд у програмному комплексі «ЛІРА-САПР» : Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Основи автоматизованого проектування у будівництві» для студентів за



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/3/192.00.1/Б/ВК.2.Х- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 33

спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». НУБіП URL: <https://www.liraland.ua/download/private/lira/2024/MethodOsnovyNUBIP.pdf>

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Lemberg Academy. Курси AutoCAD для освоєння інструментів дво- та тривимірного проектування для архітектурних та інших проектів. URL: <https://lemborg-academy.com/>

2. buildit.lab: Освітній онлайн-простір, що пропонує безкоштовні курси з Autodesk Revit для будівельників, архітекторів та інженерів-проектувальників. URL: [https://www.buildit.org.ua/buildit-lab?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.buildit.org.ua/buildit-lab?utm_source=chatgpt.com)

3. CAD Center. Надає інформацію та навчальні матеріали з Primavera P6, включаючи візуалізацію та моніторинг виконання проекту. URL: [https://www.cadcenter.org/primavera?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.cadcenter.org/primavera?utm_source=chatgpt.com)

4. Computers and Structures, Inc. (CSI). SAP2000 Tutorials. URL: <https://www.csiamerica.com/products/sap2000/training>

5. Autodesk. Robot Structural Analysis for Building Projects. URL: <https://www.autodesk.com/learn/ondemand/curated/robot-structural-analysis-for-building-projects>

6. Oracle. Primavera P6 Training and Certification. URL: <https://education.oracle.com/primavera-p6-training>

7. Microsoft. Microsoft Project Training. URL: <https://support.microsoft.com/en-us/project>

8. Trimble Inc.. SketchUp Campus. URL: <https://learn.sketchup.com/>

9. Autodesk Inc. (2023). Mastering AutoCAD and AutoCAD LT 2023. San Francisco: Wiley. URL: <https://www.wiley.com/>

10. Structural Software Solutions. (2021). Robot Structural Analysis Professional 2022 User's Guide. San Francisco: Autodesk. URL: <https://knowledge.autodesk.com/>

11. Pujadas, J., & Moragues, J. (2021). Concrete Structures: Stresses and Deformations. Oxford: Butterworth-Heinemann. URL: <https://www.elsevier.com/>

12. LIRALAND Group. Офіційний сайт ЛІРА-САПР. URL: <https://www.liraland.ua/>

13. LIRALAND Group. ЛІРА-САПР: Проектування та розрахунок будівельних конструкцій. URL: <https://www.liraland.ua/lira/>

14. LIRALAND Group. ЛІРА-САПР для студентів і самостійного вивчення. URL: <https://www.liraland.ua/services/forstudents.php>