

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра міського будівництва та господарства

03-04-090М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи з навчальної
дисципліни «**Комп'ютерні технології в будівництві**»
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Міське будівництво та
господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» усіх форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 1 від 29.08.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «**Комп’ютерні технології в будівництві**» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Міське будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Кочкаръов Д. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 15 с.

Укладач: Кочкаръов Д. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри міського будівництва і господарства.

Відповідальний за випуск: Кочкаръов Д. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри міського будівництва і господарства.

Керівник освітньої програми: Ткачук О. А., д.т.н., професор.

ЗМІСТ

Передмова.....	3
1. Завдання на практичні роботи.....	4
1.1. Створення простих схем, збір навантажень та підготовка до розрахунку в програмних комплексах.....	4
1.2. Розрахунок простих статично-невизначених схем в програмному комплексі Ліра-САПР.....	6
1.3. Розрахунок просторових решітчастих конструкцій в програмному комплексі Ліра-САПР (Scad-Office).....	6
1.4. Розрахунок каркасів будівель в програмному комплексі Мономах-САПР.....	8
1.5. Розрахунок елементів будівель і споруд, а також їх основ та фундаментів.....	10
1.6. Основи конструювання вузлів елементів будівель і споруд.....	10
2. Оформлення звіту про самостійну роботу	11
3. Питання для самоконтролю.....	12
4. Методичне забезпечення дисципліни.....	14
5. Рекомендована література.....	14
6. Інформаційні ресурси.....	15

© Д. В. Кочкаръов, 2024

© НУВГП, 2024

ПЕРЕДМОВА

Відповідно до навчального плану освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» вивчення навчальної дисципліни **«Комп'ютерні технології в будівництві»** здобувачами денної та заочної форм навчання проводиться впродовж одного семестру і закінчується складанням заліку.

Вивчення навчальної дисципліни **«Комп'ютерні технології в будівництві»** передбачає такі основні види занять – практичні заняття та самостійну роботу в поза аудиторний час. Для отримання глибоких та стійких знань обов'язковою є самостійна робота здобувачів, яка виконується з використанням довідкової, періодичної та основної навчальної літератури, а також консультації викладачів.

Мета: підготовка магістрів з поглибленим вивченням сучасних комп'ютерних ВІМ технологій та сучасних систем автоматизованого проектування.

Завдання: навчити студентів основам використання сучасних ВІМ технологій та систем автоматизованого проектування.

У результаті вивчення дисципліни здобувач зобов'язаний:

знати:

- основні принципи роботи із найбільш відомими графічними автоматизованими програмними комплексами;
- види розрахункових схем;
- основні види навантажень та особливості їх визначення;
- основні принципи роботи із сучасними програмними комплексами призначеними для аналізу та розрахунку будівель, споруд та їх елементів;

вміти:

- працювати із сучасними системами автоматизованого проектування;
- створювати плоскі розрахункові схеми;
- створювати просторові розрахункові схеми;
- моделювати плит перекриття фундаментні плити;
- моделювати схеми із об'ємних елементів;

Перед виконанням практичних робіт здобувачі отримують індивідуальні завдання, які вибираються у залежності від останніх двох цифр номера залікової книжки, або за індивідуальним шифром наданим викладачем до початку вивчення навчальної дисципліни.

1. Завдання на практичні роботи

1.1. Практична робота №1. Створення простих схем, збір навантажень та підготовка до розрахунку в програмних комплексах.

Мета: Навчитись основам моделювання розрахункових схем та збору навантажень на них.

Завдання: Необхідно виконати збір навантажень на монолітне перекриття. Вихідні дані необхідно прийняти за табл.1, та рис. 1.

Таблиця 1

Варіанти завдань до практичної роботи №1

Склад підлоги	Останні дві цифри шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Цементно-піщана стяжка</i>	$t=60$ мм; $\gamma=1800$ кг/м ³	$t=30$ мм; $\gamma=1600$ кг/м ³	$t=40$ мм; $\gamma=2000$ кг/м ³	$t=50$ мм; $\gamma=2100$ кг/м ³	$t=70$ мм; $\gamma=2400$ кг/м ³					
<i>Керамічна плитка</i>	$t=20$ мм; $\gamma=2400$ кг/м ³	$t=18$ мм; $\gamma=2200$ кг/м ³	$t=60$ мм; $\gamma=2000$ кг/м ³	$t=60$ мм; $\gamma=1900$ кг/м ³	$t=60$ мм; $\gamma=2100$ кг/м ³					
<i>Матеріал перегородок</i>	<i>Керамічна повнотіла цегла, $t=120$ мм</i>	<i>Керамічна пустотна цегла, $t=120$ мм</i>	<i>Пазо-гребінний блок, $t=80$ мм</i>	<i>Керамічна повнотіла цегла, $t=65$ мм</i>	<i>Керамічна пустотна цегла, $t=65$ мм</i>					
<i>Схема перекриття</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>а</i>	<i>г</i>					
<i>Призначення перекриття</i>	<i>Житловий будинок</i>	<i>Офісна будівля</i>	<i>Торгова площа</i>	<i>Житловий будинок</i>	<i>Офісна будівля</i>					
<i>a, мм</i>	5000	6000	7000	6400	5400					
<i>b, мм</i>	7000	5000	6400	6000	8000					

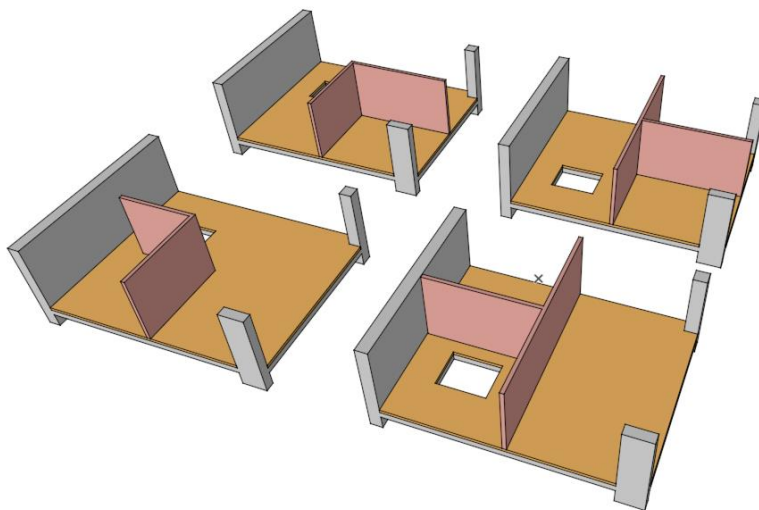
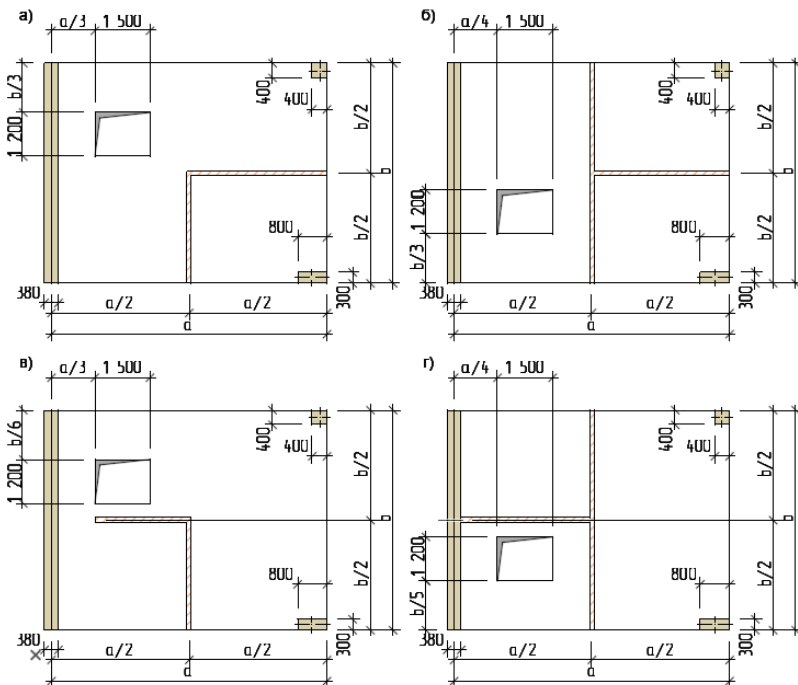


Рисунок 1. Схеми варіантів перекриття

1.2. Практична робота №2. Розрахунок простих статично-невизначених схем в програмному комплексі Ліра-САПР (Scad-Office).

Мета: Навчитись виконувати статичний розрахунок простих статично-невизначених схем в програмному комплексі Ліра-САПР (Scad-Office).

Завдання: За даними практичної роботи №1 необхідно виконати в програмному комплексі Ліра-САПР (Scad-Office) статичний розрахунок перекриття. Необхідно отримати зусилля від основних сполучень навантажень РСН, або від розрахункових сполучень зусиль РСЗ.

1.3. Практична робота №3. Розрахунок просторових решітчастих конструкцій в програмному комплексі Ліра-САПР (Scad-Office).

Мета: Навчитись виконувати розрахунок просторових решітчастих конструкцій в програмному комплексі Ліра-САПР (Scad-Office).

Завдання: Необхідно виконати статичний та конструктивний розрахунок решітчастої конструкції покриття, схеми якої приведені на рис.2. Висоту плоских ферм прийняти 1/12 найбільшого прольоту. Вихідні дані необхідно прийняти за табл.1.

Таблиця 2

Варіанти завдань до практичної роботи №3

Параметри просторових конструкцій	Останні дві цифри шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>a, мм</i>	12000		14000		15000		18000		24000	
<i>b, мм</i>	10000		12000		15000		16000		12000	
<i>Місто будівництва</i>	Київ		Рівне		Одеса		Харків		Львів	
<i>Схема</i>	<i>a</i>		<i>б</i>		<i>a</i>		<i>б</i>		<i>a</i>	
<i>Постійне навантаження на покриття</i>	2 кПа		2,5 кПа		3,0 кПа		1,5 кПа		3,5 кПа	

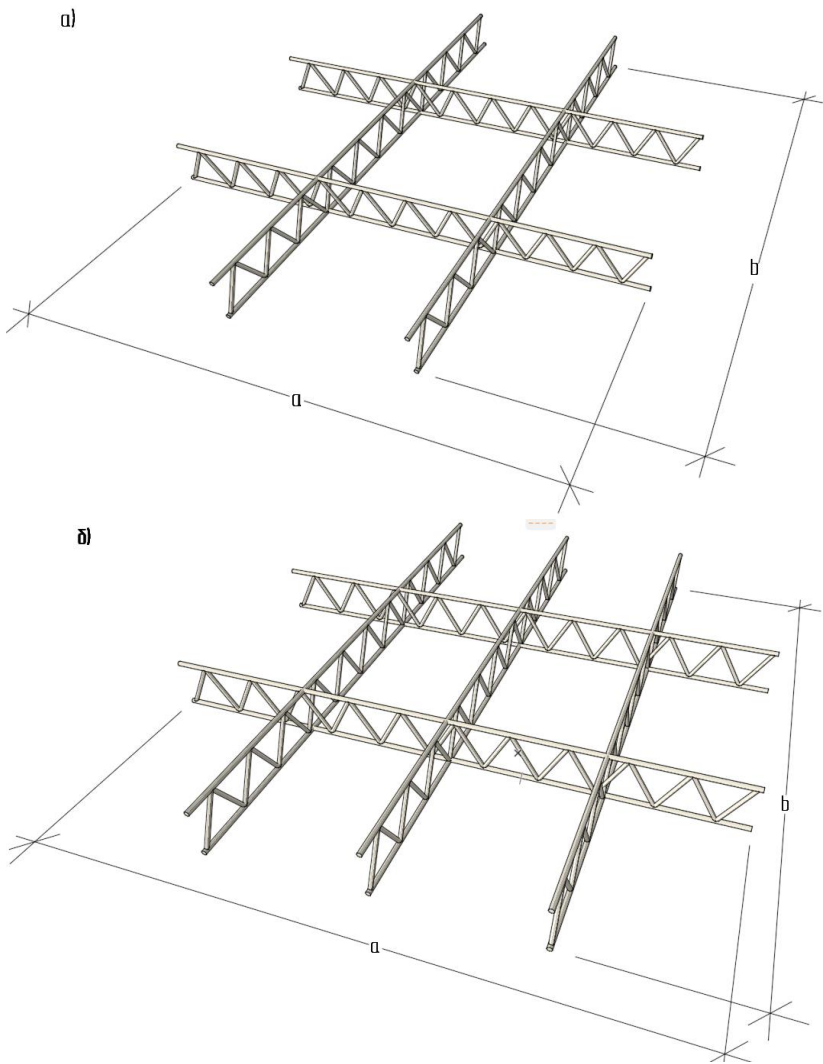


Рисунок 2. Схеми варіантів просторових решітчастих конструкцій

Практична робота №4. Розрахунок каркасів будівель в програмному комплексі Мономах-САПР.

Мета: Навчитись виконувати статичний розрахунок каркасів будівель в програмному комплексі Мономах-САПР.

Завдання: Виконати статичний розрахунок 3-поверхової будівлі в програмному комплексі Мономах-САПР. Необхідно отримати зусилля від основних сполучень навантажень РСН. Вихідні дані для розрахунку представлені у табл.3, план поверху будівлі представлено на рис.3.

ПЛАН ПОВЕРХУ

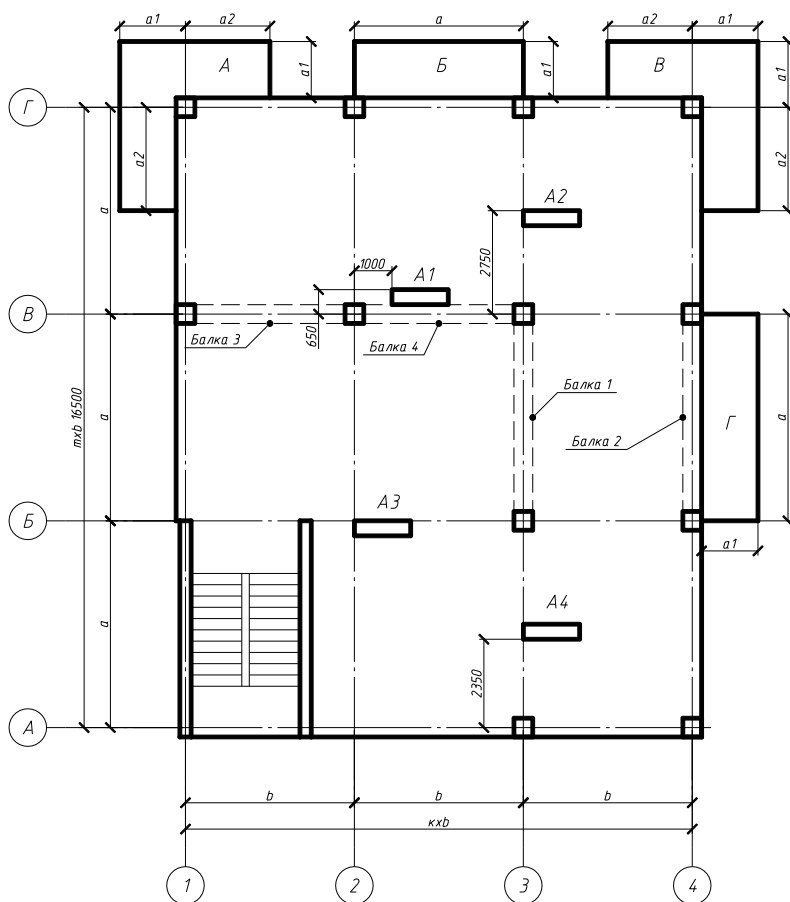


Рисунок 3. План поверху будівлі

Таблиця 3

Варіанти завдань до практичної роботи №3

Параметри каркасу будівлі	Останні дві цифри шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Параметри колон (пілонів), мм</i>	400×400		500×500		250×800		300×800		300×600	
<i>a, мм</i>	6000		4500		4000		6300		6600	
<i>b, мм</i>	5700		5400		6000		6300		6600	
<i>k</i>	3	2	3	4	3	3	3	2	4	3
<i>t</i>	3	3	4	2	4	3	4	4	3	3
<i>A</i>	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-
<i>B</i>	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>B</i>	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+
<i>Г</i>	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+
<i>a1</i>	1,5	2,0	1,7	1,8	1,9	1,5	1,4	1,0	1,6	1,3
<i>a2</i>	3	3,3	2,5	2,7	3,5	1,5	2,0			
<i>A1</i>	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>A2</i>	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-
<i>A3</i>	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+
<i>A4</i>	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Балка 1</i>	-	-	-	+		-	-	-	-	-
<i>Балка 2</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Балка 3</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Балка 4</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Висота поверху</i>	3,0	3,3	3,6	3,0	3,3	3,6	3,0	3,6	3,3	3,0
<i>Вітровий район</i>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Кор.наван., кН/м²</i>	8	6	8	5	6	7	8	6	8	5
<i>Товщина перекрыття, мм</i>	200	220	180	200	180	200	220	200	220	200
<i>Висота поверху, м</i>	3	3,1	3,3	4	3,6	4,2	2,7	4,6	4,5	5

Практична робота №5. Розрахунок елементів будівель і споруд, а також їх основ та фундаментів.

Мета: Навчитись виконувати розрахунок елементів будівель і споруд, а також їх основ та фундаментів..

Завдання: За даними практичної роботи №4 необхідно виконати розрахунок фундаментної плити. Необхідно визначити напруження під плитою в ґрунті основи, осідання плити та отримати армування фундаментної плити. Товщину фундаментної плити прийняти 500 мм. Інженерно геологічні дані прийняти за табл. 4.

Таблиця 4

Варіанти завдань до практичної роботи №5

Параметри ґрунтів	Останні дві цифри шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Супісок</i>	$t=3,5$ мм $c_{II}=1$ кПа; $\varphi_{II}=19^\circ$; $E=15$ МПа $e=0,61$ $I_L=0,6$ $I_p=0,06$	$t=1,5$ мм $c_{II}=2$ кПа; $\varphi_{II}=20^\circ$; $E=18$ МПа $e=0,61$ $I_L=0,6$ $I_p=0,06$	$t=4,5$ мм $c_{II}=1,5$ кПа; $\varphi_{II}=18^\circ$; $E=20$ МПа $e=0,61$ $I_L=0,6$ $I_p=0,06$	$t=1,5$ мм $c_{II}=2,5$ кПа; $\varphi_{II}=22^\circ$; $E=18$ МПа $e=0,61$ $I_L=0,6$ $I_p=0,06$	$t=2,0$ мм $c_{II}=0,5$ кПа; $\varphi_{II}=20^\circ$; $E=22$ МПа $e=0,61$ $I_L=0,6$ $I_p=0,06$					
<i>Суглинок</i>	$c_{II}=1$ кПа; $\varphi_{II}=23^\circ$; $E=21$ МПа $e=0,51$ $I_L=0,7$ $I_p=0,06$	$c_{II}=2$ кПа; $\varphi_{II}=24^\circ$; $E=22$ МПа $e=0,65$ $I_L=0,6$ $I_p=0,05$	$c_{II}=1$ кПа; $\varphi_{II}=25^\circ$; $E=22$ МПа $e=0,63$ $I_L=0,5$ $I_p=0,04$	$c_{II}=0,5$ кПа; $\varphi_{II}=26^\circ$; $E=20$ МПа $e=0,64$ $I_L=0,45$ $I_p=0,03$	$c_{II}=1,5$ кПа; $\varphi_{II}=26^\circ$; $E=25$ МПа $e=0,71$ $I_L=0,4$ $I_p=0,04$					

Практична робота №6. Основи конструювання вузлів елементів будівель і споруд.

Мета: Навчитись виконувати конструювання вузлів елементів будівель і споруд.

Завдання: За даними практичної роботи №3 виконати конструювання двох проміжних вузлів плоских ферм, з яких складається просторова решітчаста конструкція покриття.

2. Оформлення звіту про самостійну роботу

Всі вищевикладені завдання виконуються у вигляді звіту. Звіт повинен включати титульну сторінку зміст, основну частину та список використаних джерел. Звіт оформлюється на стандартних аркушах паперу формату А4 (210 x 297 мм) з одного боку. Загальний обсяг звіту 10-15 сторінок формату А4 (210 x 297 мм). Поля звіту наступні: верхнє, нижнє та ліве — 20 мм, праве — 10 мм. У звіті повинні бути розв'язані всі шість завдань. На початку кожного з шести завдань подаються основні вихідні дані. В звіті формулюються лише основні результати розрахунку:

1. Практичне заняття №1. Приводяться таблиці зі збором навантажень.
2. Практичне заняття №2. Приводиться розрахункова схема перекриття, схеми завантажень із значеннями всіх діючих навантажень, значення внутрішніх зусиль від основних сполучень навантажень РСН, а також переміщення вузлів від основних сполучень навантажень.
3. Практичне заняття №3. Приводиться розрахункова схема решітчастих конструкцій, значення внутрішніх зусиль від основних сполучень навантажень РСН, а також переміщення вузлів. Додатково показуються результати перевірки призначених перерізів за першою та другою групами граничних станів.
4. Практичне заняття №4. Приводиться розрахункова схема каркасу будівлі, схеми завантажень із значеннями всіх діючих навантажень, а також значення внутрішніх зусиль та переміщень вузлів від основних сполучень навантажень РСН.
5. Практичне заняття №5. Приводиться розрахункова схема, напруження під плитою в ґрунті основи, осідання плити та схеми визначеного армування фундаментної плити по відповідним напрямкам.
6. Практичне заняття №6. Приводиться звіт з розрахунку двох проміжних вузлів решітчастих плоских ферм, з яких складається просторова конструкція покриття.

3. Питання для самоконтролю

1. Для чого виконується узгодження осей пластин розрахункових схем?
2. Які скінчені елементи використовують у плоских розрахункових схемах?
3. Які системи координат існують у сучасних програмних комплексах?
4. Для чого слугують АЖТ при моделюванні розрахункових схем?
5. Які елементи розрахункових вважаються некоректними?
6. Які скінчені елементи призначені для стержневих елементів?
7. Які скінчені елементи призначені для розрахунку плоских та просторових ферм із шарнірним закріпленням кінців?
8. Що таке конструктивний елемент?
9. Від чого залежать коефіцієнти постелі? Як їх визначити?
10. Які програмні комплекси дозволяють виконувати розрахунки будівельних конструкцій?
11. Які програмні комплекси дозволяють редагувати растрові зображення?
12. Коли виникає потреба у виконанні динамічних розрахунків?
13. Для чого використовується команда упаковка в розрахункових програмних комплексах?
14. Чи можна виконати розрахунок стержневих схем у програмному комплексі САПФІР?
15. Який із програмних комплексів використовує гібридні скінчені елементи?
16. Чи можна задати поперечний переріз для об'ємного скінченого елемента?
- 17.32. Чи можна задати поперечний переріз для оболонкового скінченого елемента?
- 18.33. Чи можна задати поперечний переріз для стержневого скінченого елемента?
19. Якими SE моделюються балки?
20. Якими SE моделюються колони?
21. Які навантаження вносяться у розрахункові комплекси?
22. Що визначається при виконанні модального аналізу при виконанні динамічних розрахунках ?

23. Для чого призначений програмний комплекс Мономах-Сапр?
24. Вкажіть послідовність розрахунку конструкцій?
25. Для яких навантажень є можливість автоматичного їх введення?
26. Чи підвищує згущення сітки скінчених елементів точність розрахунку?
27. Для чого використовуються розкріплення для СЕ?
28. Якими СЕ моделюються колони та балки?
29. Який основний формат файлів Ліра-САПР?
30. Який основний формат файлів проекту SCAD-Office?
31. Які навантаження необхідно задавати у програмному комплексі ЛІРА -САПР?
32. При розрахунку плоских розрахункових схем, яку ознаку необхідно обирати при створенні розрахункової схеми?
33. При розрахунку плоских ферм, елементи яких працюють на стик або розтяг, яку ознаку необхідно обирати при створенні їх розрахункових схем?
34. Які програмні комплекси дозволяють виконувати розрахунки металевих конструкцій?
35. Яка схема в'язей відповідає жорсткому защемленню?
36. Як задати кутовий шарнір для плоскої схеми?
37. Як задати кутовий шарнір для просторової схеми?
38. Які шарніри відносяться до лінійних?
39. Що таке конструктивний розрахунок?
40. Що таке статичний розрахунок?
41. Для яких конструкцій необхідно використовувати нелінійний розрахунок?
42. Що визначається в результаті модального аналізу?
43. Чи можливо виконувати розрахунок у п.к. Ліра-САПР на перевірку заданого армування?
44. Якими скінченими елементами можна змоделювати роботу ґрунтової основи?
45. Для чого слугує команда розшивка вузлів?
46. Як виконується розрахунок криволінійних елементів?
47. Для чого слугує система Монтаж?
48. Чи можливо виконати динамічні розрахунки в нелінійній постановці?

49. Як виконати розрахунок елементів із нестандартним поперечним перерізом?
50. Для чого призначений програмний комплекс Мономах-САПР?

4. Методичне забезпечення дисципліни

1. Методичні вказівки (03-04-090) до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «**Комп'ютерні технології в будівництві**» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Міське будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання [Електронне видання] / Д. В. Кочкар'юв, Рівне : НУВГП, 2022. 12 с.
2. Методичні вказівки (03-04-081) до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «**Методологія наукових досліджень**» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Міське будівництво і господарство» усіх форм навчання / Д. В. Кочкар'юв, Рівне : НУВГП, 2023. 22 с.
3. Кочкар'юв Д. В Інформаційні системи та математичні методи в наукових дослідженнях : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2010. 74 с.

5. Рекомендована література

Базова

1. Основні принципи BIM-проектування. URL: https://bimforum.pro/osnovnie_principy_bim
2. BIM-технології в будівництві: Що таке BIM. <https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologii-v-stroitelstve/>
3. Городецький А. С., Перельмутер А. В., Слівкер В. І. Інтелектуальна програмна система - прогноз нових можливостей. *Системи автоматизованого проектування об'єктів будівництва*. К. : Будівельник, 1989. С.43–56.

4. BIM – технології інформаційного моделювання будівель: Переваги BIM технології. URL: <https://helix.by/uslugi/bim-tehnologii/>
5. Городецький А. С., Євзеров І. Д., Стрілець-Стрілецький Є. Б. та ін. Метод кінцевих елементів: теорія та чисельна реалізація. Програмний комплекс ЛІРА-Windows. К. : Факт, 1997. С. 137.

Допоміжна література

6. Salman Azhar, Ph.D., A.M. ASCE (2011) Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. DOI:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
7. Qian A.Y. Benefits and ROI of BIM for Multi-disciplinary Project Management, National University of Singapore. URL: <http://www.icoste.org/wp-content/uploads/2011/08/Benefits-and-ROI-of-BIM-forMultiDisciplinary-Project-Management.pdf>.

6. Інформаційні ресурси

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни входять:

1. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, б). URL: <http://www.lib.rv.ua/>
2. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php)
3. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>