

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

Робоча програма (силабус) освітнього компонента

**Дослідження будівельних конструкцій на ПЕОМ**

Реалізується в межах освітньої програми

**Будівництво та цивільна інженерія**

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

на першому рівні вищої освіти

Розробники:

*Людмила Циганенко*

Наталія СРІБНЯК доцент, кандидат технічних наук  
Людмила ЦИГАНЕНКО доцент, кандидат технічних наук

Розглянуто та схвалено на затвердженні на засіданні кафедри будівельних конструкцій	Протокол від 29.06.2023р. № 13	
	Завідувач кафедри <i>Людмила Циганенко</i>	Владислав ДУШИН

Погоджено:

Гарант освітньої програми

*Людмила Циганенко*

Людмила ЦИГАНЕНКО

Декан факультету, де реалізується освітня програма

*Людмила Циганенко*

Людмила ЦИГАНЕНКО

Рецензія на робочу програму надана

*Геннадій Циганенко*  
*Станіслав Роговий*

Геннадій ЦИГАНЕНКО  
Станіслав РОГОВИЙ

Методист відділу якості освіти,  
ліцензування та акредитації

*Г. Вар* (Надія Баранова)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 13.09. 2023 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	Дослідження будівельних конструкцій на ПЕОМ		
2.	Факультет/кафедра	Факультет будівництва та транспорту/ кафедра будівельних конструкцій		
3.	Статус ОК	Обов'язковий компонент		
4.	Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК для (заповнюється для обов'язкових ОК)	Освітньо-професійна програма «Будівництво та цивільна інженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» кваліфікація: бакалавр будівництва.		
5.	ОК може бути запропонований для (заповнюється для вибіркового ОК)	Для студентів 4 курсу навчання студентів, що навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та здобувають освітній ступінь «Бакалавр»		
6.	Рівень НРК	6 рівень		
7.	Семестр та тривалість вивчення	7 семестр, 15 тижнів;		
8.	Кількість кредитів ЕКТС	5 кредитів ЕКТС (150 год.)		
9.	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота(заняття) Денна		Самостійна робота
		Лекційні	Практичні /семінарські	
		14	30	-
10.	Мова навчання	українська		
11.	Викладач/Координатор освітнього компонента	к.т.н., доцент Срібняк Наталія Миколаївна		
10.1	Контактна інформація	кабінет 329е; т. +380956637259; nataliia.sribniak@gmail.com		
12.	Загальний опис освітнього компонента	Освітній компонент надає знання та навички з комп'ютерного варіативного проектування будівельних конструкцій, а саме: технологій моделювання та числового аналізу конструкцій в середовищі програмного комплексу ЛПРА. Знання та навички, що отримуються при вивченні дисципліни, надають більш наглядну картину щодо того, як «працює» будівельна конструкція зважаючи на ті чи інші граничні умови її роботи; покращуються уявлення щодо напружено-деформованого стану будівельних конструкцій, які працюють в умовах багатofакторних силових впливів з урахуванням сумісної роботи елементів. Дисципліна дає навички виконання курсових проектів з розрахунку будівельних конструкцій та дипломного проектування; формує навички розрахунково-проектної діяльності у інженера.		
13.	Мета освітнього компонента	Поглиблення знань з розрахунків будівельних конструкцій числовими методами та надання навичок з варіативного проектування будівельних конструкцій із застосуванням сучасних комп'ютерних програмних комплексів, що реалізують метод кінцевих елементів. Знання та навички, що отримуються при вивченні дисципліни, знаходять застосування під час виконання курсового та дипломного проектування будівельних конструкцій.		
14.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими	Освітній компонент базується на знаннях з таких освітніх компонентів як: опір матеріалів, теоретична механіка, будівельна механіка,		

	освітніми компонентами ОП	основи розрахунку будівельних конструкцій; моделювання конструктивних схем будівель та споруд в програмних комплексах. Освітній компонент є основою для таких освітніх компонентів як: металеві конструкції, залізобетонні та кам'яні конструкції, основи та фундаменти, основи моделювання та розрахунку будівельних конструкцій з використанням САПР, інформаційне моделювання в будівництві, ефективні конструкції будівель та споруд, реконструкція та посилення будівель та споруд, основи моделювання та розрахунку будівельних конструкцій з використанням САПР
15.	Політика академічної доброчесності	<p>Дотримання академічної доброчесності для здобувачів вищої освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання; посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної або наукової діяльності.</p> <p>Порушення академічної доброчесності при вивченні ОК «Дослідження будівельних конструкцій на ПЕОМ» вважаються : академічний плагіат, академічне шахрайство (списування, обман, видавання кимось виконаної роботи за власну), використання електронних пристроїв під час підсумкового контролю знань</p> <p>За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:</p> <p><b>Академічний плагіат</b> – оцінка 0 , повторне виконання завдання.</p> <p><b>Академічне шахрайство</b> – анулювання отриманих балів; повторне проходження оцінювання повторне виконання несамотійно виконаної роботи; <b>Використання електронних пристроїв під час підсумкового контролю знань</b> – відсторонення від виконання роботи, оцінка 0, повторне проходження підсумкового контролю</p>
16.	Посилання на курс у системі Moodle	<a href="https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=713">https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=713</a>

## 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 ОП) <sup>1</sup>					Як оцінюється РНД
	РН <sub>01</sub>	РН <sub>02</sub>	РН <sub>03</sub>	РН <sub>05</sub>	РН <sub>06</sub>	
ДРН 1. Знати: - основні принципи моделювання будівельних конструкцій, будівель і споруд; - складові розрахункової схеми і їх аналіз; - можливості бібліотеки елементів програмного комплексу та їх використання для моделювання розрахункових схем; - найбільш ефективні прийоми, використовувані при моделюванні розрахункових схем; - моделювання контактних задач; - розрахункові поєднання зусиль (PCY). Розрахункові поєднання навантажень (PCN); - особливості «стикування» в розрахункових схемах елементів з різною мірністю; - поняття про розрахунки з урахуванням фізичної нелінійності матеріалу; - особливості моделювання ребристих залізобетонних перекриттів. - алгоритм розрахунку каркасу будівлі; - алгоритм розрахунку поперечної рами одноповерхової промислової будівлі.	x					Тестування на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу, розрахунково-практичне завдання, залік
ДРН 2. Володіти базовими навичками роботи з сучасними комп'ютерними програмними комплексами, що вирішують задачі чисельного моделювання будівельних конструкцій, знати і володіти принципами формування розрахункових моделей для відповідних розрахункових ситуацій, вимоги визначення розрахункових сполучень навантажень і зусиль.		x	x			Тестування на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу, розрахунково-практичне завдання, залік
ДРН3. Використовувати комп'ютерне моделювання конструкцій будівель та споруд, як для розрахунку окремих конструкцій так і з урахуванням їх сумісної роботи з будівлею або спорудою в цілому.		x	x	x		Тестування на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу, розрахунково-практичне завдання, залік
ДРН 4. Виконувати різноваріантне моделювання будівельної конструкції та оцінювати результати розрахунків за окремими варіантами моделювання.		x	x		x	Тестування на перевірку засвоєння теоретичного

<sup>1</sup> Має відповідати Матриці забезпечення програмних результатів навчання відповідними компонентами освітньої програми, зазначається для обов'язкових освітніх компонентів ОП I та II рівня, для усіх (обов'язкових та вибіркових ОК) ОП III

						матеріалу, розрахунково-практичне завдання, залік
ДРН 5. Використовувати можливості програм для моделювання конструктивних особливостей вузлів з'єднання конструктивних елементів їх жорсткостей та особливостей деформування, завдавати навантаження і впливи.		x	x	x		Тестування на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу, розрахунково-практичне завдання, залік

### 3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу				Рекомендована література <sup>2</sup>
	Аудиторна робота дена/зфн			Самостійна робота дена/зфн	
	Лк	П.з / семін. з	Лаб. з.		
<b>Модуль 1. ПК Ліра-САПР – інструмент комп'ютерного моделювання</b>					
<i>Тема 1. Основні принципи моделювання будівельних конструкцій, будівель і споруд.</i> Розвиток та удосконалення числових методів розрахунку будівельних конструкцій. Ідеалізація об'єкту при створенні комп'ютерної моделі. Основи методу кінцевих елементів.	2	0		15	[1-5, 11, 21-23]
<i>Тема 2. Програмі комплексу- основа інструментарію комп'ютерного моделювання</i> Функції та можливості, що характеризують сучасні програми. Загальна схема функціонування ПК Ліра-САПР.	2	4		15	[1-5, 11, 21-23]
<i>Тема 3. Базові відомості щодо ПК Ліра-САПР.</i> Ознаки системи в ПК Ліра-САПР. Бібліотека кінцевих елементів ПК Ліра-САПР. Жорсткості перерізів в ПК Ліра-САПР. Процесори. Глобальні та локальні координатні осі.	2	8		20	[1-5, 11, 21-23]

<sup>2</sup> Конкретне джерело із основної чи додатково рекомендованої літератури

Типи опорних в'язей. Жорсткості перерізів в ПК Ліра-САПР. Навантаження в ПК Ліра-САПР.					
<i>Тема 4. Системи , що конструюють в ПК Ліра-САПР</i> Модулі СТК-САПР, АРМ-САПР, КМ-САПР, САПФІР-ЗБК	2	4		11	[1-5, 11, 21-23]
<i>Разом за модуль 1:</i>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>61</b>	
<b>Модуль 2. Розрахунок КЕ моделей</b>					
<i>Тема 5. Прийоми створення розрахункових моделей</i> Стикування рамного стержня з діафрагмою. Спирання плити на точкову опору. Спирання плити на діафрагму (стіну).Податливість з'єднання. Абсолютні жорсткі тіла та абсолютно жорсткі вставки	2	6		15	[1-5, 11, 21-23]
<i>Тема 6. Методи розрахунку констукцій за РСЗ та РСН</i> Розрахункові сполучення зусиль (РСЗ). Розрахункові сполучення навантажень (РСН).	2	4		15	[1-5, 11, 21-23]
<i>Тема 7.Особливості розрахунку конструкцій в нелінійній постановці.</i> Класифікація процесів життєвого циклу, що впливають на НДС конструкції. Типи нелінійності- фізична, геометрична, конструктивна, генетична. Моделювання процесу завантаження при вирішенні фізично нелінійних задач. <i>Моделювання процесу зведення</i>	2	4		15	[1-5, 11, 21-23]
<i>Разом за модуль 2:</i>	<b>6</b>	<b>14</b>		<b>45</b>	
<b>Всього</b>	<b>14</b>	<b>30</b>		<b>106</b>	



#### 4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання (робота, що буде проведена викладачем <u>під час аудиторних занять, консультацій</u> )	Кількість годин	Методи навчання (які види навчальної діяльності має виконати <u>студент самостійно</u> )	Кількість годин
<p>ДРН 1. Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основні принципи моделювання будівельних конструкцій, будівель і споруд;</li> <li>- складові розрахункової схеми і їх аналіз;</li> <li>- можливості бібліотеки елементів програмного комплексу та їх використання для моделювання розрахункових схем;</li> <li>- найбільш ефективні прийоми, використовувані при моделюванні розрахункових схем;</li> <li>- моделювання контактних задач;</li> <li>- розрахункові поєднання зусиль (PCY). Розрахункові поєднання навантажень (PCN);</li> <li>- особливості «стикування» в розрахункових схемах елементів з різною мірністю;</li> <li>- поняття про розрахунки з урахуванням фізичної нелінійності матеріалу;</li> <li>- особливості моделювання ребристих залізобетонних перекриттів.</li> <li>- алгоритм розрахунку каркасу будівлі;</li> <li>- алгоритм розрахунку поперечної рами одноповерхової промислової будівлі.</li> </ul>	<p><i>Дедуктивні методи</i> – пов’язані із формулюванням загальних положень, формул, законів та їх застосуванням до конкретних задач, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій. Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання.</p>	6	Робота з навчальними посібниками, підручниками, інтернет-джерелами	12
<p>ДРН 2. Володіти базовими навичками роботи з сучасними комп’ютерними програмними комплексами, що вирішують задачі чисельного моделювання будівельних конструкцій, знати і володіти принципами формування розрахункових моделей для відповідних розрахункових ситуацій, вимоги визначення</p>	<p><i>Пояснювально-репродуктивні методи:</i> Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, <i>Практичні методи-</i> розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням про-</p>	6	<p>Використання опорних курсів лекцій, методичних вказівок, робота посібникам.</p> <p>Виконання з використанням числових методів розрахунку (ПК Ліра-САПР)</p>	12

розрахункових сполучень навантажень і зусиль.	грамного комплексу «ЛІРА-САПР» в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання.		індивідуальних розрахункових робіт, перегляд навчальних відеороликів в мережі Internet.	
ДРН3. Використовувати комп'ютерне моделювання конструкцій будівель та споруд, як для розрахунку окремих конструкцій так і з урахуванням їх сумісної роботи з будівлею або спорудою в цілому.	<i>Пояснювально-репродуктивні методи:</i> Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, <i>Практичні методи-</i> розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням програмного комплексу «ЛІРА-САПР» в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання.	6	Використання опорних курсів лекцій, методичних вказівок, робота посібникам. Виконання з використанням числових методів розрахунку (ПК Ліра-САПР) індивідуальних розрахункових робіт, перегляд навчальних відеороликів в мережі Internet.	12
ДРН 4. Виконувати різноваріантне моделювання будівельної конструкції та оцінювати результати розрахунків за окремими варіантами моделювання.	<i>Пояснювально-репродуктивні методи:</i> Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу за допомогою мультимедійних технологій, <i>Практичні методи-</i> розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням програмного комплексу «ЛІРА-САПР» в спеціалізованому комп'ютерному класі . Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання.	6	Використання опорних курсів лекцій, методичних вказівок, робота посібникам. Виконання з використанням числових методів розрахунку (ПК Ліра-САПР) індивідуальних розрахункових робіт, перегляд навчальних відеороликів в мережі Internet.	12
ДРН 5. Використовувати можливості програм для моделювання конструктивних особливостей вузлів з'єднання конструктивних	<i>Пояснювально-репродуктивні методи:</i> Лекції-візуалізації, інтерактивні лекції, демонстрація матеріалу	6	Використання опорних курсів лекцій, методичних вказівок, робота посібни-	12

<p>елементів їх жорсткостей та особливостей деформування, задавати навантаження і впливи.</p>	<p>за допомогою мультимедійних технологій, <i>Практичні методи</i> розрахунки за індивідуальним варіантом з використанням програмного комплексу «ЛІРА-САПР» в спеціалізованому комп'ютерному класі .. Використання платформи MOODLE, ZOOM, GOOGLE MEET під час змішаної форми навчання.</p>		<p>кам. Виконання з використанням числових методів розрахунку (ПК Ліра-САПР) індивідуальних розрахункових робіт, перегляд навчальних відеороликів в мережі Internet.</p>	
---	---	--	--	--

## 5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

### 5.1. Діагностичне оцінювання (зазначається за потреби)

#### 5.2. Сумативне оцінювання

5.2.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1.	Тестування на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу тем 1-8	20 балів/20%	По закінченню вивчення тем №№ 1-3; 4-5; 6-8
2.	Розрахунково-практичне завдання після вивчення теми 9	28 бали / 28%	По закінченню вивчення теми 9
3.	Розрахунково-практичне завдання після вивчення теми 10	22 бали / 22%	По закінченню вивчення теми 10 - до 13-14 тижня
4.	Залік – тест множинного вибору та розрахунково-практичні завдання	30 балів / 30%	Екзаменаційний тиждень

5.2.2. Критерії оцінювання

<b>Компонент</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>Задовільно</b>	<b>Добре</b>	<b>Відмінно</b>
Тестування	<12 балів	12-14 балів	15-17 балів	18-20 балів
	В тесті дано менше 60 % вірних відповідей	В тесті дано від 60 % до 74 % вірних відповідей	В тесті дано від 75 % до 89 % вірних відповідей	В тесті дано більше 90 % вірних відповідей
Розрахунково-практичне завдання після вивчення теми 9	<17 балів	17-20 балів	21-24 балів	25-28 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але є помилки та відсутні деякі креслення	Виконано усі вимоги завдання, але відсутні деякі креслення	Виконано усі вимоги завдання, наведені креслення з необхідними поясненнями
Розрахунково-практичне завдання після вивчення теми 10	<13 балів	13-18 балів	17-19 балів	20-22 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але є помилки та відсутні деякі креслення	Виконано усі вимоги завдання, але відсутні деякі креслення	Виконано усі вимоги завдання, наведені креслення з необхідними поясненнями
Залік – тест множинного вибору та розрахунково-практичні завдання	<18 балів	18-22 балів	23-26 балів	27-30 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті	Виконано усі вимоги завдання, але є незначні зауваження, щодо виконання	Виконано усі вимоги завдання

### 5.3 Формативне оцінювання:

Для оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
1.	<i>Усний зворотний зв'язок від викладача під час роботи над розрахунково-практичним завданням</i>	Кожне практичне заняття
2.	<i>Усний зворотний зв'язок на розрахунково-практичне завдання</i>	Кожен тиждень
3.	<i>Проміжні звіти (за окремими пунктами виконання) з розрахунково-практичних робіт</i>	Кожне друге практичне заняття

Самооцінювання може використовуватися як елемент сумативного оцінювання, так і формативного оцінювання.

## **6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА) НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)**

### **6.1. Основні джерела**

#### **6.1.1. Підручники та посібники**

1. ЛИРА–САПР. Книга І. Основы. Е.Б Стрелец–Стрелецкий, А.В. Журавлев, Р.Ю. Водопьянов. Под ред. Академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А.С. Городецкого. – Издательство LIRALAND, 2019.– 154с.
2. Комп'ютерні технології проектування залізобетонних конструкцій: Навч. посіб. / Ю. В. Верюжський, В. І. Колчунов, М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерський. — К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. — 808 с.
3. Програми для розрахунку та проектування конструкцій. Режим доступу: <https://lira.land/>
4. Лира 9.4. Примеры расчета и проектирования. Приложение к учебному пособию Лира 9.2./ Гензерский Ю.В., Куценко А.Н., Марченко Д.В и др. //К.: издательство НИИАСС, 2006, 124 с.
5. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. – К., Изд-во «Факт», 2005.- 344 с.

#### **6.1.2. Методичне забезпечення**

6. Л.А. Циганенко, Н.М. Срібняк Методичні вказівки до виконання самостійної роботи на тему "Знаходження оптимальної товщини покриття за показником граничного прогину" для студентів 4 курсу спеціальності 6.060101 "Промислове та цивільне будівництво" денної та заочної форми навчання // Суми:СНАУ, 2010р, 41ст., табл.3, бібл.4.
7. Циганенко Л.А., Циганенко Г.М. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня - бакалавр спеціальності 6.060101 „Промислове та цивільне будівництво” / Суми, 2013 рік, 92 ст., табл.11, бібл. 4.
8. Дослідження будівельних конструкцій на ЕОМ: конспект лекцій до тем 1 модуля . Частина 1 для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія"- Суми, 2017.-44 с., табл.3, бібл.17.(Протокол засідання навч-метод. ради будфакультету №7 від 14.03.17)
9. Срібняк Н.М., Циганенко Л.А., Циганенко Г.М., Івченко В.Д. Спільна робота плит в ячейці перекриття // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Т. 31 (70), №3, 2020.
10. Sribniak Nataliia Напружено-деформований стан структурної плити / Nataliia Sribniak, Liudmyla Tsyhanenko, Hennadii Tsyhanenko, Serhii Halushka // ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Полтава: ПНТУ, 2020. – Т. 2 (55). – С. 35-43. – doi:<https://doi.org/10.26906/znp.2020.55.2339>

#### **6.1.3 Веб- та електронні ресурси.**

11. Програми для розрахунку та проектування конструкцій. Режим доступу: <https://www.liraland.ua/>
12. МОНОМАХ-САПР 2013. Учебное пособие. Примеры расчета и проектирования./Городецкий Д.А., Юсипенко С.В., Батрак Л.Г., Лазарев А.А., Рассказов А.А.– К.: Электронное издание, 2013. – 368 с. Режим доступу: URL: <http://surl.li/lbflu> Дата звертання 19.07.2021
13. Скорук Л.Н. «Поиск эффективных расчетных моделей ребристых железобетонных плит и перекрытий» [Електронний ресурс]. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: URL: <http://surl.li/lbflk>.

14. Строительный портал. [Электронный ресурс]. URL: <http://dwg.ru>
15. Державні будівельні норми України. [Електронний ресурс]. URL: <http://dbn.at.ua>
16. Пример решения задачи расчета плоской рамы в ПК ЛИРА 10.0. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=vfbz2T3VM5c>

### **6.1. Додаткові джерела**

17. Немчинов Ю.И. Расчет пространственных конструкций. Метод конечных элементов. –К.:Будивельник,1980.-225с.
18. Еременко С.Ю. Метод конечных элементов в механике деформируемых тел. Харьков:Изд-во «Основа» при ХГУ,1991.-272 с.
19. Информатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. / За ред. П.П. Лізунова Підручник. — К.: Каравела, 2019. — 488 с.

### **7. Програмне забезпечення**

20. Програмний комплекс ЛІРА-САПР. Академічна версія. Скачати версію можна за посиланням URL:<https://www.liraland.ua/services/forstudents.php>