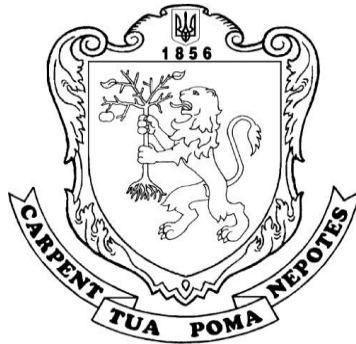


Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет будівництва та архітектури
Кафедра будівельних конструкцій



СИЛАБУС

НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»

для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОП «Будівництво та цивільна інженерія»

Розробник:
кандидат технічних наук, доцент
Боднар Юрій Іванович

Львів 2024

Анотація курсу

Навчальна дисципліна "Будівельна механіка" є обов'язковою навчальною дисципліною, що належить до циклу професійної підготовки за освітньо-професійною програмою "Будівництво та цивільна інженерія" спеціальності 192 – "Будівництво та цивільна інженерія" галузі знань 19 – "Архітектура та будівництво". Обсяг дисципліни 10 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

Розділ 1. Статично визначені стержневі системи.

Розділ 2. Статично невизначені стержневі системи.

Розділ 3. Основи динаміки та стійкості споруд.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Будівельна механіка» є оволодіння методами розрахунку та аналізу конструктивних систем будівель і споруд, що дозволить опанувати спеціальні конструкційні курси, проектувати раціональні несучі системи, грамотно їх зводити та експлуатувати. У результаті вивчення дисципліни студенти будуть: знати основні гіпотези будівельної механіки, положення кінематичного аналізу та утворення розрахункових схем, основні методи розрахунку статично визначених стержневих систем при статичних навантаженнях, методи визначення переміщень, основні методи розрахунку статично невизначених стержневих систем при статичних навантаженнях, основи динамічних розрахунків, основи розрахунку стержневих систем на стійкість; уміти утворювати розрахункові схеми реальних конструктивних систем, проводити їх кінематичний аналіз, знаходити зусилля та переміщення в статично визначених та статично невизначених стержневих системах, проводити динамічні розрахунки та розрахунки на стійкість, аналізувати отримані результати розрахунків

Завданням навчальної дисципліни є набуття студентами наступних компетентностей:

- *інтегральної*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії, зокрема для об'єктів агропромислового комплексу.

- *загальних*

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

- *спеціальних*

СК01. Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії.

СК03. Здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі, 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.

СК05. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних задач будівництва та цивільної інженерії.

Програмні результати навчання

ПРН01. Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціальних та гуманітарних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.

ПРН02. Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

ПРН06. Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії.

ПРН09. Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі 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.

ПРН12. Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Розділ 1. Статично визначені стержневі системи.

Тема 1.1. Вступ до будівельної механіки

Тема 1.2. Розрахункова схема, її утворення. Гіпотези будівельної механіки

Тема 1.3. Основні положення кінематичного аналізу плоских стержневих систем.

Тема 1.4. Лінії впливу та їх застосування для розрахунку на рухоме навантаження.

Тема 1.5. Багатопролітні статично визначені балки.

Тема 1.6. Визначення зусиль в криволінійних стержнях та тришарнірних арках.

Тема 1.7. Плоскі ферми, особливості їх роботи та розрахунку на постійне навантаження.

Тема 1.8. Визначення переміщень.

Розділ 2. Статично невизначені стержневі системи.

Тема 2.1. Статично невизначені стержневі системи та їх розрахунок методом переміщень.

Тема 2.2. Розрахунок статично невизначених стержневих систем методом сил.

Тема 2.3. Нерозрізні балки та їх розрахунок із застосуванням рівняння трьох моментів.

Тема 2.4. Метод моментних фокусів та його застосування до розрахунку нерозрізних балок.

Тема 2.5. Огинаючі епюри та їх застосування до розрахунку нерозрізних балок.

Розділ 3. Основи динаміки та стійкості споруд.

Тема 3.1. Основні поняття динаміки споруд.

Тема 3.2. Коливання систем з одним ступенем свободи.

Тема 3.3. Коливання систем з декількома ступенями свободи.

Тема 3.4. Деякі наближені методи в динаміці споруд.

Тема 3.5. Основні поняття стійкості споруд. Стійкість пружних стержнів.

Тема 3.6. Основи розрахунку рам на стійкість методом переміщень.

Організація навчання

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, практичні заняття та консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції-бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки.

Здобувачі вищої освіти на практичних заняттях працюють з друкованим *інформативним* матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують письмові завдання (розв'язують задачі, контрольні питання або тести). Також студенти у рамках самостійної роботи виконують розрахункові роботи, захищають виконані розрахункові роботи. Поглиблене вивчення окремих питань дисципліни можливе у рамках студентського наукового гуртка. За результатами такої роботи студенти готують презентації, виступають на студентських наукових конференціях, готують публікації.

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
Розділ 1	
1	Розрахунок статично визначеної рами
2	Розрахунок статично визначеної багатопролітної балки
3	Розрахунок тришарнірної арки
4	Розрахунок ферм
Розділ 2	
5	Визначення переміщень
6	Розрахунок статично невизначеної рами методом переміщень
7	Розрахунок статично невизначеної рами методом сил
8	Розрахунок нерозрізної балки
Розділ 3	
9	Динамічний розрахунок плоскої рами
10	Розрахунок плоскої рами на стійкість

Лекційні заняття

№ з/п	Тема, питання що вивчаються
Розділ 1. Статично визначені стержневі системи	
1.	Тема 1.1. Вступ до будівельної механіки <ul style="list-style-type: none">• Будівельна механіка, її місце в системі наук про міцність та значення для підготовки інженерів-будівельників• Задачі будівельної механіки. Розрахунок будівель та споруд на міцність, жорсткість та стійкість. Короткі відомості з історії розвитку будівельної механіки.• Основні положення попередніх механічних дисциплін. Внутрішні зусилля. Побудова епюр внутрішніх зусиль у простих балках та рамах.
2.	Тема 1.2. Розрахункова схема, її утворення. Гіпотези будівельної механіки <ul style="list-style-type: none">• Моделі матеріалів (лінійно пружні, ідеально пружнопластичні, пружнопластичні із зміцненням, повзучі); моделі конструктивних елементів (стержні, пластинки, оболонки), основні гіпотези теорії стержнів; моделі опорних закріплень та з'єднань між елементами, їх кінематичні властивості та зусилля в них; моделі навантажень, види навантажень на будівельні конструкції, їх збір (за ДБН), еквівалентні навантаження.• Допущення, що приймаються в будівельній механіці

3.	<p>Тема 1.3. Основні положення кінематичного аналізу плоских стержневих систем.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Поняття про геометрично змінні та геометрично незмінні системи. • Основні поняття кінематичного аналізу: ступінь вільності, жорсткий диск, кінематична в'язь. • Різноманітні опорні закріплення, з'єднання між елементами та в'язі які вони накладають на систему. • Формула Чебишева для визначення ступеня вільності плоскої стержневої системи. • Необхідна і достатня умови геометричної незмінності систем. • Основні способи утворення геометрично незмінних систем. • Поняття про статично визначені та статично невизначені системи. • Миттєво змінні системи
4.	<p>Тема 1.4. Лінії впливу та їх застосування для розрахунку на рухоме навантаження.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Поняття про лінії впливу, та їх суттєву відмінність від епюр. • Побудова ліній впливу статичним методом. • Лінії впливу опорних реакцій та внутрішніх зусиль для однопролітних балок з консолями. • Визначення зусиль за допомогою ліній впливу.
5.	<p>Тема 1.5. Багатопролітні статично визначені балки.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Поняття про багатопролітні статично визначені балки їх утворення, переваги перед нерозрізними балками. • Розміщення проміжних шарнірів. • Поняття про поперхові схеми (схеми взаємодії елементів) для багатопролітних статично визначених балок. • Особливості визначення зусиль від нерухомих навантажень в багатопролітних балках з використанням схем взаємодії (поперхових схем) • Особливості побудови ліній впливу для багатопролітних балок.
6	<p>Тема 1.6. Визначення зусиль в криволінійних стержнях та тришарнірних арках. Особливості роботи та розрахунку тришарнірних систем. Вибір раціонального обрису осі арки.</p>
7.	<p>Тема 1.7. Плоскі ферми, особливості їх роботи та розрахунку на постійне навантаження.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Поняття про ферму, умови її ефективного застосування та особливості роботи при вузловому навантаженні. • Розрахункові схеми ферм. • Класифікація ферм за призначенням, обрисом поясів, схемою ґратки та опиранням. • Визначення зусиль в стержнях ферми при нерухомому навантаженні способом вирізання вузлів та способами моментних точок чи проекцій; • Нульові стержні. • Розподіл зусиль в стержнях балочної ферми. • Утворення шпренгельних ферм і особливості визначення зусиль в їх стержнях

8.	<p>Тема 1.8. Визначення переміщень.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Формула Максвела-Мора та основні положення на основі яких вона отримана. • Спрощення формули Мора для конкретних видів несучих систем: рамно-балочні системи, ферми, арки. • Підрахунок інтегралів Мора з використанням формули Сімпсона. • Підрахунок інтегралів Мора згідно правила Верещагіна. Умови при яких можна користуватись правилом Верещагіна. • Переміщення від зміни температури та осадки опор.
Розділ 2. Статично невизначені стержневі системи	
9.	<p>Тема 2.1. Статично невизначені стержневі системи та їх розрахунок методом переміщень.</p> <p>2.1.1. Статично невизначені системи, особливості їх роботи.</p> <p>2.1.2. Метод переміщень та його застосування до розрахунку статично невизначених рам.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Загальні положення • Ступінь кінематичної невизначеності • Основна система методу переміщень • Умова еквівалентності основної та заданої систем. Канонічні рівняння методу переміщень • Визначення коефіцієнтів і вільних членів канонічних рівнянь • Побудова епюр M, Q, N в заданій системі • Порядок розрахунку стержневих систем методом переміщень <p>2.1.3. Основи методу скінченних елементів. Програмний комплекс ЛІРА.</p>
10.	<p>Тема 2.2. Розрахунок статично невизначених стержневих систем методом сил.</p> <p>2.2.1. Основні положення розрахунку статично невизначених стержневих систем методом сил</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ступінь статичної невизначеності плоских систем. • Основна система . • Умови еквівалентності основної та заданої систем. Канонічні рівняння. • Визначення коефіцієнтів та вільних членів канонічних рівнянь. • Порядок розрахунку стержневих систем методом сил.
11.	<p>Тема 2.3. Нерозрізні балки та їх розрахунок із застосуванням рівняння трьох моментів.</p> <p>2.3.1. Загальні положення</p> <p>2.3.2. Рівняння трьох моментів</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рівняння трьох моментів, як реалізація методу сил для нерозрізних балок • Рівняння трьох моментів при завантаженні силами нерозрізної балки ступінчасто змінного перерізу • Рівняння трьох моментів для завантаженої силами нерозрізної балки з постійною жорсткістю • Застосування рівняння трьох моментів до розрахунку нерозрізних балок

12.	Тема 2.4. Метод моментних фокусів та його застосування до розрахунку нерозрізних балок. <ul style="list-style-type: none"> • Загальні положення методу • Визначення фокусних відношень • Визначення опорних моментів звантаженого прольоту • Застосування методу моментних фокусів
13.	Тема 2.5. Огинаючі епюри та їх застосування до розрахунку нерозрізних балок. <ul style="list-style-type: none"> • Поняття про огинаючі епюри згинальних моментів • Приклад побудови огинаючої епюри згинальних моментів та розрахунку на тимчасове навантаження з використанням методу моментних фокусів
Розділ 3. Основи динаміки та стійкості споруд	
14.	Тема 3.1. Основні поняття динаміки споруд. <ul style="list-style-type: none"> • Динамічні навантаження та їх особливості. • Задачі динаміки споруд. • Поняття про ступінь свободи системи та способи дискретизації континуальних систем. • Методи побудови рівнянь руху.
15.	Тема 3.2. Коливання систем з одним ступенем свободи. <ul style="list-style-type: none"> • Вільні коливання. • Вимушені коливання. Резонанс.
16.	Тема 3.3. Коливання систем з декількома ступенями свободи. <ul style="list-style-type: none"> • Вільні коливання. Спектр частот і форм власних коливань. • Вимушені коливання. Дія на систему гармонійного навантаження.
17.	Тема 3.4. Деякі наближені методи в динаміці споруд.
18.	Тема 3.5. Основні поняття стійкості споруд. Стійкість пружних стержнів. <ul style="list-style-type: none"> • Стійка та нестійка рівновага, втрата стійкості, критичне навантаження. Методи дослідження стійкості пружних систем.
19.	Тема 3.6. Основи розрахунку рам на стійкість методом переміщень. <ul style="list-style-type: none"> • Основні припущення. Система канонічних рівнянь, рівняння стійкості. Дослідження форм втрати стійкості.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми
Розділ 1. Статично визначені стержневі системи	
1	Побудова епюр внутрішніх зусиль у простих рамах та балках.
2	Кінематичний аналіз стержневих систем
3	Визначення зусиль у статично визначеній багатопролітній балці
4	Побудова ліній впливу у статично визначеній багатопролітній балці
5	Побудова епюр в тришарнірній арці та арці з затяжкою

6	Дослідження внутрішніх зусиль в елементах простої ферми
7	Дослідження внутрішніх зусиль в елементах шпренгельної ферми
8	Визначення переміщень з використанням способу Верещагіна.
9	Визначення переміщень з використанням способу Сімпсона.
	Розділ 2. Статично невизначені стержневі системи
10	Розрахунок статично невизначеної рами методом переміщень
11	Розрахунок статично невизначеної рами методом сил
12	Застосування рівняння трьох моментів до розрахунку нерозрізних балок
13	Застосування методу моментних фокусів до розрахунку нерозрізних балок
14	Побудова огинаючих епюр в нерозрізних балках
	Розділ 3. Основи динаміки та стійкості споруд
15	Визначення частоти вільних коливань систем з одним ступенем свободи.
16	Визначення зусиль при динамічному навантаженні системи з одним ступенем свободи.
17	Визначення власних частот системи з двома ступенями свободи
18	Визначення зусиль при динамічних навантаженнях системи з двома ступенями свободи
19	Динамічні розрахунки наближеними методами
20	Розрахунок на стійкість стержнів
21	Розрахунок плоскої рами на стійкість

Методи контролю та оцінювання

- 1. Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей).*
- 2. Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка – розв'язування задач, контрольні роботи, тести, індивідуальні розрахункові роботи.*

Види контролю: Поточний, проміжний та семестровий контроль

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль та самостійна робота								Екзамен	Сума
Розділ 1								50 балів	100
Т 1.1	Т 1.2	Т 1.3	Т 1.4	Т 1.5	Т 1.6	Т 1.7	Т 1.8		
8	4	4	4	8	8	8	6		

Поточний контроль та самостійна робота					Екзамен	Сума
Розділ 2					50 балів	100
Т 2.1	Т 2.2	Т 2.3	Т 2.4	Т 2.5		
14	14	10	6	6		

Поточний контроль та самостійна робота						Сума
Розділ 3						100
Т 3.1	Т 3.2	Т 3.3	Т 3.4	Т 3.5	Т 3.6	
17	17	16	16	16	18	

T1, T2 ... – теми лекційного курсу

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного університету природокористування пропущених лекцій, практичних, лабораторних та семінарських занять» https://www.lnup.edu.ua/files/principle_NMVZYAVO/20.pol_pro_vidprapts_student_propus_zanyat.pdf. Студент самостійно опрацьовує та представляє конспект з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьовує і здає практичний матеріал (контрольна задача, тести) з відповідної теми.

Студент самостійно виконує індивідуальні розрахункові роботи згідно наведеної вище тематики. Завдання наведені у методичних рекомендаціях [15, 16, 17].

Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен, екзамен, залік.

Критерії поточного оцінювання

Поточне оцінювання охоплює як аудиторну так і самостійну роботу. Поточне оцінювання здійснюється у формі усного опитування, тестів, контрольних робіт з розв'язуванням задач, захисту розрахункових робіт.

Оцінювання здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного університету природокористування».

https://www.lnup.edu.ua/files/principle_NMVZYAVO/45.pol_pro_kryt_ocin_znan_vmin_stud.pdf

Загальні критерії оцінок: **-відмінно!** – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. **-добре!** – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня; продемонстрував уміння виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. **-задовільно!** – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі; припустив значну кількість помилок у відповідях на запитання співбесіди, тестування, при виконанні завдань тощо, які може усунути самостійно. **-незадовільно!** – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

Питання, які виносять на екзамен

Розділ 1

1. Поняття про розрахункову схему, її утворення. Фактори, які впливають на вибір розрахункової схеми. Моделі матеріалів (лінійно пружні, ідеально пружнопластичні, пружнопластичні із зміцненням, повзучі), їх суть та застосування.
2. Поняття про розрахункову схему, її утворення. Фактори, які впливають на вибір розрахункової схеми. Моделі опорних закріплень та з'єднань між елементами при переході від реальної несучої системи до розрахункової схеми, їх кінематичні властивості та зусилля в них.
3. Поняття про розрахункову схему. Умови якими визначається складність розрахункових схем. Моделі конструктивних елементів (стержні, пластинки, оболонки). Основні гіпотези теорії стержнів.
4. Поняття про розрахункову схему. Умови якими визначається складність розрахункових схем. Моделі навантажень при переході від реальної несучої системи до розрахункової схеми. Еквівалентні навантаження.
5. Основні гіпотези будівельної механіки (пояснити, обґрунтувати).
6. Кінематичний аналіз плоских стержневих систем, його завдання. Основні поняття кінематичного аналізу (ступінь свободи, диск, кінематична в'язь). Класичні моделі опор, в'язі які вони накладають, їх реакції.

7. Поняття про ступінь свободи системи. Визначення ступеня свободи плоских рам та ферм.
8. Поняття про миттєву змінність стержневих систем. Аналітична ознака миттєво-змінних систем.
9. Необхідна та достатні умови геометричної незмінності систем. Основні способи утворення геометрично незмінних систем. Статично визначені та статично невизначені системи.
10. Багатопролітні статично визначені балки. Переваги таких балок перед одноролітними та багатопролітними статично невизначеними (нерозрізними) балками. Необхідні та достатні умови їх геометричної незмінності. Раціональна розстановка шарнірів.
11. Багатопролітні статично визначені балки. Поняття про поверхові схеми. Побудова поверхових схем. Побудова епюр та ліній впливу з використанням поверхових схем.
12. Поняття про лінії впливу, їх відмінність від епюр. Лінії впливу опорних реакцій для балок на двох опорах з консолями. Показати, що ця лінія впливу є прямолінійною, обґрунтувати методику її побудови.
13. Поняття про лінії впливу, їх відмінність від епюр. Лінії впливу моменту у перерізі для балок на двох опорах з консолями (переріз знаходиться в прольоті). Показати, що ця лінія впливу складається із прямолінійних ділянок, обґрунтувати методику її побудови.
14. Поняття про лінії впливу, їх відмінність від епюр. Лінії впливу поперечної сили у перерізі для балок на двох опорах з консолями (переріз знаходиться в прольоті). Показати, що ця лінія впливу складається із прямолінійних ділянок, обґрунтувати методику її побудови.
15. Поняття про лінії впливу, їх відмінність від епюр. Лінії впливу моменту у перерізі для балок на двох опорах з консолями (переріз знаходиться на консолі). Показати, що ця лінія впливу складається із прямолінійних ділянок, обґрунтувати методику її побудови.
16. Поняття про лінії впливу, їх відмінність від епюр. Лінії впливу поперечної сили у перерізі для балок на двох опорах з консолями (переріз знаходиться на консолі). Показати, що ця лінія впливу складається із прямолінійних ділянок, обґрунтувати методику її побудови.
17. Лінії впливу внутрішніх зусиль в балках на двох опорах з консолями. Визначення зусиль від заданого навантаження за відповідними лініями впливу при навантаженні зосередженими силами, зосередженими моментами, розподіленими силами.
18. Статично визначені ферми. Умови та причини їх ефективності у порівнянні з балками. Розрахункові схеми ферм. Зусилля в стержнях ферм та методи їх визначення.
19. Способи визначення зусиль у стержнях ферм. Спосіб вирізання вузлів. Нульові стержні.
20. Способи визначення зусиль у стержнях ферм. Спосіб моментної точки та спосіб проєкцій.
21. Статично визначені плоскі ферми. Класифікація ферм. Спосіб моментної точки для визначення зусиль у стержнях ферми.
22. Тришарнірні системи. Особливості їх роботи. Визначення опорних реакцій та побудова епюр внутрішніх зусиль у тришарнірних рамах .
23. Тришарнірні системи. Особливості їх роботи. Визначення опорних реакцій та побудова епюр внутрішніх зусиль у тришарнірних арках.
24. Зусилля в перерізах плоских рам, їх зв'язок з напруженнями та деформаціями. Метод перерізів.
25. Обґрунтувати вибір перерізів при побудові епюри моментів у рамах. Застосування методу перерізів до визначення моментів.
26. Обґрунтувати вибір перерізів при побудові епюри поперечних сил у рамах. Застосування методу перерізів до визначення поперечних сил.
27. Шпренгельні ферми. Особливості їх роботи і розрахунку.
28. Розподіл зусиль у стержнях балочної ферми з паралельними поясами (обґрунтувати)

Розділ 2

1. Які стержневі системи називають статично невизначеними? Приклади таких систем. Особливості статично невизначених систем.
2. Ступінь статичної невизначеності. Формули для його підрахунку, приклади їх застосування.
3. Що являє собою основна система методу сил? Як вона утворюється? Приклади. Пояснення.
4. Можливі варіанти усунення зовнішніх надлишкових в'язей при утворенні основних систем. Приклади.
5. Можливі варіанти усунення внутрішніх надлишкових в'язей при утворенні основних систем. Приклади.
6. Умови еквівалентності основної системи методу сил та заданої стержневої системи. Їх фізична суть. Пояснити на прикладі.
7. Записати систему канонічних рівнянь для три рази статично невизначеної стержневої системи. Пояснити.
8. Визначення коефіцієнтів та вільних членів системи канонічних рівнянь методу сил.
9. Порядок розрахунку довільних стержневих систем методом сил.
10. Особливості застосування методу сил до розрахунку рам.
11. Особливості застосування методу сил до розрахунку ферм.
12. Особливості застосування методу сил до розрахунку двохшарнірних арок та арок з затяжкою.
13. Метод переміщень, його суть. Основні допущення методу переміщень. Ступінь кінематичної невизначеності.
14. Підрахунок ступеня кінематичної невизначеності. Утворення основної системи методу переміщень.
15. Умови еквівалентності основної системи методу переміщень та заданої стержневої системи. Їх фізична суть. Виведення (пояснення) на прикладі.
16. Визначення коефіцієнтів та вільних членів системи канонічних рівнянь методу переміщень.
17. Порядок розрахунку стержневих систем методом переміщень.
18. Таблиця базових елементів основної системи методу переміщень. Розрахунок одного з таких елементів.
19. Поняття про нерозрізну балку. Підрахунок ступеня її статичної невизначеності. Раціональна основна система.
20. Система канонічних рівнянь для нерозрізної балки. Рівняння трьох моментів.
21. Яка основна система методу сил є раціональною для нерозрізної балки і чому?
22. Рівняння трьох моментів для нерозрізної балки з постійною жорсткістю завантаженої силами. Записати та пояснити.
23. Рівняння трьох моментів для нерозрізної балки ступінчасто-змінного перерізу завантаженої силами. Записати та пояснити.
24. Рівняння трьох моментів для нерозрізної балки з постійною жорсткістю при заданому зміщенні опор. Записати та пояснити.
25. Як зміниться рівняння трьох моментів при врахуванні осадки опор в навантаженій силами балці?
26. Що називають фіктивними реакціями та як їх визначають?
27. Застосування рівняння трьох моментів до розрахунку нерозрізних балок.
28. Особливості застосування рівняння трьох моментів при наявності в нерозрізній балці консолей.
29. Особливості застосування рівняння трьох моментів при наявності в нерозрізній балці защемлення кінців.
30. Алгоритм побудови епюри M в нерозрізній балці з використанням рівняння трьох моментів.

31. Особливості поведінки епюри згинних моментів в нерозрізній балці завантаженій тільки в одному прольоті. Поняття про моментні фокуси, їх положення на балці. Фокусні відношення.
32. Фокусні відношення для крайніх прольотів при різних крайніх опорах.
33. Рекурентні формули для визначення фокусних відношень.
34. Формули для визначення моментів на опорах завантаженого прольоту.
35. Особливості застосування формул для визначення опорних моментів для крайніх прольотів з крайньою шарнірною опорою.
36. Застосування методу моментних фокусів до розрахунку нерозрізних балок.
37. Огинаючі епюри згинних моментів в нерозрізних балках.

Розділ 3

1. Основні поняття динаміки споруд. Динамічне навантаження. Види динамічних навантажень. Динамічна ступінь вільності системи.
2. Ступінь вільності пружної системи при динамічному навантаженні. Спрощення при утворенні розрахункових схем. Приклад.
3. Побудова розрахункових схем в динаміці споруд. Спрощення при побудові розрахункових схем.
4. Методи дослідження динамічних систем, їх суть.
5. Вивести та пояснити диференційне рівняння вільних коливань системи з одним ступенем вільності.
6. Рівняння вільних коливань системи з одним ступенем вільності без врахування сил опору (розсіювання енергії), його розв'язок та аналіз.
7. Рівняння вільних коливань системи з одним ступенем вільності з врахуванням сил опору (розсіювання енергії), його розв'язок та аналіз.
8. Вимушені коливання системи з одним ступенем вільності при дії гармонійного навантаження. Рівняння коливань, його розв'язок, аналіз розв'язку.
9. Динамічний коефіцієнт для систем з одним ступенем вільності. Його аналіз. Явище резонансу.
10. Вільні коливання системи з декількома ступенями вільності. Рівняння коливань. Його розв'язок та аналіз.
11. Поняття про власні частоти. Спектр власних частот, їх визначення.
12. Вимушені коливання системи з декількома ступенями вільності при дії вібраційного навантаження. Визначення внутрішніх зусиль обумовлених динамічністю навантаження.
13. Вимушені коливання системи з декількома ступенями вільності при дії вібраційного навантаження. Резонанс.
14. Коливання систем з безмежно великою кількістю ступенів вільності. Поперечні коливання стержня.
15. Наближені методи динамічних розрахунків.
16. Алгоритм визначення зусиль при динамічних навантаженнях на систему з одним ступенем вільності.
17. Алгоритм визначення власних частот систем з двома ступенями вільності.
18. Алгоритм визначення зусиль обумовлених динамічністю навантаження для систем з двома ступенями вільності.
19. Алгоритм визначення повних зусиль в елементах систем з двома ступенями вільності при динамічному навантаженні.
20. Основні параметри, які характеризують вільні та вимушені коливання систем з одним ступенем вільності. Їх суть.
21. Основні поняття стійкості споруд: стійка та нестійка рівновага, втрата стійкості, критичний стан, критичне навантаження.
22. Основні методи дослідження стійкості споруд, їх суть.

23. Формула Ейлера для критичної сили стиснутого пружного стержня. Вплив закріплень кінців стержня.
24. Межі можливого застосування формули Ейлера.
25. Розрахунок рам на стійкість. Основні допущення. Методи розрахунку, їх ефективність.
26. Алгоритм розрахунку рам на стійкість методом переміщень.

Рекомендована література

Базова

1. Баженов В.А., Шишов О.В. Будівельна механіка. Електронний підручник, К.:2008
2. Попович Б.С., Давидчак О.Р. Будівельна механіка статично визначених стержневих систем: Навч.посібник. Львів:Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2007.196с.
3. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично невизначені стержневі системи. Лекції для студентів спеціальності “Промислове та цивільне будівництво”. Львів:ЛДАУ,1999.101 с.

Допоміжна

4. Боднар Ю.І. Статично визначені плоскі ферми. Лекція для студентів напрямку „Будівництво” спеціальності „Промислове та цивільне будівництво” Л.: 2005, 14 с
5. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично визначені стержневі системи. Методичні рекомендації до практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Львів:ЛНАУ. 2018. 32 с.
6. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично визначені стержневі системи. Розрахунок арок. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів ОС “Бакалавр” за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” денної форми навчання. Львів:ЛНАУ. 2019. 25 с.
7. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично визначені стержневі системи. Аналіз роботи плоских ферм. Методичні рекомендації до самостійної роботи для студентів напрямку «Будівництво». Львів:ЛНАУ. 2013. 30 с.
8. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично визначені стержневі системи. Визначення переміщень. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів РВО «Бакалавр» за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” ОП “Будівництво та цивільна інженерія” . Львів:ЛНУП, 2022.20 с.
9. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Побудова епюр внутрішніх зусиль у статично визначених рамах. Методичні рекомендації до самостійної роботи для студентів напрямку «Будівництво». Львів:ЛНАУ. 2014. 39 с.
10. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично визначені стержневі системи. Методичні рекомендації щодо самостійної роботи для студентів напрямку “Будівництво” спеціальності “Промислове та цивільне будівництво”. Львів:ЛДАУ,2007.29 с.
11. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично невизначені стержневі системи. Розрахунок рам методом переміщень. Методичні рекомендації для студентів ОС «Бакалавр» спеціальності “Будівництво та цивільна інженерія” ОП “Будівництво та цивільна інженерія”. Львів: ЛНАУ. 2020. 21 с.
12. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично невизначені стержневі системи. Розрахунок рам методом сил. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів ОС “Бакалавр” за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. ОП “Будівництво та цивільна інженерія”, денна форма навчання . Львів: ЛНАУ. 2021. 26 с.
13. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично невизначені стержневі системи. Тестові завдання для студентів напрямку «Будівництво». Львів:ЛНАУ. 2012. 20 с.
14. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Застосування програмного комплексу «ЛИРА» для розрахунку стержневих систем. Методичні рекомендації для студентів напрямку “Будівництво” спеціальності “Промислове та цивільне будівництво”. Львів:ЛДАУ,2006.16 с.
15. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично визначені стержневі системи. Індивідуальні розрахунково-графічні роботи. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів РВО “Бакалавр” за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” ОПП “Будівництво та цивільна інженерія. Львів:ЛНУП, 2024. 18 с
16. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Статично невизначені стержневі системи. Індивідуальні розрахунково-графічні роботи. Методичні рекомендації для самостійної роботи

студентів РВО “Бакалавр” за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” ОПП “Будівництво та цивільна інженерія. Львів:ЛНУП, 2024. 18 с

17. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Основи динаміки та стійкості споруд. Розрахунково-графічні роботи. Методичні рекомендації для студентів напрямку “Будівництво” спеціальності “Промислове та цивільне будівництво”. Львів:ЛДАУ,2007.15 с

18. Боднар Ю.І. Будівельна механіка. Основи динаміки споруд. Методичні рекомендації до розв’язування задач для студентів напрямку “Будівництво” спеціальності “Промислове та цивільне будівництво”. Львів:ЛДАУ,2008.9 с

Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси — книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет:

https://youtu.be/Sc2MTT-hSzs?list=PLXgchSkZluF4-HIEXmK-Pi1CnOWWd_EmV

https://youtu.be/Zfjfhm_6Fs4

<https://youtu.be/CcHPzDPYkho>

<https://youtu.be/aQf6Q8t1FQE>

Політика курсу («правила гри») в аудиторний час

Курс передбачає роботу в колективі. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект з відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності.