

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра будівельних конструкцій

« Затверджую »

**Завідувач кафедри
будівельних конструкцій**

« » червня 2020 р.

**(В.В. Душин)**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Будівельна механіка (спецкурс)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

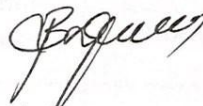
Освітня програма: Будівництво та цивільна інженерія

Факультет: *Будівельний*

2020 - 2021 навчальний рік

Робоча програма з дисципліни «Будівельна механіка» для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

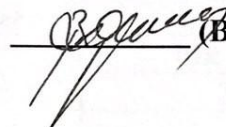
Розробники: к.т.н, доцент Душин В.В.



Робочу програму схвалено на засіданні кафедри *будівельних конструкцій*

Протокол від “08” червня 2020 року № 10

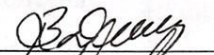
Завідувач кафедри будівельних конструкцій

 (В.В. Душин)

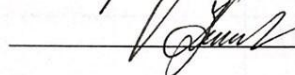
“ ” _____ 2020 року

Погоджено:

Гарант освітньої програми

 Душин В. В.

Декан будівельного факультету

 Нагорний М. В.

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації _____

Зареєстровано в електронній базі: дата: _____ 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво	<i>Нормативна</i>	
Модулів – 2	Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія	Рік підготовки: 2020-2021	
Змістових модулів: 3		Курс 4	
Індивідуальне завдання:		Семестр 7-й	
Загальна кількість годин - 90		Лекції 14 год	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2.9 самостійної роботи студента - 3.1		Освітній рівень: <i>бакалавр</i>	Практичні, семінарські 30 год
	Самостійна робота 46 год.		
	Індивідуальні завдання:		
	Вид контролю: <i>Іспит</i>		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Згідно з освітньо-професійною програмою підготовки фахівців ОКР "бакалавр" напряму 191 "Будівництво та цивільна інженерія" навчальна дисципліна "Будівельна механіка (спецкурс)" є однією з основних навчальних дисциплін професійної та практичної підготовки.

Мета навчальної дисципліни - оволодіння методами розрахунку та аналізу конструктивних систем, що дозволить опанувати спеціальні конструктивні курси, проектувати раціональні несучі системи, грамотно їх зводити та експлуатувати.

Вона продовжує та розвиває положення навчальної дисципліни "Будівельна механіка" і готує студентів до засвоєння основ проектування металевих, залізобетонних, мурованих, дерев'яних та інших конструкцій. Вивчення навчальної дисципліни "Будівельна механіка (спецкурс)" ґрунтується на знаннях студентів із таких навчальних дисциплін: "Вища математика", "Фізика", "Теоретична механіка", "Опір матеріалів". У процесі вивчення навчальної дисципліни студенти знайомляться з основними методами статичного розрахунку та аналізу статично не визначених рамно-балочних систем, ферм, арок, а також з основами динамічного розрахунку та розрахунку на стійкість. При цьому у студентів повинні бути сформовані стійкі уміння та накопичений практичний досвід виконання розрахунків конструктивних систем. Для цього програмою передбачено виконання індивідуальних завдань у формі розрахунково-графічних робіт.

Завдання навчальної дисципліни - вивчити основи, на яких базується розрахунок статично невизначених несучих систем, навчитися раціонально використовувати існуючі методи розрахунку будівель та споруд за статичних та динамічних навантажень, аналізувати отримані результати.

Після вивчення навчальної дисципліни студент повинен *знати*:

- основні методи розрахунку статично не визначених стрижневих систем за статичних навантажень;
- основи динамічних розрахунків;
- основи розрахунку стрижневих систем на стійкість;

уміти:

- утворювати розрахункові схеми;
- проводити розрахунки статично не визначених стрижневих систем за статичних навантажень;
- проводити динамічні розрахунки та розрахунки на стійкість;
- аналізувати отримані результати розрахунків.

1. Програма навчальної дисципліни

(Затверджена Департаментом науково-освітнього забезпечення АПВ та розвитку сільських територій Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.13)

Вступ

Об'єкти і методи досліджень у спецкурсі будівельної механіки. Зв'язок навчальної дисципліни "Будівельна механіка (спецкурс)" з іншими навчальними дисциплінами. Роль, задачі та зміст навчальної дисципліни у формуванні фахівців ОКР "бакалавр" напряму 6.060101 "Будівництво". Внесок світових та вітчизняних учених у розвиток відповідної науки та навчальної дисципліни.

Предмет та методи навчання. Види навчальної діяльності студентів і навчальних занять. Самостійна робота студентів, види індивідуальних завдань. Форма контрольних заходів. Рекомендована навчально-методична література та інші дидактичні засоби.

МОДУЛЬ 1.

Розрахунок плоских статично не визначених стрижневих систем методом сил

Статично не визначені системи, особливості їх роботи. Основні положення розрахунку статично не визначених стрижневих систем методом сил. Ступінь статичної невизначеності. Основна система. Умови еквівалентності основної та заданої систем. Канонічні рівняння. Визначення коефіцієнтів та вільних членів канонічних рівнянь. Порядок розрахунку стрижневих систем методом сил. Особливості застосування методу сил до розрахунку рам. Перевірка правильності обчислень коефіцієнтів та вільних членів. Кінематична перевірка епюри згинальних моментів. Побудова епюр поперечних та поздовжніх сил. Розрахунок статично не визначених рам на температуру і примусове зміщення опор. Розрахунок статично не визначених ферм, арок, комбінованих систем методом сил.

Розрахунок нерозрізних балок. Загальні положення. Рівняння трьох моментів як реалізація методу сил для нерозрізних балок. Рівняння трьох моментів під час завантаження силами нерозрізної балки ступінчасто-змінного перерізу. Рівняння трьох моментів для завантаженої силами нерозрізної балки з постійною жорсткістю. Рівняння трьох моментів у разі заданого зміщення опор нерозрізної балки з постійною жорсткістю. Застосування рівняння трьох моментів до розрахунку нерозрізних балок.

Метод моментних фокусів. Особливості епюри моментів у нерозрізній балці завантаженої в одному прогоні. Поняття про фокусні точки та фокусні відношення. Основна властивість фокусних точок. Визначення фокусних відношень. Визначення опорних моментів завантаженого прогону. Застосування методу моментних фокусів. Огинаючі епюри внутрішніх зусиль.

МОДУЛЬ 2.

Розрахунок плоских статично не визначених стрижневих систем методом переміщень. Розрахунок стрижневих систем на рухоме навантаження

Метод переміщень. Суть методу переміщень. Допущення. Ступінь кінематичної невизначеності. Основна система методу переміщень. Умова еквівалентності основної та заданої систем. Канонічні рівняння методу переміщень. Зусилля в однопрогонових стандартних балках від кінематичних та статичних дій. Визначення коефіцієнтів і вільних членів канонічних рівнянь.

Побудова епюр $M(x), N(x)$ у заданій системі. Порядок розрахунку стрижневих систем методом переміщень. Статична та кінематична перевірки.

Основи змішаного та комбінованого методів розрахунку статично не визначених систем.

Особливості розрахунку на рухоме навантаження. Поняття про лінії впливу та їх суттєву відмінність від епюр. Побудова ліній впливу статичним методом. Лінії впливу опорних реакцій та внутрішніх зусиль для однопрогінних балок з консолями під час розміщення перерізу між опорами та на консолях. Визначення зусиль за лініями впливу від нерухомих навантажень. Критерій небезпечного положення рухомого навантаження. Особливості побудови ліній впливу за вузлової передачі навантаження. Лінії впливу у шарнірно-консольних балках. Лінії впливу у фермах та розпірних системах.

МОДУЛЬ 3. Основи динаміки стрижневих систем

Основні поняття динаміки споруд. Динамічні навантаження. Ступінь свободи за динамічних навантажень. Методи динаміки споруд.

Системи з одним ступенем свободи. Диференціальне рівняння руху. Вільні коливання без урахування і з урахуванням сил опору. Змушені коливання за дії гармонійного навантаження. Резонанс. Вплив сил опору.

Системи з декількома ступенями свободи. Вільні коливання. Спектр власних частот і форм. Змушені коливання за дії гармонійного навантаження. Визначення динамічних зусиль. Резонанс.

Колівання систем з нескінченною кількістю ступенів свободи. Поздовжні коливання стрижня. Поперечні коливання стрижня.

Наближені методи в динаміці споруд.

Розрахунок на сейсмічні навантаження.

МОДУЛЬ 4. Стійкість стрижневих систем

Основні поняття стійкості споруд. Стійка та нестійка рівновага, втрата стійкості, критичне навантаження. Методи дослідження стійкості пружних систем.

Стійкість пружних стрижнів. Диференціальне рівняння за поздовжнього згину стрижня. Розв'язання диференціального рівняння. Метод початкових параметрів.

Основи розрахунку рам на стійкість методом переміщень. Основні припущення. Система канонічних рівнянь, рівняння стійкості. Моменти та реакції стиснутих стрижнів під час переміщення опор. Дослідження форм втрати стійкості.

Тематичний план

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	Усьо- го	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1.						
<i>Змістовий модуль 1. Основи динаміки стрижневих систем</i>						
Тема 1. Основні поняття динаміки споруд.	10	2	4			4
Тема 2. Системи з одним ступенем свободи.	12	2	4			6
Тема 3. Системи з декількома ступенями свободи.	10	2	4			4
Тема 4. Коливання систем з нескінченною кількістю ступенів свободи..	10	2	2			6
Тема 5. Наближені методи в динаміці споруд.	8		4			6
Разом за змістовим модулем 1	50	8	18			26
Модуль 2.						
<i>Змістовий модуль 2. Стійкість стрижневих систем</i>						
Тема 6. Основні поняття стійкості споруд.	10	2	4			4
Тема 7. Стійкість пружних стрижнів.	10	2	2			4
Тема 8. Основи розрахунку рам на стійкість методом переміщень.	12	2	4			6
Тема 9. Дослідження форм втрати стійкості.	8		2			6
Разом за змістовим модулем 2	40	8	12			20
Усього годин	90	14	30			46

**Осінній семестр
Теми та план лекцій.**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основні поняття динаміки споруд. 1. Динамічні навантаження. 2. Ступінь свободи за динамічних навантажень. 3. Методи динаміки споруд.	2
2	Тема 2. Системи з одним ступенем свободи. 1. Поняття системи з одним ступенем свободи. 2. Вільні коливання без урахування і з урахуванням сил опору. 3. Змушені коливання за дії гармонійного навантаження. 4. Резонанс.	2
3	Тема 3. Системи з декількома ступенями свободи. 1. Поняття системи з декількома ступенями свободи. 2. Вільні коливання. 3. Змушені коливання за дії гармонійного навантаження. 4. Резонанс.	2
4	Тема 4. Коливання систем з нескінченною кількістю ступенів свободи. 1. Особливості коливання систем з нескінченною кількістю ступенів свободи. 2. Поздовжні коливання стрижня. 3. Поперечні коливання стрижня.	2
5	Тема 5. Основні поняття стійкості споруд. 1. Стійка та нестійка рівновага. 2. Втрата стійкості, критичне навантаження. 3. Методи дослідження стійкості пружних систем.	2
6	Тема 6. Стійкість пружних стрижнів. 1. Диференціальне рівняння за поздовжнього згину стрижня. 2. Розв'язання диференціального рівняння. 3. Метод початкових параметрів.	2
7	Тема 7. Основи розрахунку рам на стійкість методом переміщень. 1. Суть методу переміщень для розрахунку рам на стійкість. 2. Основні припущення. 3. Система канонічних рівнянь, рівняння стійкості.	2
	Разом	14

Теми лабораторно-практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення ступенів свободи стрижневих систем.	2
2	Визначення ступенів свободи стрижневих систем.	2
3	Розрахунок системи з одним ступенем вільності на вільні коливання.	2
4	Розрахунок системи з одним ступенем вільності на вільні коливання.	2
5	Розрахунок системи з одним ступенем вільності на змушені коливання.	2
6	Розрахунок системи з одним ступенем вільності на змушені коливання.	2
7	Визначення внутрішніх зусиль за гармонійного навантаження рами з двома ступенями свободи.	2
8	Розрахунок рами на стійкість методом переміщень: алгоритм розрахунку	2
9	Розрахунок рами на стійкість методом переміщень: алгоритм розрахунку.	2
10	Розрахунок плоскої рами на стійкість методом переміщень.	2
11	Розрахунок плоскої рами на стійкість методом переміщень.	2
12	Розрахунок вертикального стержня на стійкість.	2
13	Розрахунок вертикального стержня на стійкість.	2
14	Розрахунок нерозрізної балки на стійкість.	2
15	Розрахунок нерозрізної балки на стійкість.	2
	Разом	30

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття динаміки споруд.	4
2	Системи з одним ступенем свободи. Диференціальне рівняння руху. Вплив сил опору.	6
3	Системи з декількома ступенями свободи. Спектр власних частот і форм. Визначення динамічних зусиль.	4
4	Колівання систем з нескінченною кількістю ступенів свободи.	6
5	Наближені методи в динаміці споруд. Огляд наближених методів в динаміці споруд. Види сейсмічного впливу на будівельні конструкції. Розрахунок на сейсмічні навантаження.	6
6	Основні поняття стійкості споруд.	4
7	Стійкість пружних стрижнів.	4
8	Основи розрахунку рам на стійкість методом переміщень.	6
9	Дослідження форм втрати стійкості. Форми втрати стійкості. Моменти стиснутих стрижнів під час переміщення опор. Реакції стиснутих стрижнів під час переміщення опор.	6
	Разом	46

6. Індивідуальні завдання

1. **Розрахунково-графічне завдання:** Динамічний розрахунок рами з одним ступенем вільності.

7. Методичне забезпечення

1. Будівельна механіка. Динамічний розрахунок системи з одним ступенем вільності: Методичні вказівки та завдання для розрахунково-графічної роботи для студентів 4 курсу спеціальності 6.060101 «Промислове та цивільне будівництво» денної і заочної форм навчання / Суми: СНАУ, 2013 рік, 27 стор.

Методи навчання

1. Методи навчання за джерелом знань:

- 1.1. *Словесні:* пояснення, лекція, інструктаж, робота з книгою
- 1.2. *Наочні:* демонстрація, ілюстрація, спостереження.
- 1.3. *Практичні:* практична робота.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

- 2.1. *Дедуктивний метод*
- 2.2. *Традуктивний метод*

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.

3.1. *Дослідницький*

4. **Активні методи навчання** - використання технічних засобів навчання, групові дослідження, самооцінка знань, використання опорних конспектів лекцій.

5. **Інтерактивні технології навчання** - використання мультимедійних технологій, діалогове навчання.

Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:
 - рівень знань, продемонстрований на лабораторних заняттях;
 - результати виконання та захисту лабораторних робіт;
 - експрес-контроль під час аудиторних занять;
 - самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
 - виконання аналітично-розрахункових завдань.
4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання :

**Розподіл балів, які отримують студенти
за осінній семестр**

Поточне тестування та самостійна робота											Разом за модулі та СРС	Атестація	Підсумковий тест-екзамен	Сума
Змістовий модуль 1 – 22 бали						Змістовий модуль 2 – 14 балів			Змістовий модуль 3 4 бали					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	15	55 (40+15)	15	30	100
3	4	4	4	4	3	5	5	4	4					

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	дуже добре	
65-81	C	добре	
69-74	D	задовільно	
60-68	E	достатньо	
35-59	FX	незадовільно – потрібно працювати перед тим, як отримати оцінку	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно - необхідна серйозна подальша робота	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Рекомендована література

Базова

1. Баженов В. А. Будівельна механіка: електрон, підруч. / В. А. Баженов, О. В. Шишов. -К., 2008.
2. Баженов В. А. Будівельна механіка: Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування: навч. посіб. / Баженов В. А., Іванченко Г. М., Шишов О. В. - К. : Каравела, 2006. - 344 с.
3. Будівельна механіка в прикладах: навч. посіб. для студ. будів. спец. вузів / [Яременко О. Ф., Шибанін В. С., Орлов А. М. та ін.] ; за ред. О. Ф. Яременко. - Одеса : МДАУ, 2003. - 246 с.
4. Дорошук Г. П. Основи будівельної механіки: підруч. / Г. П. Дорошук, В. М. Трач. - Рівне : УДУВГП, 2003. - 504 с.
5. Попович Б. С. Будівельна механіка статично визначених стержневих систем: навч. посіб. / Б. С. Попович, О. Р. Давидчак. — Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2007. - 196 с.
6. Строительная механика: учебн. для вузов / [Бутенко Ю. И., Засядько Н. А., Канн С. Н. и др.]; под ред. Ю. И. Бутенко. - К. : Вища шк., 1989. - 479 с.
7. Строительная механика. Руководство к практическим занятиям: учеб. пособ. для вузов. / [Бутенко Ю. И., Засядько Н. А., Санн С. Н. и др.]; под ред. Ю. И. Бутенко. -К. : Вища шк., 1984.-328 с.
8. Чихладзе Е. Д. Будівельна механіка: підруч. для студентів ВНЗ / Е. Д. Чихладзе. - Харків : Укр.ДАЗТ-Харків, 2002. - 305 с.

Допоміжна

1. Анохин Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах: учеб. пособ. / Н. Н. Анохин. - М.: Изд-во АСВ, 1999. - 335 с.
2. Дарков А. В. Строительная механика / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - М.: Высш. шк., 1986. - 607 с.
3. Дорошук Г. П. Будівельна механіка. Приклади, задачі та комп'ютерні розрахунки: навч. посіб. / Г. П. Дорошук, В. М. Трач. - Рівне : НУВГП, 2008. - 472 с.
4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / пер. с англ. ; под ред. Б. Е. Победри. - М. : Мир, 1975, - 541 с.
5. Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс: учеб. для вузов / В. А. Киселев. - М. : Стройиздат, 1986. - 520 с.
6. Ржаницын А. Р. Строительная механика: учеб. пособ. для вузов / А. Р. Ржаницын. - М. : Высш. шк. 1991.-439 с.
7. Розин Л. А. Стержневые системы как системы конечных элементов / Л. А. Розин. - Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1976. - 232 с.
8. Руководство к практическим занятиям по курсу сройтельной механики: учебн. пособ. для вузов. / под ред. Г. К. Клейна. - М. : Высш. шк., 1973. - 360 с.
9. Снитко Н. К. Строительная механика: учеб. для вузов / Н. К. Снитко. - М. : Высш. шк., 1972.-488 с.

10. Чирас А. А. Строительная механика. Теория и алгоритмы: учеб. для вузов / А. А. Чирас. - М. : Стройиздат, 1989 — 255 с.
11. Строительная механика. Расчет стержневых систем на ЭВМ: учеб. пособ. / [Исаханов Г. В., Гранат С. Я., Мельниченко Г. И., Шишов О. В.]. - К. : Вища шк., 1990. - 230 с.
12. Строительная механика. Стержневые системы : учеб. для вузов / [Смирнов А. Ф., Александров А. В., Лашеников Б. Я., Шапошников Н. Н.] ; под ред. А. Ф. Смирнова — М. : Стройиздат, 1981. - 512 с.
13. Строительная механика: учеб. для вузов / под ред. А. В. Даркова. - М. : Высш. шк., 1976. - 600

Інформаційні ресурси

1. <http://library.sau.sumy.ua/>
2. <http://lib.vstu.vinnica.ua/>
3. http://impost.rv.ua/publ/budivelna_terminologija/8
4. <http://makmpkbudmeh.blogspot.com/>
5. <http://www.twirpx.com/>