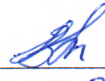


Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Факультет «Механічний»
Кафедра «Теоретична та будівельна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

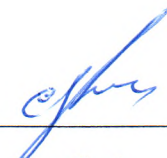
 Урсуляк Л.В.
« 29 » 08 2018 р.


БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни
для здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр»
із галузей, спеціальностей та спеціалізації

19- Архітектура та будівництво 192 - Будівництво та цивільна інженерія Мости та тунелі
Промислове та цивільне будівництво

Розробник(и) робочої програми  Костриця С.А.

Декан факультету «Промислове та цивільне будівництво»  Краснюк А.В.

Директор навчально-наукового центру «Мости та тунелі»  Попович М.М.

Начальник навчального відділу  Андрашко Л.

м. Дніпро – 2018

* Декан факультету, для спеціальності якого розроблено програму
У разі потреби підписи деканів і начальника навчального відділу можна розміщувати на звороті аркуша.

Робоча програма з дисципліни «Будівельна механіка» _____

Ухвалено на засіданні кафедри «29» 08 2018 р., протокол № 1

Зав. кафедри В.В. Федулев Л.В.

Лектор С.М. Коєвнич С.А.

Доповнення/зміни до робочої програми

На 20 ___ /20 ___ н.р. _____

« ___ » ___ 20 ___ р. протокол № ___ Зав. кафедри _____

Лектор _____

На 20 ___ /20 ___ н.р. _____

« ___ » ___ 20 ___ р. протокол № ___ Зав. кафедри _____

Лектор _____

**1 Розподіл навчального часу для денної форми навчання
2018 / 2019 навчальний рік**

Вид навчання (наведений приклад)	Семестр				Усього	
	П'ятий		Шостий*			
	І поло- вина	II поло- вина	І поло- вина	II поло- вина	год	кр. ECTS
	год	год	год	год		
Загальний обсяг за навчальним планом	60	60	60	60	240	8
Навчальні заняття:	32	32	24	24	112	
– лекції	16	16	8	8	48	
– практичні заняття	16	16	16	16	64	
Самостійна робота:	28	28	36	36	128	
– підготовка до навчальних за- нять	16	16	12	12	56	
– опрацювання розділів програ- ми, які не викладаються на лек- ціях						
– виконання розрахунково- графічної роботи	5	4	5	4	18	
– підготовка до контрольних за- ходів	7	8	19	20	54	
– підсумковий контроль		екзамен		екзамен		

Примітки:

- нумерація семестрів наскрізна



2 Зміст дисципліни

Тема	Обсяг, години	Вид контролю та максимальна оцінка в балах
1	2	3

**Модуль 1. (перша половина п'ятого семестру). Кінематичний аналіз споруд. Розрахунки статич-
но визначуваних балок та ферм на статичне та рухоме навантаження**

Лекція	
1. Предмет будівельної механіки. Задачі та об'єкти ви- вчення в будівельній механіці, основні гіпотези. Розра- хункові схеми. Кінематичний аналіз споруд.	2
2. Миттєво змінювані системи. Теорія ліній впливу. Побудова ліній впливу опорних реакцій та внутрішніх зусиль в простих консольних балках, а також л.в. опор- них реакцій в шарнірно опертих балках.	2
3. Побудова ліній впливу внутрішніх зусиль в простих шарнірно опертих балках. Багатопрогонові статично визначувані балки, їх кінематичний та структурний аналіз. Розрахунок на статичне навантаження.	2
4. Побудова ліній впливу в багатопрогонових балках. Визначення зусиль по лініях впливу.	2

5. Лінії впливу при по вузловій передачі навантаження. Плоскі статично визначувані ферми. Елементи ферм, основні гіпотези, класифікація ферм. Розрахунок ферм на статичне навантаження. Побудова ліній впливу в балочних фермах.	2	Поточний контроль ПК1=20 балів (практичні заняття 1-8, захист розрахунково – графічної роботи №1-1 частина) По матеріалам курсу першої половини п'ятого семестру складається модуль МК1, який містить теоретичні питання та задачі з розділів першої частини. Індивідуальні завдання формуються на підставі розроблених тестових завдань. Вартість МК1 =30 балів. Вартість М1= ПК1+МК1=50 балів.
6. Побудова ліній впливу в балочних та консольних фермах. Шпренгельні ферми. Побудова ліній впливу в шпренгельних фермах.	2	
7. Побудова ліній впливу в шпренгельних фермах. Властивість прямолінійної ділянки лінії впливу. Найвигідніше навантаження трикутної лінії впливу системою пов'язаних зосереджених вантажів.	2	
8. Тришарнірні арки. Визначення опорних реакцій та внутрішніх зусиль (згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил) в тришарнірних арках від статичного навантаження. Рівняння раціональної осі тришарнірної арки.	2	
Практичне заняття		
1. Порядок розрахунку багатопрогонових балок. Побудова по поверховій схеми. Визначення реакцій.	2	
2. Побудова епюр згинальних моментів та поперечних сил в багатопрогонових балках.	2	
3. Побудова ліній впливу в багатопрогонових балках.	2	
4. Побудова ліній впливу в багатопрогонових балках. Визначення зусиль по лініях впливу.	2	
5. Побудова ліній впливу в балочних фермах.	2	
6. Побудова ліній впливу в консольних фермах.	2	
7. Побудова ліній впливу в шпренгельних фермах.	2	
8. Визначення опорних реакцій та внутрішніх зусиль (згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил) в тришарнірних арках від статичного навантаження.	2	
Самостійна робота		
Виконання розрахунково – графічної роботи РГР №1 (частина перша). Лінії впливу в статично визначуваних багатопрогонових балках та фермах	5	
Підготовка до контрольних заходів	7	
Підготовка до навчальних занять	16	
Усього годин/кредитів ECTS	60/2	
Модуль 2. (друга половина п'ятого семестру). Розрахунки статично невизначених рам.		
Лекція		
1. Узагальнені сили та узагальнені координати. Дійсна і можлива робота зовнішніх сил. Теореми про взаємність робіт та взаємність переміщень. Визначення можливої роботи через внутрішні зусилля.	2	Поточний контроль ПК2=20 балів (практичні заняття 1-8, захист розрахунково – графічної роботи №1-2 частина) По матеріалам курсу другої половини п'ятого семестру складається модуль МК2, який містить теоретичні питання та задачі з розділів другої частини п'ятого семестру. Індивідуальні завдання формуються на
2. Інтеграл Мора. Матричний спосіб обчислення інтегралу Мора.	2	
3. Розрахунок плоских статично невизначуваних систем методом сил. Основна та еквівалентна системи. Канонічні рівняння. Матричний вигляд канонічних рівнянь.	2	
4. Розрахунок плоских статично невизначуваних систем методом сил. Перевірки коефіцієнтів та вільних членів канонічних рівнянь.	2	

5. Побудова остаточних епюр згинальних моментів, поперечних та повздожних сил, визначення опорних реакцій. Перевірка остаточної епюри згинальних моментів та опорних реакцій.	2	<p>підставі матеріалу другої половини п'ятого семестру</p> <p>Вартість МК1 =30 балів.</p> <p>Вартість</p> <p>М1= ПК1+МК1=50 балів.</p>
6. Приклад розрахунку статично невизначуваної рами методом сил.	2	
7. Визначення переміщень в плоских системах від дії температури та від зміщення опор.	2	
8. Розрахунок рам на дію температури та від зміщення опор	2	
Практичне заняття		
1. Побудова епюр внутрішніх зусиль в плоских рамах.	2	
2. Побудова епюр та визначення переміщень в плоских рамах.	2	
3. Розрахунок статично невизначуваних рам методом сил.	2	
4. Розрахунок статично невизначуваних рам методом сил.	2	
5. Побудова остаточних епюр згинальних моментів, поперечних та повздожних сил	2	
6. Визначення переміщень в плоских системах від дії температури та від зміщення опор.	2	
7. Розрахунок рам на дію температури та від зміщення опор	2	
8. Визначення переміщень в статично невизначуваних рамах.	2	
Самостійна робота		
Виконання розрахунково – графічної роботи РГР №1 (частина друга). Розрахунок рами методом сил	4	
Підготовка до контрольних заходів	8	
Підготовка до навчальних занять	16	
Усього годин/кредитів ECTS	60/2	

Модуль 3. (перша половина шостого семестру). Розрахунки статично невизначених рам методом переміщень та змішаним методом.

Лекція		
1. Вибір невідомих методу переміщень для плоских стержневих систем, основні припущення. Основні системи та основні невідомі методу переміщень. Канонічні рівняння методу переміщень.	2	
2. Визначення коефіцієнтів та вільних членів канонічних рівнянь в методі переміщень статичним способом та способом перемноження епюр. Перевірки при розрахунку рам методом переміщень.	2	<p>Поточний контроль</p> <p>ПК1=20 балів (практичні заняття 1-8, захист розрахунково</p>
3. Побудова епюр внутрішніх зусиль та визначення опорних реакцій. Приклад розрахунку статично невизначуваної рами методом переміщень.	2	

4 Використання симетрії при розрахунку рам методом переміщень. Розрахунок статично невизначуваних рам змішаним методом.	2	<p>– графічної роботи №1-1 частина)</p> <p>По матеріалам курсу першої половини шостого семестру складається модуль МК3, який містить теоретичні питання та задачі з розділів першої частини шостого семестру.</p> <p>Індивідуальні завдання формуються на підставі матеріалу першої половини шостого семестру</p> <p>Вартість МК3 =30 балів.</p> <p>Вартість М1= ПК1+МК3=50 балів.</p>
Практичне заняття		
1. Розрахунок статично невизначуваних стержнів на переміщення опорних в'язів та зовнішні навантаження.	2	
2. Розрахунок статично невизначуваних стержнів на переміщення опорних в'язів та зовнішні навантаження.	2	
3. Розрахунок статично невизначуваних рам методом переміщень.	2	
4. Розрахунок статично невизначуваних рам методом переміщень.	2	
5. Побудова остаточної епюри згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил	2	
6 Розрахунок статично невизначуваних балок та рам на зміщення опор та температурні навантаження.	2	
7. Розрахунок статично невизначуваних рам методом переміщень з врахуванням симетрії.	2	
8. Розрахунок статично невизначуваних рам змішаним методом.	2	
Самостійна робота		
Виконання розрахунково – графічної роботи «Розрахунок статично невизначуваної рами методом переміщень»	5	
Підготовка до навчальних занять		
Усього годин/кредитів ECTS	12 60/2	
Модуль 4. (друга половина шостого семестру). Метод скінчених елементів		
1. Основи розрахунку стержневих систем методом скінчених елементів. Основні поняття та принципи МСЕ. Матриця жорсткості стержня в місцевій системі координат та глобальній системі координат.	2	<p>Поточний контроль</p> <p>ПК2=20 балів (практичні заняття 1-8, захист розрахунково – графічної роботи №1-2 частина)</p> <p>По матеріалам курсу другої половини шостого семестру складається модуль МК4, який містить теоретичні питання та задачі з розділів другої половини</p>
2. Формування глобальної матриці жорсткості. Визначення основних невідомих та внутрішніх зусиль при розрахунку плоских стержневих систем методом скінчених елементів.	2	
3. Розрахунок просторових статично визначуваних та статично невизначуваних систем. Особливості розрахунку просторових статично невизначуваних систем методом скінчених елементів.	2	
4. Загальні рекомендації по використанню програмних комплексів, які реалізують метод скінчених елементів (МСЕ). Побудова розрахункової моделі. Особливості застосування МСЕ при вирішенні задач міцності із застосуванням програмного комплексу SCAD	2	
Практичне заняття		
1. Підготовка вихідної інформації для розрахунку плоскої рами МСЕ.	2	
2. Розрахунок плоскої рами МСЕ.	2	
3. Аналіз результатів розрахунку за МСЕ.	2	
4. Розрахунок просторової статично невизначуваної рами	2	

5. Розрахунок просторової ферми МСЕ	2	шостого семестру. Індивідуальні завдання формуються на підставі матеріалу другої половини шостого семестру Вартість МК2 =30 балів. Вартість М4= ПК2+МК4=50 балів.
6. Розрахунки на стійкість за МСЕ Побудова розрахункових моделей з використанням плоских та об'ємних СЕ.	2	
7. Розрахунки на стійкість за МСЕ	2	
8. Визначення частот власних коливань конструкцій з використанням МСЕ	2	
Самостійна робота		
Виконання розрахунково – графічної роботи «Розрахунок рами методом скінчених елементів»	4	
Підготовка до контрольних заходів	20	
Підготовка до навчальних занять	12	
Усього годин/кредитів ECTS	60/2	

і т. н. щодо всіх залікових модулів

Складова Робочої програми дисципліни (для заочної форми навчання)

Дисципліна Будівельна механіка

Кафедра Теоретична та будівельна механіка

Спеціальність(і) 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Спеціалізація Мости та тунелі, Промислове та цивільне будівництво

1 Дані навчального плану

Всього (годин/кредитів) за навчальним планом

Курс навчання	№ семестру	Навантаження у семестрі, год/кредит	Аудиторні заняття, год				Самостійна робота, год.	Контрольна робота, одиниці	Розрахунково-графічні роботи	Курсові проекти (роботи)	Форма підсумкового контролю
			всього	у тому числі							
				лекції	лабораторні	практичні					
4	7 (ПЦБ)	240/8	18	8	4	10	218	1	-		екзамен
3	5 (МТ-ТВ)	120/4	8	4		4	112	1	-		залік
3	6 (МТ-ТВ)	120/4	10	4		6	110	1			екзамен

2 Календарний план навчальних занять сьомий семестр восьмий семестр

№ семестру	Вид занять	Кількість аудиторних занять	Тема заняття (лекції, практичного і т. н.)	Література

7	Лекція 1	2	Вступ. Класифікація споруд. Кінематичний аналіз споруд. Геометрична змінність, статична визначуваність систем. Теорія ліній впливу.	[1] (§§1.1-1.3, 2.1-2.6)
7	Лекція 2	2	Побудова ліній впливу в багатопрогонових балках. Визначення зусиль по лініях впливу	[1] (§§2.7-2.9)
7	Лекція 3	2	Плоскі статично визначувані ферми. Елементи ферм, основні гіпотези, класифікація ферм. Розрахунок ферм на статичне навантаження. Побудова ліній впливу в балочних фермах.	[1] (§§4.1-4.7)
7	Лекція 4	2	Розрахунок статично невизначених рам методом сил.	[1] (§§6.1-6.5)
7	Лекція 5	2	Розрахунок статично невизначених рам методом переміщень.	[1] (§§7.1-7.8)
7	Практичне заняття 1	2	Побудова ліній впливу в багатопрогонових балках. Визначення зусиль по лініях впливу.	[1] (§§2.7-2.9)
7	Практичне заняття 2	2	Розрахунок ферм на статичне навантаження. Побудова ліній впливу в балочних фермах.	[6], [1] (§§4.1-4.7)
7	Практичне заняття 3	2	Розрахунок статично невизначуваних рам методом сил	[6], [1] (§§6.1-6.5)
7	Практичне заняття 4	2	Розрахунок статично невизначуваних рам методом переміщень	[6]
7	Практичне заняття 5	2	Розрахунок плоскої рами МСЕ.	[8]
8	Лабораторне заняття 1	2	Приклади розрахунку простих плоских статично невизначуваних систем за МСЕ.	[8]
8	Лабораторне заняття 2	2	Розрахунок плоскої рами МСЕ. Аналіз результатів розрахунку	[8]

Укладач _____

Завідувач кафедри _____

29.08.18
(підпис, дата)

ННУБО 28.05.19 *of*

3 Методи навчання

Методи навчання є словесні, інноваційні, наочні та практичні.

Лекції та практичні заняття проводяться з використанням електронних дидактичних демонстраційних матеріалів (презентації), що призначені для супроводу навчального процесу, а також із застосуванням проектно - обчислювального комплексу, для виконання розрахунків на міцність і проектування різного виду будівельних конструкцій .

Самостійна робота виконується з використанням можливості мережі Інтернет (конспект лекцій для дистанційної освіти), друкованих та електронних підручників, навчальних посібників (з вільним доступом усім учасникам навчального процесу), а також інших локальних і мережевих інформаційних ресурсів.

Методи контролю.

Для денної форми навчання. Методи контролю – перевірка виконаних розрахунково - графічних робіт, усне та письмове (рішення задачі за темою РГР) опитування,

При складанні поточного контролю студент зобов'язаний виконати та захистити розрахунково - графічні роботи.

Складання модульного контролю проводиться письмово.

Зміст підсумкового контролю МК1 – 30 балів

№з/п	Назва розділу (теми) та його зміст	Кількість завдань
1	Лінії впливу в статично визначуваних багатопрогонових балках	1
2	Лінії впливу в статично визначуваних фермах	1

Зміст підсумкового контролю МК2 – 30 балів

№з/п	Назва розділу (теми) та його зміст	Кількість завдань
1	Розрахунок плоскої рами методом сил на дію зовнішнього навантаження та переміщення опор	1

Зміст підсумкового контролю МК3 – 30 балів

№з/п	Назва розділу (теми) та його зміст	Кількість завдань
1	Розрахунок плоскої рами методом переміщень на дію зовнішнього навантаження та переміщення опор	1

Зміст підсумкового контролю МК4 – 30 балів

№з/п	Назва розділу (теми) та його зміст	Кількість завдань
1	Визначення частот власних коливань в стержневих системах аналітично та з використанням МСЕ	1

РГР№1 -(1 частина)
«Лінії впливу в статично визначуваних багатопрогонових балках та фермах» -20 балів
Оцінювання індивідуальної роботи

Вид роботи	Максимальна кількість балів
Розрахунки	До 10
Пояснювальна записка:	
- оформлення	До 5
Захист роботи	До 5
Всього	20

РГР №1 (частина друга). Розрахунок рами методом сил - 20 балів
Оцінювання індивідуальної роботи

Вид роботи	Максимальна кількість балів
Розрахунки	До 15
- оформлення роботи	До 5
Захист роботи	До 5
Всього	20

Виконання розрахунково – графічної роботи «Розрахунок статично невизначуваної рами методом переміщень» - 20 балів
Оцінювання індивідуальної роботи

Вид роботи	Максимальна кількість балів
Розрахунки	До 10
Пояснювальна записка:	
- оформлення	До 5
Захист роботи	До 5
Всього	20

Виконання розрахунково – графічної роботи «Розрахунок рами методом скінченних елементів» -20 балів
Оцінювання індивідуальної роботи

Вид роботи	Максимальна кількість балів
Розрахунки	До 10
Пояснювальна записка:	
- оформлення	До 5
Захист роботи	До 5
Всього	20

Для безвідривної форми навчання. Методи контролю – перевірка виконаних контрольних робіт, усне опитування.

При складанні контрольної роботи студент зобов'язаний виконати та захистити контрольну роботу.

Складання модульного контролю (екзамену) проводиться у письмовій формі

Спеціальність(і) 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»
 Спеціалізації Мости та тунелі, Промислове та цивільне будівництво

Зміст контрольної роботи №1:

№ n/n	Задача	Тема	Література
1	2	3	4
1	Задача № 1.	Розрахунок багатопрогонних балок. Визначення зусиль по лініях впливу	Інформаційно-методичне забезпечення [1,2]
2	Задача №2.	Розрахунок статично визначеної ферми	Інформаційно-методичне забезпечення [1,3]
3	Задача №3	Розрахунок рами методом сил	Інформаційно-методичне забезпечення [1,4]
4	Задача № 4.	Розрахунок рами методом переміщень	Інформаційно-методичне забезпечення [1,5]

4 Діагностування рівня успішності

Оцінка			Рівень компетентності
ECTS	бали	чотири-бальна	
A	90-100	відмінно	Вищий рівень компетентності: - Студент самостійно виконує індивідуальні розрахунково-графічні роботи, які передбачені календарним планом дисципліни здатний проаналізувати й узагальнити отриманий результат. Вміє правильно обирати та створювати розрахункові схеми конструкцій машин і механізмів; з використанням обчислювальної техніки під час проведення практичних занять проводити розрахунки елементів цих конструкцій на міцність і жорсткість; встановлювати причини руйнування різних деталей; приймати обґрунтовані рішення щодо забезпечення відповідного строку служби елементів машин та механізмів. Крім того, його дії відрізняються раціональністю, вмінням оцінювати і виправляти помилки

В	82-89	дуже добре	<p>Високий рівень компетентності:</p> <p>- Студент виконує індивідуальні розрахунково-графічні роботи, які передбачені календарним планом дисципліни. Володіє базовими навичками з виконання необхідних математичних операцій та перетворень, розв'язує без помилок задачі за темою РГР. Вміє правильно обирати та створювати розрахункові схеми конструкцій машин і механізмів; проводити розрахунки елементів цих конструкцій на міцність і жорсткість з використанням обчислювальної техніки, але не завжди може самостійно встановлювати причини руйнування елементів конструкції та приймати обґрунтовані рішення щодо забезпечення відповідного строку служби елементів машин та механізмів.</p>
С	75-81	добре	<p>Середній рівень компетентності:</p> <p>- Студент виконує індивідуальні розрахунково-графічні роботи, які передбачені календарним планом дисципліни. Володіє базовими навичками з виконання необхідних математичних операцій та перетворень, розв'язує задачі за темою РГР. Вміє правильно обирати та створювати розрахункові схеми конструкцій машин і механізмів; проводити під наглядом викладача розрахунки елементів цих конструкцій на міцність і жорсткість з використанням обчислювальної техніки, не завжди може встановлювати причини руйнування елементів конструкції.</p>
Д	67-74	задовільно	<p>Достатній рівень компетентності:</p> <p>- Студент за допомогою викладача виконує індивідуальні розрахунково-графічні роботи, які передбачені календарним планом дисципліни та з помилками розв'язує задачі за темою РГР. Розрахунки конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість студент виконує тільки за зразком. За отриманими результатами не може зробити правильні висновки.</p>
Е	60-66	достатньо	<p>- Студент з помилками виконує індивідуальні розрахунково-графічні роботи навіть за допомогою викладача. Розв'язує задачі за темою РГР за допомогою викладача.</p> <p>Розрахунки конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість студент виконує за зразком, але з помилками, не може проаналізувати отримані результати.</p>
FX, F	0-59	не задовільно	<p>Недостатній рівень компетентності:</p> <p>- Студент не володіє базовими навичками з виконання необхідних математичних операцій та перетворень. Не здатен виконати індивідуальні розрахунково-графічні роботи навіть з допомогою викладача</p> <p>- студент не розуміє і не орієнтується у матеріалі, розрахунки не доводить до кінця, не дає відповіді на запитання; потрібний повторний курс вивчення дисципліни</p>

5 Інформаційно-методичне забезпечення

1. Барбас Й.Г.,Бондарєв О.М.,Урсуляк Л.В.,Горобець В.Л. Методичні вказівки та завдання на контрольні роботи з дисципліни "Будівельна механіка". Днепропетровск, 1997

2. Стукалов А.И. Методические указания к решению задач по строительной механике. Вып. 1: Расчет статически определимых балок и рам .Днепропетровск, 1981
3. Стукалов А.И., Берман З.Г. Методические указания к решению задач по строительной механике. Вып. 2: Расчет статически определимых ферм. Днепропетровск, 1982
4. Стукалов А.И., Берман З.Г. Методические указания к решению задач по строительной механике. Вып. 2: Расчет статически неопределимых рам по методу сил. Днепропетровск, 1983
5. Стукалов А.И. Методические указания к решению задач по строительной механике. Вып. 1: Расчет статически неопределимых систем методом перемещений с применением ЭВМ .Днепропетровск, 1984
6. Барбас И.Г., Данович В.Д., Радзиховский Ю.А. __ Применение МКЭ к расчёту конструкций подвижного состава (Ч.1, Ч.2), Днепропетровск, 1978

6 Рекомендована література

1. А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. Строительная механика. М.Высш.шк.1986
2. А.Р.Ржаницын Строительная механика. М.Высш.шк.1986
3. А.Ф.Смирнов и др. Строительная механика (Динамика и устойчивость сооружений). М.Стройиздат,1984.
4. А.В. Александров, Б.Я. Лашенников. Строительная механика (тонкостенные пространственные системы). М.,Стройиздат,1983.
5. А.А. Гирас. Строительная механика и алгоритмы.
6. А.А. Бычков и др. Руководство к практическим занятиям по строительной механике.
7. В.А. Лазарян. Энергия деформации и перемещения линейных систем.
8. Инструкция проектно – вычислительного комплекса SCAD
<https://scadsoft.com/products/scad>

7 Інформаційні ресурси

1. Моргун А.С., Сорока М.М. Будівельна механіка та будівельні конструкції
<http://posibnyky.vntu.edu.ua/pdf/000719.pdf>
2. В.А.Баженов, Г.М.Іванченко, О.В.Шишов, С.О.Пискунов. БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування. Навчальний посібник. Київ - 2013 . <http://www.knuba.edu.ua/doc/bm/bmp.pdf>
3. В.А. Баженов, А.В. Перельмутер, О.В.Шишов. Будівельна механіка (Комп'ютерні технології і моделювання). Київ ПАТ “ВІПОЛ” 2013.
http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/bazhenovb.pdf