

Вінницький національний технічний університет

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

## **РОЗРАХУНОК ТА МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ**

**рівень вищої освіти** третій (освітньо-науковий)  
**галузь знань** 19 Архітектура та будівництво  
**спеціальність** 192 Будівництво та цивільна інженерія  
**освітня програма** Будівництво та цивільна інженерія  
**освітня кваліфікація** Доктор філософії з будівництва та цивільної інженерії

Викладач **Моргун А.С.**

Мова викладання: **українська**

Семестр – I

Кредитів ЕКТС – 3

Лекцій – 32

Практичних – 16

Самостійна робота – 42

Вид контролю – диф. Залік.

**Передумови для вивчення дисципліни:** дисципліна базується на дисциплінах: «Вища математика»; «Інформатика та комп'ютерна техніка»; «Опір матеріалів», «Теоретична механіка» «Будівельна механіка», «Динаміка та стійкість», «Залізобетонні, металеві, дерев'яні конструкції», «Механіка ґрунтів, Основи та фундаменти», «САПР в будівництві» та ін.

**Метою** вивчення дисципліни є – надання студентам знань, компетенцій та навичок експериментальних та чисельних досліджень, вивчення методів розрахунку та моделювання споруд на міцність, жорсткість в умовах сталих та змінних навантажень, підготувати майбутніх фахівців до практичної роботи з проектування та спорудження будівельних конструкцій з застосуванням передових досягнень виробництва і науки.

### **Результати вивчення дисципліни**

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні:

**ПРН2.** Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів, систем, об'єктів та явищ, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення

інноваційних продуктів у будівельній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.

**ПРН3.** Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з будівельної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

**ПРН6.** Досліджувати, розробляти, застосовувати, вдосконалювати та впроваджувати рішення, засоби та методи інженерних і точних наук, а також методи та технології будівельної інженерії для вирішення проблем, пов'язаних зі стаціонарною роботою будівельних споруд.

**ПРН7.** Вирішувати завдання і проблеми будівельної інженерії для штучного створення або заміни будівельних матеріалів для штучного вдосконалення і корекції їх функцій.

**ПРН10.** Досліджувати, розробляти, застосовувати та вдосконалювати фундаментальні методи і прикладні інструменти механіки для архітектурних та будівельних задач.

#### **Компетентності згідно ОНП**

**Інтегральна компетентність** – здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері архітектури, будівництва та будівельної інженерії, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

**ФК1.** Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у архітектурі та будівельній інженерії та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з архітектури та будівельної інженерії, та суміжних галузей.

**ФК5.** Здатність до перегляду існуючих концепцій будівельної інженерії та архітектури з позицій критичного осмислення і адаптації новостворених технологій, шляхом генерування оригінальних гіпотез.

**ФК6.** Здатність обґрунтовувати та захищати використані стратегії, проведені експерименти та застосовані методи інженерних і точних наук для вирішення проблем в архітектурі та будівництві

**ФК7.** Здатність створювати та аналізувати математичні моделі об'єктів, процесів та явищ; використовувати інструменти математичного моделювання в дослідницькій діяльності.

**ФК8.** Здатність забезпечувати розроблення та технічний супровід будівельних систем в експлуатаційних і екстремальних умовах.

## Теми лекційних занять:

### *Змістовий модуль 1*

#### **Тема 1. Етапи проектування.**

Вступ до предмету. Етапи архітектурно-будівельного проектування. Функціональне призначення як основа проектування. Сучасні вимоги до збору навантажень.

#### **Тема 2. Сучасні розрахункові схеми та методи розрахунку споруд.**

Класифікація розрахункових схем. Основи методу сил, методу переміщень.

#### **Тема 3. Варіанти подання напружено-деформованого стану в точці середовища. Сучасні уявлення.**

Інформація про тензорне числення, його переваги. Головні напруження, шаровий та девіаторний тензор напружень.

#### **Тема 4. Варіаційне числення як основа сучасних програмних комплексів.**

Потенційна енергія системи, принцип Мізеса.

#### **Тема 5. Основи сучасного числового методу скінчених елементів.**

Вхідні параметри для моделювання НДС за МСЕ.

#### **Тема 6. Компонування матриці умов рівноваги МСЕ.**

Шляхи удосконалення розрахункових схем. Дискретизація розрахункової схеми споруди.

#### **Тема 7. Пошук екстремуму виразу потенційної енергії системи.**

Аналіз отриманих результатів НДС.

*Змістовий модуль 2.* Напрямки вдосконалення методів розрахунку та математичних моделей.

#### **Тема 8. Основи теорії методу граничних елементів, ітераційний підхід.**

Основи зведення розрахункової системи диференціальних рівнянь 15 порядку (рівняння статички, геометричні рівняння, фізичні рівняння) до інтегрального рівняння МГЕ.

#### **Тема 9. Компонівка матриці піддатливості МГЕ.**

Поняття ліній впливу та їх прикладання до визначення зусиль.

#### **Тема 10. Особливості дискретизації розрахункової схеми при залученні МГЕ.**

Основні поняття підбору вхідних параметрів моделі.

#### **Тема 11. Використання законів термодинаміки в теорії пружності, механіці ґрунтів.**

Суть першого та другого законів термодинаміки.

#### **Тема 12. Визначальні закони механіки ґрунтів.**

Уявлення про деформування ґрунтів. Ідеалізації при оцінці несучої спроможності ґрунтів.

#### **Тема 13. Теорія пластичної течії.**

Стисливість ґрунтів. Аналіз сучасних підходів.

#### **Тема 14. Математичні моделі ґрунтів.**

Розрахункові обґрунтування технічних рішень. Теоретичні положення асоційованого та неасоційованого законів пластичної течії.

### **Теми практичних занять**

1. Етапи архітектурно-будівельного проектування. Функціональне призначення як основа проектування. Сучасні вимоги до збору навантажень.
2. Класифікація розрахункових схем. Основи методу сил, методу переміщень.
3. Інформація про тензорне числення, його переваги. Головні напруження, шаровий та девіаторний тензор напружень.
4. Потенційна енергія системи, принцип Мізеса.
5. Вхідні параметри для моделювання НДС за МСЕ .
6. Шляхи удосконалення розрахункових схем. Дискретизація розрахункової схеми споруди.
7. Аналіз отриманих результатів НДС за МСЕ.
8. Основи зведення розрахункової системи диференціальних рівнянь 15 порядку (рівняння статички, геометричні рівняння, фізичні рівняння) до інтегрального рівняння МГЕ.
9. Поняття ліній впливу та їх прикладання до визначення зусиль.
10. Основні поняття підбору вхідних параметрів моделі за МГЕ.
11. Суть першого та другого законів термодинаміки.
12. Уявлення про деформування ґрунтів. Ідеалізації при оцінці несучої спроможності ґрунтів.
13. Стисливість ґрунтів. Аналіз сучасних підходів.
14. Розрахункові обґрунтування технічних рішень. Теоретичні положення асоційованого та неасоційованого законів пластичної течії

### **Теми самостійних робіт**

1. Етапи проектування .
2. Сучасні розрахункові схеми та методи розрахунку споруд.
3. Варіанти подання НДС в точці середовища. Сучасні уявлення
4. Варіаційне числення як основа сучасних програмних комплексів
5. Основи сучасного числового методу скінчених елементів
6. Компонування матриці умов рівноваги МСЕ
7. Пошук екстремуму виразу потенційної енергії системи
8. Основи теорії методу граничних елементів, ітераційний підхід
9. Компоновка матриці піддатливості МГЕ.

10. Особливості дискретизації розрахункової схеми при залученні МГЕ
11. Використання законів термодинаміки в теорії пружності, механіці ґрунтів
12. Визначальні закони механіки ґрунтів
13. Теорія пластичної течії
14. Математичні моделі ґрунтів

### Форми контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичного заняття, тестування, колоквіум, 2 контрольні роботи, іспит.

### Оцінювання результатів навчання:

Модуль	Колоквіум	Практичне заняття	Бали
I	25	25	50
II	25	25	50
Семестр	50	50	100

### Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів на екзамені

Рівень компетентності	За нац. шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	<b>23-25 б.:</b> Здобувач має глибокі і системні знання з усього теоретичного курсу, може чітко сформулювати поняття, використовуючи наукову термінологію з дисципліни, вільно володіє понятійним апаратом сучасних теоретичних засад предмета, об'єкта, методичних прийомів та процедур. Вміє застосовувати здобуті теоретичні знання у процесі розв'язання практичних задач. Володіє умінням проводити елементарну науково-дослідну роботу по вивченню та узагальненню актуальних проблем.
III Достатній (конструктивний) «4»	добре «4+»	B	<b>21-22 б.:</b> Здобувач має ґрунтовні знання, виконує практичні завдання без помилок, але може допустити неточності в формулюванні, незначні понятійні неточності у формулюваннях та класифікації. Знає про понятійний апарат сучасних теоретичних засад предмета, об'єкта, методичних прийомів та процедур які використовуються на підприємствах. Вміє застосовувати здобуті

			теоретичні знання у процесі розв'язання практичних задач. Володіє умінням проводити елементарну науково-дослідну роботу по вивченню та узагальненню актуальних проблем.
	добре «4»	C	<b>19-20 б.:</b> Здобувач має ґрунтовні знання, виконує практичні завдання без помилок, але може допустити неточності в формулюванні, незначні понятійні неточності у формулюваннях та класифікації. Частково знає понятійний апарат сучасних теоретичних засад предмета, об'єкта, методичних прийомів та процедур які використовуються на підприємствах. Не повністю вміє застосовувати здобуті теоретичні знання у процесі розв'язання практичних задач. Володіє умінням проводити елементарну науково-дослідну роботу по вивченню та узагальненню актуальних проблем.
II Середній (репродуктивний) «3»	задовільно «3+»	D	<b>17-18 б.:</b> Здобувач знає основні теми курсу, виконує практичні завдання без помилок, але допускає неточності в формулюванні, понятійні неточності у формулюваннях та класифікації. Частково знає понятійний апарат сучасних теоретичних засад предмета, об'єкта, методичних прийомів та процедур які використовуються на підприємствах. Не повністю вміє застосовувати здобуті теоретичні знання у процесі аналізу та моделювання ситуацій.
	задовільно «3»	E	<b>15-16 б.:</b> Здобувач знає основні теми курсу, але його знання мають загальний характер, іноді не підкріплені прикладами. Замість чіткого термінологічного визначення пояснює теоретичний матеріал на побутовому рівні. Має прогалини в теоретичному курсі та практичних вміннях. Не здатен самостійно розв'язувати практичні задачі.
I Низький «2»	«незадовільно з можливістю повторного складання «2»	FX	<b>9-14 б.:</b> Здобувач має фрагментарні знання з усього курсу. Не володіє термінологією, оскільки понятійний апарат не сформований. Не вміє викласти програмний матеріал. Мова невиразна, обмежена, розкриття змісту основних процесів та понять відбувається на побутовому рівні. Практичні навички на рівні розпізнавання.
	«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни «2»	F	<b>0-8 б.:</b> здобувач повністю не знає програмного матеріалу, не працював в аудиторії з викладачем або самостійно.

### Політика курсу:

Викладач та всі здобувачі, які вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень Кодексу етики ВНТУ, Положення про академічну доброчесність студентів та науково-педагогічних працівників ВНТУ. Положення про рейтингову систему оцінювання досягнень студентів у ВНТУ, та розуміти, що за їх порушення несуть особисту відповідальність.

### Базові інформаційні ресурси

1. Моргун А.С. Теорія споруд, ч.Ш. Вінниця ВНТУ 1997 р
2. Моргун А. С. Практикум з будівельної механіки Вінниця. ВДТУ 2000,120 с.
3. Моргун А.С. Будівельна механіка .Вінниця, Вінниця, ВНТУ, 2008
4. Моргун А.С. , Сорока М.М. Будівельна механіка та будівельні конструкції , Вінниця, ВНТУ, 2010, Навчальний посібник МОН, 230 с.
5. Моргун А. С. Дистанційний курс “Будівельна механіка в прикладах та задачах”, <http://elearn.vstu.edu.ua> 2010
6. Моргун А. С. Дистанційний контроль знань з дисципліни Будівельна механіка Навчальний посібник дистанційної форми, 2011
7. Моргун А.С., Меть І.М. Динаміка та стійкість споруд. Вінниця, ВНТУ, 2021, 78 с.
8. Дарков А.В. Строительная механика. М. : Вища школа. 1976, 1986.
9. Бутенко Ю.Н. Строительная механика. К.: Вища школа. 1989, 480с.
10. Моргун А. С., Андрухов В.М., Сорока М.М., Меть І. М. Системи автоматизованого проектування в будівництві. 2015.
11. Ржаницын А.Р. Строительная механика – М.: Высшая школа, 1991.-440с.
12. Клейн Г.К. Руководство к практическим занятиям по курсу С.М. М. ВШ. 1998
13. Моргун А.С. Теорія споруд, ч.Ш. Вінниця ВНТУ 1997 р
14. Моргун А. С. Практикум з будівельної механіки Вінниця. ВДТУ 2000,120 с.
15. Моргун А.С. Будівельна механіка .Вінниця, Вінниця, ВНТУ, 2008
16. Баженов В.А. , Іванченко, М.Г., Шишов О.В. Будівельна механіка К.: Каравела, 2006
17. Моргун А.С. Нелінійні проблеми механіки ґрунтів. Вінниця, 2016. 137с. Монографія.
18. Моргун А.С. Деформативність ґрунту при пластичній формозміні та дилатансії. 2017. Монографія
19. Моргун А.С. Нелінійні проблеми механіки ґрунтів Вінниця, ВНТУ, 2016, 177 с. Монографія.

### Додаткова література

1. Клейн Г.К. Руководство и практические занятия по курсу СМ. М.: ВШ.-1980-1986.
2. Киселев В.А. Строительная механика – общий курс. – М.: Стройиздат, 1986, 520с.
3. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости (регулирование, синтез, оптимизация) под общей ред. проф. Н.П.Абоковського. - М.: Стройиздат, 1978. – 190с.
4. Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності, Ч.1, 3 книга “Опір дво- і три вимірних тіл” за ред. проф. В.Г. Піскунова. – К.: Вища школа, 1955.-272с.
5. Ісаханов Г.В., Чорний С.М. Чисельні методи розв’язування задач будівництва. К.: Вища школа, 1995.-374с. (Розділ 7 “Метод скінчених елементів” і розділ 8 “Чисельні методи оптимізації”).
6. М.М. Шкодін, А.І. Моргун, А.С. Моргун. Програмування задач з будівництва для ЕОМ Н.-М.К. К.: 1990.

### Інформаційні ресурси

1. Моргун А.С., Сорока М.М. Будівельна механіка та будівельні конструкції: електронний навчальний посібник (Електронний ресурс). Режим доступу: <http://posibnyky.vntu.edu.ua/>. Назва з екрана. 2010.
2. Моргун А.С. Будівельна механіка в прикладах та задачах. Дистанційний курс. Режим доступу: <http://elearn.vntu.edu.ua/>. 2010.
3. Моргун А.С. Дистанційний контроль знань з дисципліни Будівельна механіка. Режим доступу: <http://elearn.vntu.edu.ua/>. 2011.
4. Моргун А.С. МВ до виконання РГР з будівельної механіки. Режим доступу: <http://elearn.vntu.edu.ua/>. 2011.
5. Бреббія К, Теллес Ж, Вроубел Л. Методы граничных элементов. <http://www.mymanual.ru/ebooks/technicheskaia-literatura/mexanika/7388>.