

## ВАРІАЦІЙНІ МЕТОДИ В МЕХАНІЦІ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА

**Викладач:** к. ф.-м.н., доц. Світлана Петрівна Швидка

**Кафедра:** прикладної математики і механіки, 1й корп. ЗНУ, ауд. 21-в (1<sup>й</sup> поверх)

**Email:** [svetlana.shvydka@gmail.com](mailto:svetlana.shvydka@gmail.com)

**Телефон:** (061) 289-12-52 (кафедра), 289-41-11 (деканат)

**Facebook Messenger:**

Освітня програма, рівень вищої освіти		Прикладна математика; Магістр				
Статус дисципліни		Вибіркова				
Кредити ECTS	5	Навч. рік	2020-2021 1 семестр	Рік навчання - 2	Тижні	14
Кількість годин	150	Кількість змістових модулів <sup>1</sup>		6	Лекційні заняття – 22 год Практичні заняття – 22 год Самостійна робота – 106 год.	
Вид контролю	Залік					
Посилання на курс в Moodle			<a href="https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=1767">https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=1767</a>			
Консультації:			щочетверга, 12.55-14.15 або за домовленістю чи ел. поштою			

### ОПИС КУРСУ

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Варіаційні методи в механіці деформівного твердого тіла» є отримання нових знань з варіаційних принципів і методів та алгоритмів їх застосування для розв'язання задач статичної і динамічної механіки деформівних твердих тіл; удосконалення навичок використання варіаційних методів для дослідження практичних задач та набуття вміння проведення дослідження і розробки методів розв'язання задач механіки деформівного твердого тіла з використанням сучасних персональних комп'ютерів

### ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У разі успішного завершення курсу студент **зможеться**:

1. формулювати математичну постановку задач механіки деформівного твердого тіла як варіаційних,
2. застосовувати основні варіаційні принципи та методи до пошуку розв'язків типових задач;
3. проводити аналіз отриманих аналітичних розв'язків та робити відповідні висновки.

### ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ

- Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности. Москва : Мир, 1987. 542 с.

<sup>1</sup> 1 змістовий модуль = 15 годин (0,5 кредита ECTS). Детальна формула розрахунку – в рекомендаціях.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

### Поточні контрольні заходи (max 60 балів):

Поточний контроль передбачає такі *теоретичні* завдання:

- Усне опитування.
- Колоквіум з питань, що виносяться на самостійне опрацювання.

Поточний контроль передбачає такі *практичні* завдання:

- Лабораторні роботи за пройденим матеріалом.
- Короткі тести за пройденим матеріалом.
- Колоквіум з питань, що виносяться на самостійне опрацювання.

### Підсумкові контрольні заходи (max 40 балів):

*Індивідуальне завдання* – 20 балів.

*Іспит* – 20 балів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)		

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Силабус навчальної дисципліни**



Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
<b>Поточний контроль (max 60%)</b>			
Змістовий модуль 1	Вид теоретичного завдання: опитування	тиждень 1	5%
	Вид практичного завдання: лабораторна робота	тиждень 1,2	10%
Змістовий модуль 2	Вид теоретичного завдання: опитування	тиждень 3	5%
	Вид практичного завдання: лабораторна робота	тиждень 3,4	10%
Змістовий модуль 3	Вид теоретичного завдання: опитування	тиждень 5	5%
	Вид практичного завдання: лабораторна робота	тиждень 5,6	10%
Змістовий модуль 4	Вид теоретичного завдання: опитування	тиждень 7	5%
	Вид практичного завдання: лабораторна робота	тиждень 7,8	10%
Змістовий модуль 5	Вид теоретичного завдання: опитування	тиждень 9	5%
	Вид практичного завдання: лабораторна робота	тиждень 9,10	10%
Змістовий модуль 6	Вид теоретичного завдання: опитування	тиждень 9	5%
	Вид практичного завдання: лабораторна робота	тиждень 11	10%
<b>Підсумковий контроль (max 40%)</b>			
Індивідуальне завдання		тиждень 11	20%
Залік		тиждень 13	20%
<b>Разом</b>			<b>100%</b>



## РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Тиждень і вид заняття	Тема змістового модулю	Контрольний захід	Кількість балів
Змістовий модуль 1			
Тиждень 1 Семінар 1	Історія розвитку, роль і місце варіаційних принципів та методів в механіці деформівного твердого тіла. Загальна характеристика варіаційних методів. Напруження у точці твердого тіла. Напруження на похилій площинці. Умови на поверхні. Напруження у зразку, що деформується. Тензор напружень. Розрахунок напружень. Складові переміщення і деформації та залежність між ними. Об'ємна деформація. Тензор деформації Розрахунок деформацій	Опитування на парі. Лабораторна робота.	10
Тиждень 2 Семінар 2			
Тиждень 3 Семінар 3		Лабораторна робота.	5
Змістовий модуль 2			
Тиждень 4 Семінар 4	Основні варіаційні принципи механіки пружного тіла в прямолінійній системі координат: принцип можливих	Лабораторна робота.	5
Тиждень 5 Семінар 5		Лабораторна робота.	10



	переміщень Лагранжа, принцип можливих сил Кастіл'яно. Теорема Кастіл'яно. Принцип Гамільтона- Остроградського. Застосування варіаційних принципів до задач механіки деформівного твердого тіла.		
Змістовий модуль 3			
Тиждень 6 Семінар 6	Основні означення та гіпотези теорії тонких пластин. Переміщення та деформації. Напруження та зусилля. Диференціальне рівняння зігнутої серединної поверхні. Умови на контурі. Прогин тонких пластин.	Лабораторна робота.	5
Тиждень 7 Семінар 7			
Тиждень 8 Семінар 8		Лабораторна робота.	10
Змістовий модуль 4			
Тиждень 9 Семінар 9	Загальна характеристика варіаційних методів. Методи Рітца-Тимошенко. Розрахунок пластин на прогин методом Рітца- Тимошенко.	Лабораторна робота.	14
Тиждень 10 Семінар 10		Лабораторна робота.	10
Тиждень 11 Семінар 11	Метод Бубнова- Гальоркіна. Метод	Лабораторна робота.	6
Тиждень 12 Семінар 12	Власова- Канторовича. Розрахунок пластин на прогин методами Бубнова- Гальоркіна та	Індивідуальне завдання	20



	Власова-Канторовича. Варіаційні методи у динамічних задачах теорії пружності. Коливання пластини з включеннями. Дослідження вільних поперечних коливань прямокутної пластини. Визначення власних частот.		
		Іспит	20
			100

## ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

### Книги:

1. Безухов Н.И., Лузин О.В. Приложение методов теории упругости и пластичности к решению инженерных задач: учеб. пособие. Москва : Высш. шк., 1974. 200с.
2. Бердичевский В.Л. Вариационные принципы механики сплошной среды. Москва : Наука, 1983. 448 с.
3. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности. Москва : Мир, 1987. 542 с.
4. Ланцош К. Вариационные принципы механики. Москва : Мир, 1965. 408 с.
5. Рекач В.Г. Руководство к решению задач прикладной теории упругости: учеб. пособие. Москва : Высшая школа, 1984. 384 с.
6. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности: учеб. пособие. Москва : Наука, 1982. 264 с.

### Інформаційні ресурси:

1. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности. Москва: Мир, 1987. URL:  
[http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/fizika\\_uprugost/BOOKS/uprugost/20051023\\_BB3A5B35.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/fizika_uprugost/BOOKS/uprugost/20051023_BB3A5B35.djvu)
2. Ланцош К. Вариационные принципы механики. Москва: Мир, 1965. 408 с.  
URL: [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/2008-5/matemat\\_modelir/mat\\_meh/lancosh.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/2008-5/matemat_modelir/mat_meh/lancosh.djvu)
3. Филоненко-Бородич М.М. Теория упругости: учеб. пособие. Москва :



---

Физматлит, 1959. 364 с. URL:

[http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/fizika\\_uprugost/BOOKS/uprugost/filonenko.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/fizika_uprugost/BOOKS/uprugost/filonenko.djvu).

## РЕГУЛЯЦІЇ І ПОЛІТИКИ КУРСУ<sup>2</sup>

### **Відвідування занять. Регуляція пропусків.**

Відвідування занять обов'язкове.

Завдання мають бути виконанні перед заняттями. Пропуски можливі лише з поважної причини. Відпрацювання пропущених занять має бути регулярним за домовленістю з викладачем у години консультацій. Накопичення відпрацювань неприпустиме! За умови систематичних пропусків може бути застосована процедура повторного вивчення дисципліни (див. посилання на Положення у додатку до силабусу).

### **Політика академічної доброчесності**

Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності.

### **Використання комп'ютерів/телефонів на занятті**

Будь ласка, вимкніть на беззвучний режим свої мобільні телефони та не користуйтеся ними під час занять. Мобільні телефони відволікають викладача та ваших колег. Під час занять заборонено надсилання текстових повідомлень, прослуховування музики, перевірка електронної пошти, соціальних мереж тощо. Електронні пристрої можна використовувати лише за умови виробничої необхідності в них (за погодженням з викладачем).

### **Комунікація**

Очікується, що студенти перевірятимуть свою електронну пошту і сторінку дисципліни в Moodle та реагуватимуть своєчасно. Всі робочі оголошення можуть надсилатися через старосту, на електронну пошту та розміщуватимуться в Moodle. Будь ласка, перевіряйте повідомлення вчасно. Ел. пошта має бути підписана справжнім ім'ям і прізвищем. Адреси типу user123@gmail.com не приймаються!

---

<sup>2</sup> Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів тощо. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!



## ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2020-2021 рр.

**ГРАФІК НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ 2020-2021 н. р.** (посилання на сторінку сайту ЗНУ)

**АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ.** Студенти і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених **Кодексом академічної доброчесності ЗНУ**: <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>. Декларація академічної доброчесності здобувача вищої освіти (додається в обов'язковому порядку до письмових кваліфікаційних робіт, виконаних здобувачем, та засвідчується особистим підписом): <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>.

**НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ.** Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до *Положення про організацію та методiku проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

**ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ.** Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається *Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються *Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

**НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА.** Порядок зарахування результатів навчання, підтверджених сертифікатами, свідоцтвами, іншими документами, здобутими поза основним місцем навчання, регулюється *Положенням про порядок визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті*: <https://tinyurl.com/y8gbt4xs>.

**ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються *Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/ycyfws9v>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: *Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; *Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

**ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА.** Телефон довіри практичного психолога (061)228-15-84 (щоденно з 9 до 21).

**ЗАПОБІГАННЯ КОРУПЦІЇ.** Уповноважена особа з питань запобігання та виявлення корупції (Воронков В. В., 1 корп., 29 каб., тел. +38 (061) 289-14-18).

**РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.** Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь-ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

**РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ.** Наукова бібліотека: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок – п'ятниця з 08.00 до 17.00; субота з 09.00 до 15.00.

**ЕЛЕКТРОННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE):** <https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресами:

- для студентів ЗНУ - [moodle.znu@gmail.com](mailto:moodle.znu@gmail.com), Савченко Тетяна Володимирівна
- для студентів Інженерного інституту ЗНУ - [alexvasik54@gmail.com](mailto:alexvasik54@gmail.com), Василенко Олексій Володимирович

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

**Центр інтенсивного вивчення іноземних мов:** <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

**Центр німецької мови, партнер Гете-інституту:** <https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocnu/nim>

**Школа Конфуція (вивчення китайської мови):** <http://sites.znu.edu.ua/confucius>