

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра деталей машин та прикладної механіки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ОПІР МАТЕРІАЛІВ ТА ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ ТА ПЛАСТИЧНОСТІ

для підготовки здобувачів  
першого бакалаврського рівня вищої освіти

м. Кропивницький – 2022

## ЗМІСТ

### ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Ознаки дисципліни
8. Пререквізити
9. Технічне й програмне забезпечення/ обладнання
10. Політика дисципліни
11. Навчально-методична карта дисципліни
12. Підготовка до іспиту
12. Система оцінювання та вимоги
13. Рекомендовані джерела інформації

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	ОПІР МАТЕРІАЛІВ ТА ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ ТА ПЛАСТИЧНОСТІ resistance of materials and fundamentals of the theory of elasticity and plasticity
Викладач	Пукалов Віктор Вікторович, кандидат технічних наук, доцент <a href="http://dmpm.kntu.kr.ua/sklad_kafedru/PukalovVV.html">http://dmpm.kntu.kr.ua/sklad_kafedru/PukalovVV.html</a>
Контактний телефон	+38 095 880 86 86
E-mail	pukalovvictor@gmail.com
Консультації	Очні консультації: згідно розкладу Онлайн консультації: консультації за попередньою домовленістю в робочі дні з 9.00 до 15.30

## 2. Анотація до дисципліни

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо вас цікавлять питання поглибленого вивчення сучасних методик розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість, з врахуванням основ теорії пружності та пластичності, що дозволяє отримувати більш точні результати розрахунків по зрівнянню з класичними методами опору матеріалів – вам потрібно саме це!

Дисципліна «Опір матеріалів та основи теорії пружності та пластичності» є вибірковою компонентом освітньої програми та відноситься до вибіркового навчальних дисциплін освітньої програми "Будівництво та цивільна інженерія".

Знання здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни використовуються в подальшому при вивченні такого курсу «Будівельна механіка».

### 3. Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни є ознайомлення майбутніх спеціалістів з теоретичними основами сучасних методик розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість, з врахуванням основ теорії пружності та пластичності. Це дозволяє отримувати більш точні результати розрахунків по зрівнянню з класичними методами опору матеріалів та розглядати задачі, які не можна розв'язати методами опору матеріалів, а також урізноманітнити методи розрахунків для класичних задач, за новітніми експериментальними даними про фізико-механічні властивості сучасних конструкційних матеріалів.

### 4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, поєднуючи із практичними роботами.

Формат очний (offline / Face to face)

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (offline / Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

### 5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освітнього ступеню бакалавр повинен

**знати:**

основні теоретичні розділи науки про міцність з основами теорії пружності та пластичності;  
володіти методами оптимальних практичних розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість, стійкість з врахуванням методик теорії пружності та пластичності.

**вміти:**

- проектувати конструкції у відповідності з умовами їх експлуатації
- вибирати розрахункову схему та математичну модель реального об'єкта;
- вибирати раціональні форми елементів конструкцій та необхідні матеріали;
- вибирати та застосовувати найбільш оптимальні методи розрахунку;
- проводити аналітичний розрахунок на міцність та жорсткість стрижневих елементів конструкцій при простих та складних видах деформацій;
- проводити розрахунок на стійкість та визначати критичні параметри стрижневих систем.

## 6. Обсяг дисципліни

Вид заняття	Кількість годин
лекції	14
практичні заняття	14
самостійна робота	62

## 7. Ознаки дисципліни

Рік викладання	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність	Кількість кред./год.	Кількість змістовних модулів	Вид підсумкового контролю	Нормативна/вибіркова
2023	2	4	192 Будівництво та цивільна інженерія	3/90	2	екзамен	вибіркова

## 8. Пререквізити

Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: «Комп'ютерна техніка та програмування» та «Теоретична механіка».

## 9. Технічне й програмне забезпечення /обладнання

Оскільки при вивченні дисципліни використовуються інформаційні технології навчання, система дистанційної освіти Moodle, бажано мати комп'ютерну техніку (з виходом у глобальну мережу) та оргтехніку для комунікації з адміністрацією, викладачами, виконання тестових завдань в системі дистанційної освіти та підготовки (друку) рефератів і самостійних робіт.

У період сесії бажано мати мобільний пристрій (телефон) для оперативної комунікації з адміністрацією, методистом та викладачами з приводу проведення занять та консультацій.

## 10. Політика дисципліни

При організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті студенти, викладачі, методисти та адміністрація діють відповідно до: “Положення про самостійну роботу студентів“; “Положення про

організацію освітнього процесу“; “Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів“; “Положення про практику студентів“; “Положення про рейтингову систему оцінювання знань“; “Положення про академічну добросовісність“; “Положення про екзамени та заліки“; “Положення про підготовку і захист випускної кваліфікаційної роботи“; “Положення про укладання та контроль за виконанням договору про надання освітніх послуг“; “Положення про внутрішнє забезпечення якості освіти“.

### 11. Навчально-методична карта дисципліни

Тиждень, дата, години	Тема, основні питання (розкривають зміст і є орієнтирами для підготовки до модульного і підсумкового контролю)	Форма діяльності (заняття)/ формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки, балл	Термін виконання
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовний модуль 1. Перша частина курсу							
Тиж. 1 (за розкладом 2год.)	Заклепочні з'єднання. Основні означення. Перевірка міцності і визначення допустимих напружень на зріз (зсув) та зминання. Практичний розрахунок та приклади. Заклепочні з'єднання. Види заклепок і матеріали. Основні характеристики заклепочних з'єднань. Розрахунок заклепочних з'єднань при статичному навантаженні. Перевірка міцності. Проектний розрахунок. Допустиме зусилля для з'єднання.	Лекція/ Face to face	конспект лекцій	стор. 193 – 201 [1], стор. 124 – 127 [2], стор. 147 – 153 [3], стор. 68 – 72 [4], стор. 8 – 23 [5], стор. 7 – 15 [6]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, 2 год.	5	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж. 2 (за розкладом 2год.)	Заклепочні з'єднання	Практичне заняття/ Face to face	методичні рекомендації	стор. 7 – 15 [6]	Самостійно виконати та захистити практичне завдання, 2 год.	5	Самостійна робота до 3 тижня
Тиж. 3 (за розкладом 2год.)	Розрахунок складених балок. Розрахунок складених балок. Особливості розрахунку на міцність. Практичний розрахунок та приклади застосування	Лекція/ Face to face	конспект лекцій	стор. 284 – 286 [2], стор. 273 – 275 [3], стор. 31 – 41 [5] стор. 7 – 12 [9]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, 6 год.	5	Самостійна робота до 4 тижня
Тиж.4 (за розкладом 2год.)	Розрахунок складених балок	Практичне заняття/ Face to face	методичні рекомендації	стор. 16 – 22 [6] стор. 5 – 33 [13] стор. 5 – 32 [15]	Самостійно виконати та захистити практичне завдання, 2 год.	5	Самостійна робота до 5 тижня

1	2	3	4	5	6	7	8
Тиж. 5 (за розкладом 2год.)	Розрахунок статично визначуваних просторових рамних систем. Основні критерії вибору раціональної форми поперечних перерізів стрижнів. Практичний розрахунок та приклади застосування. Особливості розрахунків на міцність стрижнів круглого та кільцевого перерізів. Особливості розрахунків на міцність тонкостінних стрижнів зі замкненим профілем поперечного перерізу. Особливості розрахунків на міцність тонкостінних стрижнів з відкритим профілем поперечного перерізу. Особливості розрахунків на міцність тонкостінних стрижнів зі замкненим та відкритими профілями поперечного перерізу.	Лекція/ Face to face	конспект лекцій	стор. 236 – 258, 420 – 423 [1], стор. 461 – 462 [2], стор. 44 – 56 [5], стор. 219 – 225, 271 – 273 [8],	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, 2 год.	5	Самостійна робота до 6 тижня
Тиж.6 (за розкладом 2год.)	Розрахунок статично визначуваних просторових рамних систем	Практичне заняття/ Face to face	методичні рекомендації	стор. 23 – 33 [6] стор. 9 – 30 [10] стор. 5 – 33 [13] стор. 5 – 32 [15]	Самостійно виконати та захисти практичне завдання, 2 год.	5	Самостійна робота до 7 тижня
Максимальна кількість балів за змістовим модулем 1						30	
Змістовний модуль 2. Друга частина курсу							
Тиж.7 (за розкладом 2год.)	Розрахунок плоских кривих стрижнів (арок). Розрахунок плоских кривих стрижнів (арок). Рівняння внутрішніх силових факторів. Практичний розрахунок та приклади застосування. Диференційні залежності між внутрішніми силовими факторами для арок. Розрахунок та приклади застосування. Напруження в поперечному перерізі. Ексцентриситет нейтрального шару. Остаточне розташування нейтрального шару.	Лекція/ Face to face	конспект лекцій	стор. 423 – 436 [1], стор. 416 – 433 [2], стор. 396 – 418 [3], стор. 66 – 91 [5]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, 2 год.	4	Самостійна робота до 8 тижня
Тиж.8 (за розкладом 2год.)	Розрахунок плоских кривих стрижнів (арок).	Практичне заняття/ Face to face	методичні рекомендації	стор. 34 – 46 [6] стор. 5 – 33 [13] стор. 5 – 32 [15]	Самостійно виконати та захисти практичне завдання, 2 год.	4	Самостійна робота до 9 тижня

1	2	3	4	5	6	7	8
Тиж.9 (за розкладом 2год.)	Розрахунок статично невизначуваних просторових рамних систем. Етапи розрахунку статично невизначуваних просторових рамних систем. Статична невизначуваність просторових рам. Канонічні рівняння. Метод сил. Особливості визначення переміщень в канонічних рівняннях при складному опорі. Особливості кручення некруглих поперечних перерізів.	Лекція/ Face to face	конспект лекцій	стор. 420 – 423 [1], стор. 465 – 487 [2], стор. 411 – 418 [3], стор. 66 – 80 [5]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, 4 год.	4	Самостійна робота до 10 тижня
Тиж.10 (за розкладом 2год.)	Розрахунок статично невизначуваних просторових рамних систем	Практичне заняття/ Face to face	методичні рекомендації	стор. 47 – 55 [6] стор. 5 – 32 [15]	Самостійно виконати та захисти практичне завдання, 2 год.	4	Самостійна робота до 11 тижня
Тиж.11 (за розкладом 2год.)	Кручення тонкостінних стержнів. Кручення тонкостінних стержнів замкнутого профілю. Формула Бредта. Практичний розрахунок та приклади застосування. Кручення тонкостінних стержнів відкритого профілю. Визначення основних характеристик даного типу розрахунків. Практичний розрахунок та приклади застосування	Лекція/ Face to face	конспект лекцій	стор. 222 – 226 [1], стор. 186 – 187[2], стор. 99 – 107 [8]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, 4 год.	3	Самостійна робота до 12 тижня
Тиж. 12	Кручення тонкостінних стержнів.	Практичне заняття/ Face to face	методичні рекомендації	стор. 41 – 46 [6] стор. 5 – 33 [13] стор. 5 – 32 [15]	Самостійно виконати та захисти практичне завдання, 2 год.	3	Самостійна робота до 13 тижня
Тиж.13 (за розкладом 2год.)	Розрахунок багатопрогонових нерозрізних балок. Розрахунок багатопрогонових нерозрізних балок. Поняття про нерозрізні балки. Практичний розрахунок та приклади застосування. Рівняння трьох моментів та його застосування для розрахунку багатопрогонових нерозрізних балок та приклади застосування. Особливості застосування рівняння трьох моментів. Вплив неточного розміщення опор по висоті.	Лекція/ Face to face	конспект лекцій	стор. 405 – 410 [1], стор. 342 – 348 [3], стор. 109 – 118 [5]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, 2 год.	4	Самостійна робота до 14 тижня



1	2	3	4	5	6	7	8
Тиж. 14 (за розкладом 2 год.)	Розрахунок багатопрогонових нерозрізних балок	Практичне заняття/ Face to face	методичні рекомендації	стор. 56 – 65 [6] стор. 5 – 32 [15]	Самостійно виконати та захисти практичне завдання, 2 год.	4	Самостійна робота до 15 тижня
Максимальна кількість балів за змістовим модулем 2						30	

## 12. Підготовка до іспиту

Питання, яки виносяться на екзамен.

1. Рівняння трьох моментів. Визначення. Виведення. Застосування. Приклади.
2. Статично невизначні системи. Порядок розв'язання методом сил.
3. Розрахунок багатопрогонових нерозрізних балок. Застосування в практиці розрахунків.
4. Властивості жорстких вузлів. Статична, вузлова, деформаційна перевірки.
5. Розрахунок складених балок.
6. Види рівноваги стержня, стисненого осью силою. Поняття критичної сили. Коефіцієнт запасу стійкості.

Допустиме навантаження. Умови стійкості.

7. Розрахунок заклепочних з'єднань.
8. Лабораторні випробування на витривалість. Руйнування матеріалу від втомленості.
9. Розрахунок статично визначуваних просторових рамних систем.
10. Схематизація діаграм граничних амплітуд і граничних напружень.
11. Розрахунок плоских кривих стрижнів (арок).
12. Криві втомленості. Межа витривалості.
13. Формули роботи та потенціальної енергії через внутрішні силові фактори.
14. Метод Мора. Порядок застосування.
15. Теорема про взаємність робіт і переміщень.
16. Спосіб Верещагіна. Порядок застосування.
17. Порядок розрахунку статично визначених рам. Проектний розрахунок елементів рам.
18. Використання властивостей симетрії при розв'язку статично невизначених рам.
19. Сили інерції. Погонне інерційне навантаження. Зусилля та напруження у тросі вантажно-підйомного механізму.

Коефіцієнт динамічності.

20. Розрахунок на міцність тонкостінного кільця, яке обертається.
21. Розрахунки на міцність при ударному гальмуванні вала з маховиком.

22. Розрахунки на міцність ломаного стержня, який обертається.
23. Удар. Гіпотези, прийняті для розгляду процесу. Коефіцієнт динамічності.
24. Розрахунки на міцність і жорсткість при поперечному ударі. Вплив пружних елементів, встановлених у системі.
25. Розрахунки на міцність і жорсткість при поздовжньому ударі. Вплив пружних елементів, встановлених у системі.
26. Формула Ейлера для критичного навантаження. Вплив способів закріплення стержня.
27. Пружність. Гранична пружність.
28. Класифікація стиснених стержнів по Ясинському. Визначення критичного навантаження.
29. Коефіцієнт поздовжнього згину, та його значення.
30. Три типи задач в розрахунках на стійкість.
31. Практичні розрахунки на стійкість.
32. Раціональне проектування стержнів на стійкість.
33. Види циклів, їх характеристики та зв'язок між ними.
34. Діаграма граничних амплітуд і граничних напружень.
35. Ступінь небезпечності різних циклів.
36. Вплив концентраторів.
37. Вплив масштабного фактору.
38. Вплив стану поверхні деталей.
39. Коефіцієнти запасу при різних циклах та в загальному випадку складного опору.
40. Особливості розрахунків конструкцій за граничним станом.

## **11. Система оцінювання та вимоги**

**Види контролю:** поточний, підсумковий.

**Методи контролю:** спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

**Форма підсумкового контролю:** екзамен.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни «Опір матеріалів та основи теорії пружності та пластичності» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 60 балів, і рейтингу з атестації (екзамен) – 40 балів.

**Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни  
"Опір матеріалів та основи теорії пружності та пластичності"**

Поточне тестування та самостійна робота														екзамен	сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	40	100
Л	п	Л	п	Л	п	Л	п	Л	п	Л	п	Л	п		
5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	4	4		

Примітка: T1, T2,...,T14 – теми програми, Л – теоретичні (лекційні) заняття, п – практичні заняття

**Оцінювання студента відбувається згідно положення  
«Про екзамени та заліки у ІСТО НАПН України»**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 13. Рекомендовані джерела інформації

#### Базові

1. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів :Підручник /Г.С. Писаренко, О.Л.Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С.Писаренко. – К.: Вища шк., 1993. – 655 с.
2. Конспект лекцій з опору матеріалів (спецкурс)/ Укл.: О.Б. Чайковський, В.В. Пукалов. Кіровоград: КНТУ, 2014 – 87 с.
3. Опір матеріалів (спецкурс). Методичні вказівки та завдання для студентів напрямку підготовки 6.060101 – «Будівництво», денної та заочної форм навчання/ Укл.: О.Б. Чайковський, В.В. Пукалов. Кіровоград: КНТУ, 2013 – 152 с.
4. Опір матеріалів та основи теорії пружності та пластичності. Методичні вказівки та завдання для самостійної роботи студентів денної та заочної форм навчання/ Укл.: В.В. Пукалов. Кропивницький: ЦНТУ, 2020 – 85 с.
5. Дослідження косоного згину прямої консольної балки : метод. вказ. та звіт до лаб. роб. № 11 для студ. техн.та буд. спец./ [уклад. В. В. Пукалов] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 23 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8951>
6. Визначення механічних характеристик анізотропних матеріалів при стиску. Визначення геометричних характеристик перерізів : метод. вказ. і журнали до лаб. роб. № 3 та № 4 з опору матеріалів/ [уклад. В. В. Пукалов] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 45 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8950>
7. Будівельна механіка: метод.і вказ. до виконання розрахунково-проектувального завд. РПЗ №4 "Визначення переміщень в статично визначених рамах" для бакалаврів спец. 8.06010101 – “Промислове і цивільне будівництво” / [уклад. Г. Д. Портнов, В. В. Пукалов]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2017. – 45 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/7758>
8. Філімоніхін Г.Б., Чайковський О.Б., Пукалов В.В. Проектні розрахунки на ПЕОМ в опорі матеріалів: Навч. посібн. – Кіровоград: ПП "Код", 2002. –55 с.: 14 іл.
9. Будівельна механіка: метод. вказ. до вивч. теми "Визначення переміщень в статично визначених рамах в LIRA SC" для бакалаврів спец. 8.06010101 – “Промислове і цивільне будівництво” / [уклад. : Г. Д. Портнов, В. В. Пукалов]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2017. 34 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/7762>
10. Філімоніхін Г.Б., Чайковський О.Б., Пукалов В.В. Використання ПЕОМ в курсі опору матеріалів. Навч. посібн. – Кіровоград: ПП “Код”, 2002. – 83 с.: 24 іл.
11. Будівельна механіка: метод. вказ. до вивч. теми "Визначення переміщень в статично визначених рамах в ПК SCAD" для бакалаврів спец. 8.06010101 – “Промислове і цивільне будівництво” / [уклад. Г. Д. Портнов, В. В. Пукалов]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2017. – 33 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/7760>
12. Філімоніхін Г.Б., Чайковський О.Б. Розрахунок стержнів на міцність, жорсткість і стійкість при статичному навантаженні: Навч. посібник. – К.: ІСІДО, 1993. – 211 с.

### Допоміжні

13. Визначення механічних характеристик сталі при розтягу. Визначення механічних характеристик ізотропних матеріалів при стиску : метод. вказ. та звіти до лаб. робіт №1 та №2 з опору матеріалів/ [уклад. В. В. Пукалов] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 31 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8949>
14. Деталі машин. Курсове проектування. Частина 1 : навч. посіб. / Ю. А. Невдаха, В. В. Пирогов, А. Ю. Невдаха, В. В. Пукалов. – Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2018. - 252 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8371>
15. Вплив форми кованого однорогого гака на його ефективність/ Г. Д. Портнов, А.А. Тихий, В.В. Дарієнко, В.В. Пукалов// Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Вип. 4(35): 3б. наук. праць за загальною редакцією М.І. Черновола. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. С. 127 – 133. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).127-133](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).127-133)
16. Підвищення ефективності конструкції кованого дворогого гака/ Г.Д. Портнов, А.А. Тихий, В.В. Дарієнко, В.В. Пукалов// Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2022. . Вип. 5(36)\_І. с.86-97. Категорія Б. [http://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/5\(36\)\\_I/5\(36\)\\_I\\_2022.pdf](http://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/5(36)_I/5(36)_I_2022.pdf)

### Інформаційні ресурси

30. <http://nbuv.gov.ua>  
31. <http://moodle.kntu.kr.ua/my/>  
32. <http://dspace.kntu.kr.ua/>  
33. <https://www.mathcad.com/>  
34. <https://excel-load.com/>