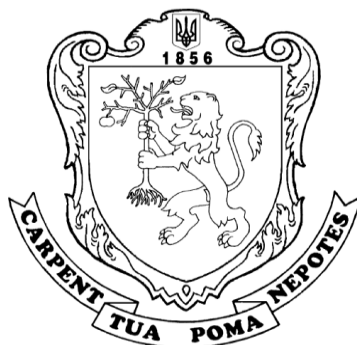


Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет природокористування  
Факультет будівництва та архітектури



## СИЛАБУС

### НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ СПОРУД»

для студентів спеціальності

ОС «бакалавр»

ОП «Архітектура та містобудування»

**Викладач**

Бурнаєв Олексій Михайлович  
канд. фіз.-мат. наук, доцент



**Профіль у Google Scholar**

[https://scholar.google.com.ua/citations?user=W5TMs4cAAAAJ&hl=uk&fbclid=IwAR1jyrxKztCI1A4GjNjtSPOxg3\\_5BqPMSOqCa3loBjrLwMuXc\\_jNmf-ldsU](https://scholar.google.com.ua/citations?user=W5TMs4cAAAAJ&hl=uk&fbclid=IwAR1jyrxKztCI1A4GjNjtSPOxg3_5BqPMSOqCa3loBjrLwMuXc_jNmf-ldsU)

## АНОТАЦІЯ КУРСУ

Курс дисципліни передбачає вивчення таких тем:

- Елементи статички абсолютно твердого тіла
- Умови рівноваги АТТ, знаходження реакцій опор, перекидання твердих тіл, центр ваги
- Рівновагу тіл при наявності сил тертя
- Розрахунок ферм
- Основи кінематики твердих тіл та їх систем
- Метод перерізів. Поняття про напруження. Основні гіпотези опору матеріалів.
- Розтяг або стиск
- Аналіз напруженого і деформованого стану в точці тіла
- Теорії міцності
- Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів
- Зсув
- Кручення
- Прямий згин
- Загальний випадок дії сил на стержень
- Стійкість стиснутих стержнів
- Загальні методи визначення переміщень та розрахунку статично невизначених систем

## ТРИВАЛІСТЬ КУРСУ

4 кредитів (120 годин): 56 годин аудиторної роботи, 74 години самостійної роботи

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою курсу є навчання студентів розуміння основ розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість при різних типах навантажень та їх комбінацій, навчити архітекторів говорити спільною мовою з інженерами-будівельниками, оцінювати можливість практичного втілення архітектурних ідей в матеріалах і конструкціях.

Завданням вивчення дисципліни є набуття студентами навичок оцінки міцності, деформативності, надійності та довговічності споруд при одночасному покращенні їх показників. Даний курс є першою навчальною технічною дисципліною, яка покликана закласти і розвивати інженерний світогляд студента.

**Основним завданням вивчення дисципліни є набуття студентом наступних компетентностей:**

- здатність аналізувати міцність та жорсткість при статичних навантаженнях
- здатність проводити аналіз напружень при динамічних навантаженнях
- здатність аналізувати втрату стійкості конструкційними елементами
- здатність до застосування отриманих знань з предмету в інформаційних та комп'ютерних пакетах розрахунків, систем автоматизованого проектування для аналізу роботи конструкцій, що вивчаються в подальшому курсі
- вміння використовувати фундаментальні закони природи, закони природничо-наукових дисциплін, зокрема механіки, будівельної механіки та опору матеріалів, у процесі професійної діяльності.
- здатність до системного творчого мислення у професійній діяльності.
- володіння базовими знаннями з розрахунків в обсязі, необхідному для освоєння професійних дисциплін (проектування конструкцій з різних матеріалів).
- володіння поняттями, теоріями та методами, необхідними для розуміння принципів роботи та розрахунку на міцність, жорсткість та стійкість.

## Програмні результати навчання:

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- функціональний зв'язок між зовнішніми навантаженнями та зусиллями, що виникають у споруді,
- основні співвідношення при розрахунку на міцність та жорсткість при розтязі, стиску, зсуві, зрізі, крученні та згині елементів конструкцій.
- співвідношення при аналізі напруженого і деформованого стану в точці тіла.
- теорії міцності елементів конструкцій,
- методи розрахунку при повторно-змінних навантаженнях,
- методи розрахунку динамічних задач.
- основи розрахунку і властивості ферм та рам, фундаментів.

Повинен вміти:

- застосовувати теоретичні знання до вирішення практичних задач.
- вибирати раціональний метод вирішення конкретної задачі,
- проводити розрахунки на міцність, жорсткість та стійкість елементів статично визначених та невизначених конструкцій.
- вміти оцінювати раціональність того чи іншого конструктивного архітектурного вирішення з точки зору міцності та надійності споруди.

## Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

- 1 Теоретична механіка:  
Основні поняття та аксіоми статички  
Предмет, його зміст та значення. АТТ, МТ, сила, величина та лінія дії, напрямок, точка прикладання.  
Система сил, вільне тіло, аксіоми статички, в'язі та їх реакції Система збіжних сил  
Геометричних способ складання і розкладу сил. Проекція сил на вісь. Теорема про три сили. Умова рівноваги зб. сил. Момент сили відносно точки. Теор. Варіньона
- 2 Прості плоскі системи паралельних сил.  
Рівнодійна паралельних сил. Плече і момент пари сил. Теорема варіньона. Довільна плоска система сил.  
Приведення системи до заданого центру. ГОВ і ГОМ. Різні форми умов рівноваги.  
Аналітичне визначення реакцій опор. Поняття про статично невизначені задачі.
- 3 Ферми  
Поняття, аналітичне обчислення зусиль у стержнях. Графічне визначення зусиль.  
Діаграма зусиль.  
Просторова система збіжних сил  
Метод подвійного проектування. Рівнодійна та умова рівноваги збіжних сил у просторі.
- 4 Центр паралельних сил, центр тяжіння.  
Координати . Центри паралельних сил, центри ваги простих фігур. Формули центру ваги складних фігур. Гранична рівновага. Перекидання твердих тіл  
Поняття про граничну рівновагу, стійкість проти перекидання. Закони сухого тертя.  
Кут тертя.
- 5 Основи кінематики  
Рух точки і тіла. Швидкість і прискорення. Поступовий і обертовий рух. Рівняння руху точки і СМТ.

## 1 *Опір матеріалів*

### *Вступ*

Предмет і завдання опору матеріалів. Сили і деформації. Метод перерізів. Поняття про напруження. Основні гіпотези опору матеріалів.

### *Розтяг або стиск*

Поздовжня сила, її епюра. Напруження в поперечних і похилих перерізах стержня. Закон Гука. Розрахунок на міцність при розтягу або стиску. Статично невизначені задачі при розтягу або стиску. Потенціальна енергія деформації. Діаграма розтягу. Основні механічні характеристики матеріалу. Випробування на стиск. Вплив різних факторів на механічні характеристики. Допустимі напруження.

## 2 *3. Аналіз напруженого і деформованого стану в точці тіла*

Компоненти напруженого стану. Види напруженого стану. Плоский напружений стан: а) пряма задача; б) обернена задача. Поняття про об'ємний напружений стан. Узагальнений та об'ємний закони Гука. Потенціальна енергія деформації. *4. Теорії міцності*

Завдання теорії міцності. Теорії міцності для крихкого руйнування. I - IV-та теорії міцності. Теорія міцності Мора.

## 3 *5. Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів*

Статичний момент плоскої фігури. Моменти інерції плоскої фігури, радіуси інерції. Залежність між моментами інерції при паралельному переносі та при повороті осей. Головні осі та головні моменти інерції. Моменти інерції деяких плоских фігур.

## 4 *6. Зсув*

Чистий зсув. Аналіз напруженого стану. Напруження, деформації, закон Гука при зсуві. Потенціальна енергія деформації зсуву, залежність між пружними сталими. Умовні розрахунки на зріз та зминання.

Кручення Крутний момент, його епюра. Напруження в поперечних перерізах круглого валу. Напруження в поздовжніх перерізах валу, головні напруження. Кут закручування. Потенціальна енергія деформації при крученні. Розрахунок круглих валів на міцність та жорсткість. Основні результати теорії кручення стержнів некруглого перерізу. Наближений розрахунок гвинтової пружини з невеликим кутом нахилу витків.

## 5 *8. Плоский згин*

Поняття про прямий згин. Згинальний момент та поперечна сила. Диференціальні залежності між  $M$ ,  $Q$ ,  $q$ . Епюри згинальних моментів та поперечних сил. Нормальні напруження при чистому згині. Дотичні напруження в поперечному перерізі балки. Розрахунок на міцність при згині балок. Потенціальна енергія деформації. Зігнута вісь балки та її диференціальне рівняння. Визначення прогинів балки методом безпосереднього інтегрування. Метод початкових параметрів. Статично невизначені балки.

## 6 *10. Стійкість стиснутих стержнів*

Поняття про стійкі та нестійкі форми рівноваги. Формула Ейлера. Критичне напруження, межі придатності формули Ейлера, формула Ясинського. Розрахунок на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину  $\varphi$ .

## 7 *Будівельна механіка*

### *Загальні положення*

Споруда та її елементи. Геометрична незмінність. Ступені вільності. Статична визначеність. Аналіз геометричної структури. Миттєва змінність. Припущення в буд. механіці.

### *Статично визначені стержневі системи*

Метод перерізів. Метод заміни зв'язків. Епюри внутрішніх зусиль в ламаних брусах і балках. Епюри в безшарнірних рамах.

- 8 *Статично визначені балки.*  
Лінії впливу для однопролітних та консольних балок. Типи багатопролітних балок. Правила постановки шарнірів. Реакція опор та епюри в багатопролітних шарнірних балках. Визначення зусиль за лініями впливу в багатопролітних статично визначених балках.
- 9 *Розрахунок просторових систем*  
Типи просторових систем. Ферми і рами. Поняття про розрахунок циліндричних оболонок і складчатих систем. Розрахунок куполів. 12. *Загальні методи визначення переміщень та розрахунку статично невизначених систем*  
Можлива робота зовнішніх та внутрішніх сил. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна. Теореми про взаємність робіт та взаємність переміщень. Основна система і канонічні рівняння методу сил. Розрахунок нерозрізних балок.

## ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, практичні, лабораторні заняття та консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції – бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки.

Здобувачі вищої освіти на практичних заняттях працюють з друкованим *інформативним* матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують письмові завдання (розв'язують задачі, контрольні питання або тести). Також студенти у рамках самостійної роботи виконують розрахункові роботи, виготовляють макети ферм. Поглиблене вивчення окремих питань дисципліни можливе у рамках студентського наукового гуртка. За результатами такої роботи студенти готують презентації, виступають на студентських наукових конференціях, готують публікації.

### Самостійна робота

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | 2  | 3               |
| 1.    | Випробування на стиск. Вплив різних факторів на механічні характеристики                         | 6               |
| 2.    | Графічні методи розв'язування прямої та оберненої задачі плоского напруженого стану (круги Мора) | 4               |
| 3.    | Розрахунок гвинтових пружин з малим кроком витка.  | 4               |
| 4.    | Основні поняття та розрахунок балок на міцність при косому згині                                 | 4               |
| 5.    | Теореми про взаємність робіт та взаємність переміщень.   | 4               |
| 6.    | Метод скінченних елементів при розрахунку міцності балок і рам                                   | 4               |
| 7.    | Вільні коливання системи з одним ступенем свободи  | 4               |

### План лекційних занять з дисципліни

| № | № теми і короткий зміст  | К-сть год. |
|---|--|------------|
| 1 | <p>Основні поняття та аксіоми статички<br/>Предмет, його зміст та значення. АТТ, МТ, сила, величина та лінія дії, напрямок, точка прикладання.<br/>Система сил, вільне тіло, аксіоми статички, в'язі та їх реакції Система збіжних сил<br/>Геометричних способ складання і розкладу сил. Проекція сил на вісь.<br/>Теорема про три сили. Умова рівноваги зб. сил. Момент сили відносно точки. Теор. Варіньона</p>  | 1          |
| 2 | <p>Прості плоскі системи паралельних сил.<br/>Рівнодійна паралельних сил. Плече і момент пари сил. Теорема варіньона.<br/>Довільна плоска система сил.<br/>Приведення системи до заданого центру. ГОВ і ГОМ. Різні форми умов рівноваги. Аналітичне визначення реакцій опор. Поняття про статично невизначені задачі.</p>  | 1          |
| 3 | <p>Ферми<br/>Поняття, аналітичне обчислення зусиль у стержнях. Графічне визначення зусиль. Діаграма зусиль.<br/>Просторова система збіжних сил<br/>Метод подвійного проектування. Рівнодійна та умова рівноваги збіжних сил у просторі.</p>  | 1          |
| 4 | <p>Центр паралельних сил, центр тяжіння.<br/>Координати . Центри паралельних сил, центри ваги простих фігур.<br/>Формули центру ваги складних фігур. Гранична рівновага.Перекидання твердих тіл<br/>Поняття про граничну рівновагу, стійкість проти перекидання. Закони сухого тертя. Кут тертя.</p>   | 1          |
| 5 | <p>Основи кінематики<br/>Рух точки і тіла. Швидкість і прискорення. Поступовий і обертовий рух.<br/>Рівняння руху точки і СМТ.</p>   | 1          |
| 1 | <p><i>Вступ</i><br/>Предмет і завдання опору матеріалів. Сили і деформації. Метод перерізів.<br/>Поняття про напруження. Основні гіпотези опору матеріалів.<br/><i>Розтяг або стиск</i><br/>Поздовжня сила, її епюра. Напруження в поперечних і похилих перерізах стержня. Закон Гука. Розрахунок на міцність при розтягу або стиску. Статично невизначені задачі при розтягу або стиску. Потенціальна енергія деформації. Діаграма розтягу. Основні механічні характеристики матеріалу. Випробування на стиск. Вплив різних факторів на механічні характеристики. Допустимі напруження.</p> | 1          |
| 2 | <p><i>3. Аналіз напруженого і деформованого стану в точці тіла</i><br/>Компоненти напруженого стану. Види напруженого стану. Плоский напружений стан: а) пряма задача; б) обернена задача. Поняття про об'ємний напружений стан. Узагальнений та об'ємний закони Гука. Потенціальна енергія деформації. <i>4. Теорії міцності</i><br/>Завдання теорії міцності. Теорії міцності для крихкого руйнування. I - IV-та теорії міцності. Теорія міцності Мора.</p>  | 1          |
| 3 | <p><i>5. Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів</i><br/>Статичний момент плоскої фігури. Моменти інерції плоскої фігури, радіуси інерції. Залежність між моментами інерції при паралельному переносі та при повороті осей. Головні осі та головні моменти інерції. Моменти інерції деяких плоских фігур.</p>   | 1          |

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 4   | <p><i>6. Зсув</i></p> <p>Чистий зсув. Аналіз напруженого стану. Напруження, деформації, закон Гука при зсуві. Потенціальна енергія деформації зсуву, залежність між пружними сталими. Умовні розрахунки на зріз та зминання.</p> <p><i>7. Кручення</i></p> <p>Крутний момент, його епюра. Напруження в поперечних перерізах круглого валу. Напруження в поздовжніх перерізах валу, головні напруження. Кут закручування. Потенціальна енергія деформації при крученні. Розрахунок круглих валів на міцність та жорсткість. Основні результати теорії кручення стержнів некруглого перерізу. Наближений розрахунок гвинтової пружини з невеликим кутом нахилу витків.</p> | 1 |
| 5   | <p><i>8. Плоский згин</i></p> <p>Поняття про прямий згин. Згинальний момент та поперечна сила. Диференціальні залежності між <math>M</math>, <math>Q</math>, <math>q</math>. Епюри згинальних моментів та поперечних сил. Нормальні напруження при чистому згині. Дотичні напруження в поперечному перерізі балки. Розрахунок на міцність при згині балок. Потенціальна енергія деформації. Зігнута вісь балки та її диференціальне рівняння. Визначення прогинів балки методом безпосереднього інтегрування. Метод початкових параметрів. Статично невизначені балки.</p>   | 1 |
| 6   | <p><i>10. Стійкість стиснутих стержнів</i></p> <p>Поняття про стійкі та нестійкі форми рівноваги. Формула Ейлера. Критичне напруження, межі придатності формули Ейлера, формула Ясинського. Розрахунок на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину <math>\varphi</math>.</p>  | 1 |
| 7   | <p><i>Загальні положення</i></p> <p>Споруда та її елементи. Геометрична незмінність. Ступені вільності. Статична визначеність. Аналіз геометричної структури. Миттєва змінність. Припущення в буд. механіці.</p> <p><i>Статично визначені стержневі системи</i></p> <p>Метод перерізів. Метод заміни зв'язків. Епюри внутрішніх зусиль в ламаних брусах і балках. Епюри в безшарнірних рамах.</p>  | 1 |
| 8   | <p><i>Статично визначені балки.</i></p> <p>Лінії впливу для однопролітних та консольних балок. Типи багатопролітних балок. Правила постановки шарнірів. Реакція опор та епюри в багатопролітних шарнірних балках. Визначення зусиль за лініями впливу в багатопролітних статично визначених балках.</p>  | 1 |
| ЗМ9 | <p><i>Розрахунок просторових систем</i></p> <p>Типи просторових систем. Ферми і рами. Поняття про розрахунок циліндричних оболонок і складчатих систем. Розрахунок куполів. <i>12. Загальні методи визначення переміщень та розрахунку статично невизначених систем</i></p> <p>Можлива робота зовнішніх та внутрішніх сил. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна. Теореми про взаємність робіт та взаємність переміщень. Основна система і канонічні рівняння методу сил. Розрахунок нерозрізних балок.</p>   | 1 |

## ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ

| N  | Тема., питання, що вивчаються   | К-сть год. |
|----|---|------------|
| 1  | Графічне розв'язання найпростіших задач. Теорема про три сили   | 1          |
| 2  | Знаходження реакцій опор плоскої рами.  | 1          |
| 3  | Знаходження реакцій опор просторової стат. визначеної рами.   | 1          |
| 4  | Центр ваги . Перекидання твердих тіл. Закони сухого тертя.  | 2          |
| 5  | Знаходження швидкості та прискорення за законом руху МТ.  | 1          |
| 6  | Побудова епюр поздовжніх сил. Визначення напружень, переміщень та деформацій.   | 2          |
| 7  | Розрахунок на міцність та жорсткість при розтягу або стиску.  | 2          |
| 8  | Дослідження плоского напруженого стану. Узагальнений закон Гука, потенціальна енергія деформації.                           | 1          |
| 9  | Перевірка міцності за різними теоріями.   | 1          |
| 10 | Розрахунок заклепкових та зварних з'єднань на зріз та зминання.   | 1          |
| 11 | Визначення напружень та кутів повороту круглих валів, їх розрахунок на міцність та жорсткість.                              | 1          |
| 12 | Обчислення геометричних характеристик складених фігур. Визначення головних осей інерції та головних моментів інерції.       | 2          |
| 13 | Побудова епюр згинальних моментів та поперечних сил. Розрахунок балок на міцність за нормальними та дотичними напруженнями. | 4          |
| 14 | Визначення прогинів та кутів повороту при згині балок.  | 2          |
| 15 | Складний опір.  | 2          |
| 16 | Стійкість стиснутого стержня.   | 1          |
| 17 | Загальні методи визначення переміщення  | 2          |
| 18 | Розрахунок статично невизначених рам.   | 3          |

### МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

1. Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей).
2. Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка – розв'язування задач, контрольні роботи, тести, підготовка рефератів.



Види контролю: Поточний, проміжний та семестровий контроль

### Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль та самостійна робота |       |       |       |       |       |       |       | Екзамен  | Сума |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------|
| Розділ 1                               |       |       |       |       |       |       |       | 50 балів | 100  |
| Т 1.1                                  | Т 1.2 | Т 1.3 | Т 1.4 | Т 1.5 | Т 1.6 | Т 1.7 | Т 1.8 |          |      |
| 8                                      | 4     | 4     | 4     | 8     | 8     | 8     | 6     |          |      |

| Поточний контроль та самостійна робота |       |       |       |       | Сума |
|--|-------|-------|-------|-------|------|
| Розділ 2                               |       |       |       |       | 100  |
| Т 2.1                                  | Т 2.2 | Т 2.3 | Т 2.4 | Т 2.5 |      |
| 25                                     | 25    | 25    | 13    | 12    |      |

| Поточний контроль та самостійна робота |       |       |       |       |       |       | Екзамен  | Сума |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------|
| Розділ 3                               |       |       |       |       |       |       | 50 балів | 100  |
| Т 3.1                                  | Т 3.2 | Т 3.3 | Т 3.4 | Т 3.5 | Т 3.6 | Т 3.7 |          |      |
| 5                                      | 8     | 10    | 5     | 5     | 5     | 12    |          |      |

T1, T2 ... – теми лекційного курсу

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного аграрного університету пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент самостійно опрацьовує та представляє конспект з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьовує і здає практичний матеріал (контрольна задача, тести) з відповідної теми. Студент самостійно виконує розрахункові роботи згідно наведеної вище тематики (кількість балів за роботу першого розділу - 4, другого -10, третього - 5 ).

Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен, залік, екзамен.

### КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Поточне оцінювання охоплює як аудиторну так і самостійну роботу. Поточне оцінювання здійснюється у формі усного опитування, тестів, контрольних робіт з розв'язуванням задач, захисту розрахункових робіт.

Оцінювання здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного аграрного університету» затверджено Вченою Радою ЛНАУ (протокол № 2 від 04.10.2018р) та уведеного в дію наказом № 210 від 12.10.2018р. <http://lnau.edu.ua/lnau/index.php/uk/navchchas/zagalpolog.html>

### Питання з дисципліни, які виносять на екзамен

- Предмет механіки, зміст її розділів.
- Значення теоретичної механіки.
- Предмет статички.
- Основні поняття.
- Аксиоми статички.
- Основні види в'язей та їх реакції.
- Геометричний та аналітичний способи додавання сил.
- Збіжна система сил, їх рівнодійна.
- Умови рівноваги збіжної системи сил: геометричні та аналітичні.

- Момент сили відносно точки та відносно осі.
- Момент сили як вектор.
- Пара сил.
- Момент пари сил.
- Основні теореми про пари сил.
- Головний вектор та головний момент системи сил.
- Теорема Варіньона про момент рівнодійної.
- Аналітичні умови рівноваги довільної системи сил.
- Часткові випадки умов рівноваги.
- Рівновага тіла при наявності сил тертя.
- Способи визначення положення центру ваги тіла.
- Простір, час, система відліку, завдання кінематики.
- Векторний спосіб задання руху точки.
- Вектор швидкості та прискорення.
- Координатний спосіб задання руху точки.
- Визначення швидкості та прискорення.
- Натуральний спосіб задання руху точки.
- Швидкість та прискорення точки в проєкціях на осі натурального тригранника.
- Поступальний рух твердого тіла.
- Рівняння обертального руху твердого тіла.
- Кутова швидкість та кутове прискорення.
- Вектори  $\omega$  та  $\varepsilon$ .
- Швидкості та прискорення точок твердого тіла.
- Наука про матеріали. Об'єкти вивчення
- Види деформації, поняття про деформований стан матеріалу
- Основні гіпотези та принципи.
- Статичні моменти площі, центр тяжіння площі.
- Моменти інерції простих плоских фігур.
- Моменти інерції складних фігур.
- Моменти інерції відносно паралельних осей.
- Зміна моментів інерції при повороті координатних осей.
- Поняття про радіус та еліпс інерції.
- Класифікація зовнішніх сил.
- Внутрішні сили, метод перерізів.
- Епюри поздовжніх сил.
- Епюри крутних моментів.
- Балки і їх підпори.
- Визначення реакцій опор.
- Зусилля і моменти в перерізі балки.
- Побудова епюр поперечних сил і згинаючих моментів.
- Напруження у перерізах балки.
- Умови міцності і жорсткості балки, види розрахунків.
- Напруження і деформації при розтягу та стиску. Міцність і жорсткість.
- Дозволені напруження.
- Приклади розрахунку стержня при дії зосередженої сили.
- Розрахунок стержнів на розтяг-стиск з урахуванням власної ваги.
- Статично невизначені стержневі конструкції і методика їх розрахунку.
- Напруження в точці. Головні площадки і головні напруження.
- Лінійний напружений стан.
- Плоский напружений стан.
- Пряма задача в плоскому напруженому стані. Круг напружень.

- Розрахунок гвинтових циліндричних пружин.
- Нормальні напруження при чистому плоскому згині прямого стержня.
- Дотичні напруження при згині.
- Розрахунок на міцність при згині.
- Про раціональну форму перерізу при згині.
- Повний розрахунок балок на міцність.
- Диференційне рівняння зігнутої осі балки.
- Інтегрування диф. рівняння зігнутої осі балки.
- Розрахунок на жорсткість при згині.
- Узагальнені сили і переміщення.
- Робота зовнішніх сил.
- Робота внутрішніх сил.
- Застосування принципу можливих переміщень до пружних систем.
- Теореми про віртуальні роботи і переміщення
- Загальна форма для визначення переміщень. Метод Мора.
- Визначення переміщень методом Верещагіна.
- Потенційна енергія деформації.
- Теорема Кастільяно.
- Основні поняття та послідовність розрахунку статично невизначених систем.
- Канонічні рівняння методу сил.
- Багатопролітні нерозрізні балки, рівняння 3-х моментів.
- Визначення переміщень в статично невизначених системах.
- Стійка та нестійка пружна рівновага.
- Формула Ейлера для визначення критичної сили стиснутого стержня.
- Вплив умов закріплення кінців стержня на величину критичної сили.
- Раціональні матеріали і поперечні перерізи для стиснутих стержнів.

### **Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Механіка споруд. Шутенко Л.М., Пустовойтов В.П., Засядько М.А., Харків, ХДАМГ, 2001.
2. Писаренко Г.С. Опір матеріалів. -К. Н.д. , 1989  
Піскунов В.Г., Феодоренко Ю.М., Шевченко В.Ю. та ін. Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності. - К.: Вища школа, 1994.

#### **Додаткова:**

1. ДБН 362-93. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації / Держбуд України.- К.: Укрархбудінформ, 1995. – 46 с.
2. ДБН В.1.2.-14:2018 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд / Держбуд України.- К.: Укрархбудінформ, 2018. – 30 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. / Держбуд України.- К.: Укрархбудінформ, 2006. – 59 с
4. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. / Держбуд України.- К.: Укрархбудінформ, 2006. – 11 с
5. Пашинський В.А. Атмосферні навантаження на будівельні конструкції на території України. – К.: УкрНДІПСК, 1999.– 185 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси— книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНАУ, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
3. <http://www.twirpx.com/files/machinery/mchparts/>

### **ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ») В АУДИТОРНИЙ ЧАС**

Курс передбачає роботу в колективі. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект з відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними науково-дослідними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності.